



**Ecole nationale Vétérinaire**

**d'Alfort**

**MASTER 2<sup>ÈME</sup> ANNÉE**

Santé publique Paris XI et Sciences et santé Paris XII

SPÉCIALITÉ

**SURVEILLANCE ÉPIDÉMIOLOGIQUE DES MALADIES HUMAINES ET ANIMALES**

---

# **RAPPORT DE STAGE**

**Proposition d'un plan d'épidémiosurveillance de la fièvre de la Vallée du Rift en Tunisie**

**Présenté par**

JIHANE AMDOUNI

Réalisé sous la direction de : Ramzi Bargaoui –Renaud Lancelot

Organisme et pays : Institut de la Recherche vétérinaire de Tunis-Tunisie-CIRAD

Période du stage : 7 janvier 2014 – 23 juin 2014

Date de soutenance : 25 juin 2014

**Année universitaire 2013 – 2014**

## **REMERCIEMENTS**

Je remercie Dieu pour m'avoir permis d'aboutir à ce travail.

Je remercie Ramzi Bargaoui et Renaud Lancelot pour leur encadrement.

Je tiens à remercier toute l'équipe du laboratoire de Virologie de l'IRVT ainsi que le Pr. Ben Younes pour m'avoir permis d'effectuer mon stage à l'IRVT.

Je remercie chaleureusement l'Institut National de la Statistique pour son aide inestimable.

Je remercie Emna et Soufien pour leurs remarques.

Je tiens à remercier toutes les institutions tunisiennes qui m'ont ouvert leur porte.

Mes remerciements vont particulièrement à Ahmed, Haikel, Emna et Imed qui m'ont énormément encouragée.

L'expérience SEMHA a été pour moi une expérience humaine enrichissante et je tiens à remercier toute l'équipe pédagogique pour tous les enseignements que j'ai reçus. Je salue tous mes camarades de promotion et je garderai de très bons souvenirs surtout de l'enquête et du réseau.

Enfin et surtout je remercie ma famille pour son soutien indéfectible.

## RESUME

Cette étude présente une proposition de protocole de surveillance épidémiologique de la fièvre de la Vallée du Rift (FVR) en Tunisie. Elle s'est principalement axée sur les bases scientifiques du protocole d'échantillonnage à mettre en place. L'identification d'une strate à risque élevé pour chaque espèce a constitué la base de sondage. Un protocole d'échantillonnage à deux degrés prenant comme unité épidémiologique primaire la plus petite division administrative tunisienne (imada) et comme unité épidémiologique secondaire l'animal a été établi dans les strates à risque. Ce travail a permis de cartographier des strates à risque pour chaque espèce. Il a été conclu que pour assurer la détection d'une amplification pré-épidémique ayant une prévalence estimée de 10% et une sensibilité de 95% en prenant comme unité épidémiologique l'animal au niveau des imadas à risque, un échantillonnage de 861 ovins, 651 bovins, 747 caprins et 278 camelins était nécessaire. Ce protocole pourra être utilisé pour la mise en place de la surveillance active de la FVR dans les zones à risque définies. Parallèlement à cette étape, un plan d'épidémiosurveillance a été proposé, mettant en évidence le rôle des différents acteurs concernés. Différentes propositions sont présentées afin de définir un plan d'épidémiosurveillance de la FVR en Tunisie. Enfin, l'enquête rétrospective réalisée a permis d'objectiver des résultats négatifs pour la FVR ainsi que la mise en place d'une carte d'incertitude. La carte d'incertitude réalisée à partir de la prévalence minimale détectée par les tailles d'échantillons trouvés négatifs pourrait être par la suite employée par les gestionnaires du risque.

Mots clés : FVR, Bunyaviridae, Tunisie, Vecteur, Epidémiosurveillance, Cartographie du risque, Taille d'échantillon, Enquête rétrospective.

## ABSTRACT

The question of the epidemiological monitoring of the RVF in Tunisia made possible the reflection on the scientific basis concerning the sampling to set up. A high risk layer for each species constituted the base of the survey. A double sampling taking as primary epidemiological unit the imada and as secondary epidemiological unit the animal is drawn up in the layers at risk. This work allowed the cartography of layers at risk for each species. Thus, 861 sheep, 651 cattle, 747 goats and 278 camelines will have to be sampled to ensure the detection of a preepidemic amplification for a prevalence estimated as of 10% and sensitivity of 0.95 by taking as epidemiologic unit the animal at the level of imada at risk. This protocol could be used for an active monitoring of the RVF in the definite zones at risk. On an other hand, a plan of epidemiological monitoring is proposed highlighting the role of the various actors concerned. Different proposals are presented in order to define a RVF monitoring in Tunisia. Finally a retrospective survey was drawn with all the results find negative at the test. The map of uncertainty carried out starting from the minimal prevalence detected by the sizes of samples found negative could be employed by the managers of the risk.

Key words : RVF, Bunyaviridae, Tunisia, Vector, Epidemiological monitoring, Risk cartography, Sampling, Retrospective survey.

## TABLE DES MATIERES

1. Agent pathogène.....	12
2. Epidémiologie .....	12
2.1. Espèces sensibles.....	12
2.2. Le cycle épidémiologique.....	13
2.3. Ecosystèmes où évolue le virus.....	14
3. SITUATION DE LA MALADIE DANS LE MONDE .....	14
3.1. Distribution géographique .....	14
3.2. Séroprévalences de la FVR dans le monde .....	15
4. SITUATION DE LA TUNISIE .....	17
4.1. Contexte.....	17
4.2. La surveillance de la fièvre de la vallée du rift.....	17
4.3. Les vecteurs en Tunisie .....	18
4.4. Système d'élevage en Tunisie .....	18
DEUXIEME PARTIE : TRAVAIL PERSONNEL .....	21
INTRODUCTION.....	21
MATERIEL ET METHODES .....	21
1. La récolte des données pour la mise en place du système de surveillance.....	21
2. Le protocole d'échantillonnage basé sur le risque .....	22
2.1. Cartographie des zones a risque : stratification sur plusieurs facteurs de risque.....	22
2.1.1. Strate à risque d'introduction .....	22
2.1.2. Strate à risque d'installation .....	26
2.2. Le protocole d'échantillonnage à deux degrés .....	29
3. Enquête rétrospective sur la FVR.....	30
RESULTATS .....	32
1. Cartes des zones à risque.....	32
La Figure 11 présente les zones à risques pour les espèces étudiées.....	32
2. Le nombre d'imadas à échantillonner .....	33
3. Le nombre d'animaux à échantillonner par imada à risque retenue.....	33
4. Le plan d'épidémiosurveillance et les acteurs concernés.....	38
5. Enquête rétrospective .....	43
CONCLUSION .....	45

## **LISTE DES ABREVIATIONS**

<b>Ac</b>	<b>Anticorps</b>
<b>APA :</b>	<b>Arrondissement de Production Animale</b>
<b>AVAFA :</b>	<b>Agence de la Vulgarisation et de la Formation Agricole</b>
<b>BV :</b>	<b>Bovin</b>
<b>CIRAD :</b>	<b>Centre International de Recherche Agronomique et de Développement</b>
<b>CM :</b>	<b>Camelin</b>
<b>CP :</b>	<b>Caprin</b>
<b>CRDA :</b>	<b>Commissariat régional au Développement Agricole</b>
<b>DGPA :</b>	<b>Direction Générale de la Production Animale</b>
<b>DGSV :</b>	<b>Direction générale des services vétérinaires</b>
<b>ENMV :</b>	<b>Ecole Nationale de Médecine Vétérinaire</b>
<b>FA :</b>	<b>Fièvre Aphteuse</b>
<b>FVR :</b>	<b>Fièvre de la Vallée du Rift</b>
<b>GIVLAIT :</b>	<b>Groupeement Interprofessionnel des Viandes Rouges et du Lait</b>
<b>IRVT :</b>	<b>Institut de la recherche vétérinaire de Tunis</b>
<b>OEP :</b>	<b>Office de l'Elevage et des Pâturages</b>
<b>ONMNE</b>	<b>Observatoire Nationale Des Maladies Nouvelles et Emergentes</b>
<b>OV :</b>	<b>Ovin</b>
<b>PPR :</b>	<b>Peste des petits ruminants</b>
<b>Pr :</b>	<b>Prévalence</b>
<b>REMESA :</b>	<b>Réseau Méditerranéen Santé Animale</b>
<b>Se :</b>	<b>Sensibilité</b>
<b>SNA :</b>	<b>Social Network Analysis</b>
<b>Sp :</b>	<b>Spécificité</b>
<b>UOR</b>	<b>Unité d'Observation Régionale</b>
<b>UTAP :</b>	<b>Union Tunisienne de l'Agriculture et de la Pêche</b>
<b>VMERGE</b>	<b>Emerging viral vector -borne diseases</b>

## RESUME LONG

### PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

La fièvre de la Vallée du Rift (FVR) est une arbovirose zoonotique affectant principalement les animaux. L'infection peut provoquer une pathologie sévère tant chez l'animal que chez l'homme, entraînant une morbidité et une mortalité élevées. Les animaux ainsi perdus et les avortements dans les troupeaux infectés par la FVR entraînent des pertes économiques substantielles. Chez les animaux, le virus de la FVR se transmet principalement par les piqûres de moustiques porteurs du virus. Il s'agit essentiellement des espèces du genre *Aedes* et *Culex*, qui deviennent porteurs en s'alimentant sur des animaux infectés. Les transmissions trans-ovariennes sont également possibles, les nouvelles générations de moustiques étant alors déjà infectées au moment de l'éclosion. Cela assure la continuité de la présence du virus de la FVR dans des foyers enzootiques, celui-ci ayant ainsi un moyen durable de persister grâce aux œufs qui survivent pendant plusieurs années dans des conditions de sécheresse. Pendant les périodes de fortes précipitations, les gîtes larvaires sont inondés et les œufs éclosent. La population de moustiques augmente alors rapidement et transmet les virus aux animaux sur lesquels elle se nourrit. Isolé pour la première fois au Kenya en 1930, le virus de la FVR a été longtemps cantonné en Afrique sub-saharienne. En 1977, le virus a été présent en Egypte et y a provoqué environ 600 décès. Depuis cet épisode, le nombre d'épidémies n'a cessé de croître ainsi que l'incidence en terme de mortalité humaine et animale. En 1997-1998, une flambée épidémique majeure s'est produite au Kenya, en Somalie et en Tanzanie et, en septembre 2000, des cas de FVR ont été confirmés en Arabie saoudite et au Yémen. Ce premier signalement de la maladie en dehors du continent africain a suscité des inquiétudes sur la possibilité de son extension à d'autres parties de l'Asie et à l'Europe. En 2000, le virus est sorti de son berceau africain pour atteindre la péninsule arabique. En 2007 et 2008, la FVR a atteint les îles Comores et Mayotte et en 2008, Madagascar.

Une revue de la bibliographie portant sur différentes enquêtes séro-épidémiologiques permet de présenter les valeurs de prévalences en période inter-épidémique. Elles serviront ultérieurement pour le calcul de la taille des échantillons. Le commerce illégal d'animaux en Tunisie, l'existence de vecteurs du genre *Culex* et *Ochlerotatus* fortement impliqués dans la transmission de la maladie et l'absence de système de surveillance de FVR amènent à une réflexion sur la mise en place d'un système de surveillance de la FVR en Tunisie.

### TRAVAIL PERSONNEL

#### INTRODUCTION

L'analyse qualitative du risque d'introduction de la FVR en Tunisie a montré une probabilité élevée de survenue de la maladie. L'intérêt du présent travail est de proposer à la fois un plan d'échantillonnage permettant de détecter une amplification pré-épidémique de la FVR et de définir un plan d'épidémiosurveillance de la maladie avec les différents acteurs impliqués. Une enquête rétrospective sera également proposée en vue de proposer aux gestionnaires du risque un outil d'aide à la décision.

#### Matériel et méthodes

##### ➤ Récolte des données

Afin d'identifier les sources de données permettant à la fois et d'établir les cartes de risque utiles au protocole d'échantillonnage et de définir les acteurs responsables de la surveillance, différentes discussions ont eu lieu avec la DGSV, le CNVZ, l'IRVT, le GIVLAIT, la DGPA, les CRDA, l'OEP et l'ONMNE. Une brève présentation de ces derniers est réalisée.

➤ Le protocole d'échantillonnage basé sur le risque

Grâce à la cartographie, et suivant plusieurs facteurs de stratification, à savoir la densité animale, la distance de parcours du vecteur, la localisation des marchés, abattoirs et centres d'engraissement une strate à risque élevé de FVR est mise en place pour chaque espèce. Cette strate constitue alors une base de sondage pour la réalisation d'un protocole à deux degrés. L'unité épidémiologique primaire retenue est l'imada (qui correspond à la plus petite unité administrative en Tunisie), le calcul du nombre d'imadas infectées dans les strates à risque est réalisé dans un premier temps. Puis, au sein des imadas infectées, l'unité secondaire considérée est l'animal. Le calcul de la taille de l'échantillon utile à la détection de différents taux de prévalence est effectué, et ce, d'après une revue de la bibliographie préalablement établie.

➤ Enquête rétrospective

Une enquête rétrospective a été réalisée à partir de l'enquête nationale PPR-FA réalisée en 2012. Cette enquête a concerné 908 sérums d'ovins et 160 sérums de caprins.

## Résultats

➤ Zones à risque

Les zones à risque sont variables selon l'espèce. Concernant les ovins il est possible de dénombrer 1798 imadas localisées au nord, centre et sud-est de la Tunisie. La distribution des zones à risque pour les bovins est assez similaire. En effet, le nord, le centre et le sud-est sont à risque. La concentration des zones à risque est toutefois plus importante au nord par rapport à celle des ovins. Le risque pour les bovins est représenté par 1769 imadas à risque. Les zones à risque pour les caprins présentent une aire de répartition similaire à celle des ovins avec 1714 imadas à risque. Le risque pour les camélidés se localise au nord-est, centre et sud-est du pays avec 925 imadas à risque.

➤ Nombre d'imadas à échantillonner

Pour une prévalence estimée de 10% d'imadas infectées il faudrait échantillonner 30 imadas par espèce pour les ovins, bovins et caprins. Concernant les camelins la taille d'imadas à échantillonner est de 29. Un tirage aléatoire est effectué au sein des strates à risque préalablement établies pour chaque espèce.

➤ Nombre d'animaux à échantillonner

Différentes valeurs de prévalences ont été considérées. Pour une valeur de 10% la taille de l'échantillon nécessaire à la détection d'au moins un animal infecté au niveau de l'imada serait de 906 pour les ovins, 685 pour les bovins, 791 pour les caprins et 293 pour les camelins. Ce qui donne une totalité de 2675 prélèvements toutes espèces confondues avec une sensibilité de 95%. Pour une prévalence de 1% et une sensibilité équivalente à 1%, il serait nécessaire d'échantillonner 16 949 animaux, toutes les espèces confondues.

➤ Plan d'épidémiosurveillance et acteurs concernés

L'objectif d'un plan d'épidémiosurveillance serait de détecter une amplification pré-épidémique de la maladie.

Une définition de cas suspect et de cas confirmé est proposée.

Le comité de pilotage devrait regrouper les directeurs de la DGSV, du CNVZ, de l'IRVT ainsi qu'un représentant de l'ONMNE. Le comité technique regrouperait un épidémiologiste animateur du réseau qui serait la même personne responsable du réseau de la FA. A ce dernier s'ajouteraient un responsable de laboratoire et des vétérinaires sur terrain. L'unité centrale serait essentiellement représentée par l'animateur du réseau.

La surveillance devrait s'appuyer sur une surveillance active de la maladie notamment à partir du protocole basé sur le risque proposé en première partie de ce travail. Cette surveillance devrait être effectuée en Octobre.

L'autre volet est la surveillance passive : un modèle de schéma fonctionnel reposant sur le circuit de la FA est proposé. L'éleveur est le premier maillon de la chaîne qui donnerait l'alerte. La démarche à suivre en cas de suspicion est présentée ainsi que la technique à mettre en place.

Une formation des vétérinaires devrait être mise en place soit au CNVZ, soit à l'IRVT soit à l'ENMV.

Le coût de l'enquête pour la surveillance active est proposé.

➤ Résultats de l'enquête rétrospective

Tous les résultats trouvés sont négatifs. Une carte d'incertitude réalisée à partir du nombre d'échantillons testés négatifs par imada peut être un outil d'aide à la décision pour les gestionnaires du risque.

### **Discussion**

Les cartes des zones à risque ainsi que le protocole d'échantillonnage sont comparés aux résultats d'Arsevska en 2013. L'identification des animaux et l'amélioration de la communication entre les divers organismes sont les points à développer pour renforcer la surveillance. L'enquête rétrospective a révélé des résultats négatifs, or, la taille des échantillons demeure nettement trop faible pour permettre la détection de la maladie. Il appartient aux gestionnaires du risque de fixer le taux de prévalence minimal qu'ils souhaitent détecter. La méthode SNA devrait être développée.

### **Conclusion**

Un protocole d'échantillonnage basé sur le risque a été proposé suite à une stratification sur plusieurs facteurs de risque. Le plan d'épidémiosurveillance devrait faire intervenir différents acteurs à savoir la DGSV, le CNVZ, les CRDA, l'IRVT ainsi que d'autres acteurs. L'enquête rétrospective a permis de proposer une carte d'incertitude pouvant servir comme une aide à la décision en termes de santé animale. Dans les mois à venir, une enquête entomologique sera réalisée qui permettra de mieux définir la situation par rapport au vecteur. Les enquêtes qui seront prochainement mises en place par le CNVZ seront un précieux outil utile à la compréhension du flux des animaux et par conséquent utile à l'épidémiosurveillance.



## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Séroprévalences de la FVR dans le monde.....	16
Tableau 2 : Distribution des zones humides en Tunisie (El Ghoul, 2009).....	20
Tableau 3 : Activité vectorielle en fonction de la saison d'après dire d'experts.....	28
Tableau 4 : Séroprévalences de la FVR dans le monde.....	30
Tableau 5 : Taille des imadas infectées selon des prévalences d'infection estimée à 1%, 5% et 10%.....	33
Tableau 6 : Nombre d'animaux à prélever pour différentes valeurs de prévalences d'infection attendues.....	33
Tableau 7 : Tailles d'échantillons à prélever dans les imadas à risque pour les bovins en fonction de différentes valeurs de Pr et de Se.....	34
Tableau 8: Tailles d'échantillons à prélever dans les imadas à risque pour les ovins en fonction de différentes valeurs de Pr et de Se.....	35
Tableau 9 : Tailles d'échantillons à prélever dans les imadas à risque pour les caprins en fonction de différentes valeurs de Pr et Se.....	36
Tableau 10 : Tailles d'échantillons à prélever dans les imadas à risque pour les camélidés en fonction de différentes valeurs de Pr et Se.....	37

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Le virus de la FVR (D'après E. Thiry,2007).....	12
Figure 2 : Cycle épidémiologique de la FVR.....	13
Figure 3 : Distribution de la FVR (jusqu'en 2011) (D'après Bird <i>et al.</i> , 2009; Swanepoel and Coetzer, 2004).....	15
Figure 4 : Densité des bovins, ovins, en Tunisie (d'après les données de la FAO, 2005) les densité animales sont représentées par km <sup>2</sup> .....	18
Figure 5 : Densité des caprins et camélidés en Tunisie (d'après les données de la FAO,2005).....	19
Figure 6 : Localisation des centres d'engraissement bovin et ovins avec leur effectif.....	23
Figure 7 : Carte des marchés en Tunisie.....	25
Figure 8 : Abattoirs et tueries en Tunisie.....	26
Figure 9 : Cartes des densités animales en Tunisie (d'après les données des CRDA, 2011).....	27
Figure 10 : Distribution géographique des prélèvements récoltés dans le cadre de l'enquête rétrospective pour la FVR.....	31
Figure 11 : Carte des zones à risque pour les ovins, bovins, caprins et camélidés avec la représentation des zones humides en Tunisie.....	32
Figure 12 : Schéma fonctionnel du réseau de surveillance passive de la FVR.....	40
Figure 13 : Prévalence minimale détectable par la taille des échantillons de l'enquête rétrospective avec alpha=5% de n'avoir que des réponses négatives au test.....	43

## LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Les marchés du nord de la Tunisie avec leur importance relative.....	51
Annexe 2 : Les marchés du centre de la Tunisie.....	52
Annexe 3 : Les marchés du sud de la Tunisie.....	53
Annexe 4 : Cartes des précipitations en Tunisie de Janvier à Juin d'après les données World clim.....	54
Annexe 5 : Cartes des précipitations en Tunisie de Juillet à Décembre d'après les données World clim.....	55
Annexe 6 : Les centres d'engraissement bovins au nord, centre et sud de la Tunisie .....	56
Annexe 7 : Liste des imadas où ont été effectués les prélèvements utilisés pour l'enquête rétrospective.....	57

## INTRODUCTION

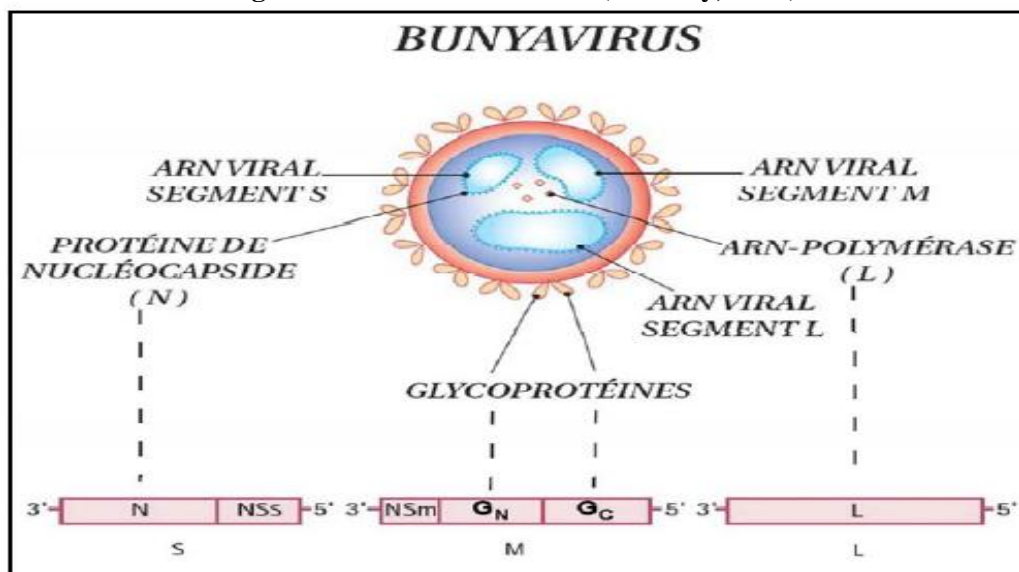
Le changement climatique affectera directement la transmission des maladies en changeant la distribution géographique des vecteurs, en augmentant le taux de reproduction et de piqûre et en réduisant la période d'incubation des pathogènes (Patz *et al.*, 2005). La fièvre de la vallée du Rift est une arbovirose et une zoonose affectant les bovins, ovins, caprins, et camélidés. Elle est causée par un virus appartenant au genre *Phlebovirus* (famille Bunyaviridae) qui a été isolé sur près de 30 espèces de moustiques (EFSA, 2005). Au cours de grandes épidémies, la maladie peut provoquer un grand impact sur la santé publique et causer de lourdes pertes économiques (Anyamba *et al.*, 2010). La maladie se présente sous la forme d'une vague d'avortements et d'une mortalité néonatale (OIE, 2008). L'homme présente un syndrome pseudo-grippal qui peut dans certains cas se compliquer par une fièvre hémorragique (WHO 2010). Il peut exister des complications graves telles que des rétinites ou encore des encéphalites. L'homme peut être infecté lors de l'abattage d'animaux infectieux (par contact ou par inhalation) ou secondairement par piqûre de moustiques vecteurs. De ce fait, les éleveurs, les agents vétérinaires et les employés des abattoirs constituent des populations à risque. Si les formes asymptomatiques sont de loin les plus fréquentes chez l'homme, cette maladie est classiquement associée à un syndrome fébrile bénin, ainsi qu'à des céphalées, des myalgies, des arthralgies, des douleurs rétro-orbitaires, et à une asthénie importante. Des encéphalites, des formes hémorragiques mortelles ont été décrites ainsi que des complications oculaires (Meegan Jm et Bailey Cl, 1988 ; Siam A.L. *et al.*, 1980). Les fortes vagues d'épizooties de fièvre aphteuse en Tunisie actuellement, l'absence de contrôle et de maîtrise du flux des animaux et l'existence de commerce illégal avec des pays voisins tels que la Libye ou l'Algérie posent la question de la surveillance des maladies animales et encore plus des maladies émergentes dans la région d'Afrique du Nord. Outre son importance zoonotique la fièvre de la Vallée du Rift est une maladie en forte expansion d'où la crainte de son apparition en Europe. Il est ainsi fondamental de réfléchir à la façon dont la Tunisie pourrait d'une part améliorer son système de surveillance et d'autre part réfléchir aux stratégies les plus adaptées dans le contexte économique, social et politique présent. Ainsi en premier lieu une revue de la bibliographie est effectuée portant sur la fièvre de la Vallée du Rift ; en deuxième lieu seront posées les bases scientifiques du protocole nécessaire à la détection d'une amplification pré-épidémique pour aboutir in fine à la proposition d'un plan d'épidémiosurveillance de la FVR en Tunisie.

# PREMIERE PARTIE : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

## 1. Agent pathogène

La FVR est causée par un virus du genre Phlebovirus appartenant à la famille des Bunyaviridae. Il s'agit d'un virus à ARN segmenté à symétrie hélicoïdale, sphérique (90 à 110 nm de diamètre) dont le noyau mesure de 80 à 85 nm (Li Liu *et al.* 2008). Le génome du virus est constitué par trois segments ARN large (L), moyen (M) et petit (S), comme présenté dans la **Figure 1**. Il est pourvu d'une enveloppe lipidique présentant en surface deux types de glycoprotéines. Elles assurent la fixation du virus à la surface des cellules et sont responsables de la réponse immunitaire humorale.

Figure 1 : Le virus de la FVR (E. Thiry, 2007)



## 2. Epidémiologie

### 2.1. Espèces sensibles

L'espèce ovine est la plus sensible à la maladie. Les autres espèces présentent une susceptibilité variable par rapport à la maladie (Findlay, 1931). Les avortements touchent de 40 à 100% des brebis gestantes ; les avortons présentent des malformations (Swanepoel et Coetzer, 2004). La maladie est suraigüe chez les agneaux, elle se caractérise par une nécrose hépatique causant un taux de mortalité de 95 à 100% (Olaleye *et al.*, 1996).

Chez les animaux plus âgés, les formes subaigües prédominent, elles se caractérisent par une forte fièvre qui peut s'accompagner d'autres symptômes tels que l'inappétence, l'ictère, la diarrhée fétide et sanguinolente. La mortalité varie de 5 à 60 % (Pépin, 2010).

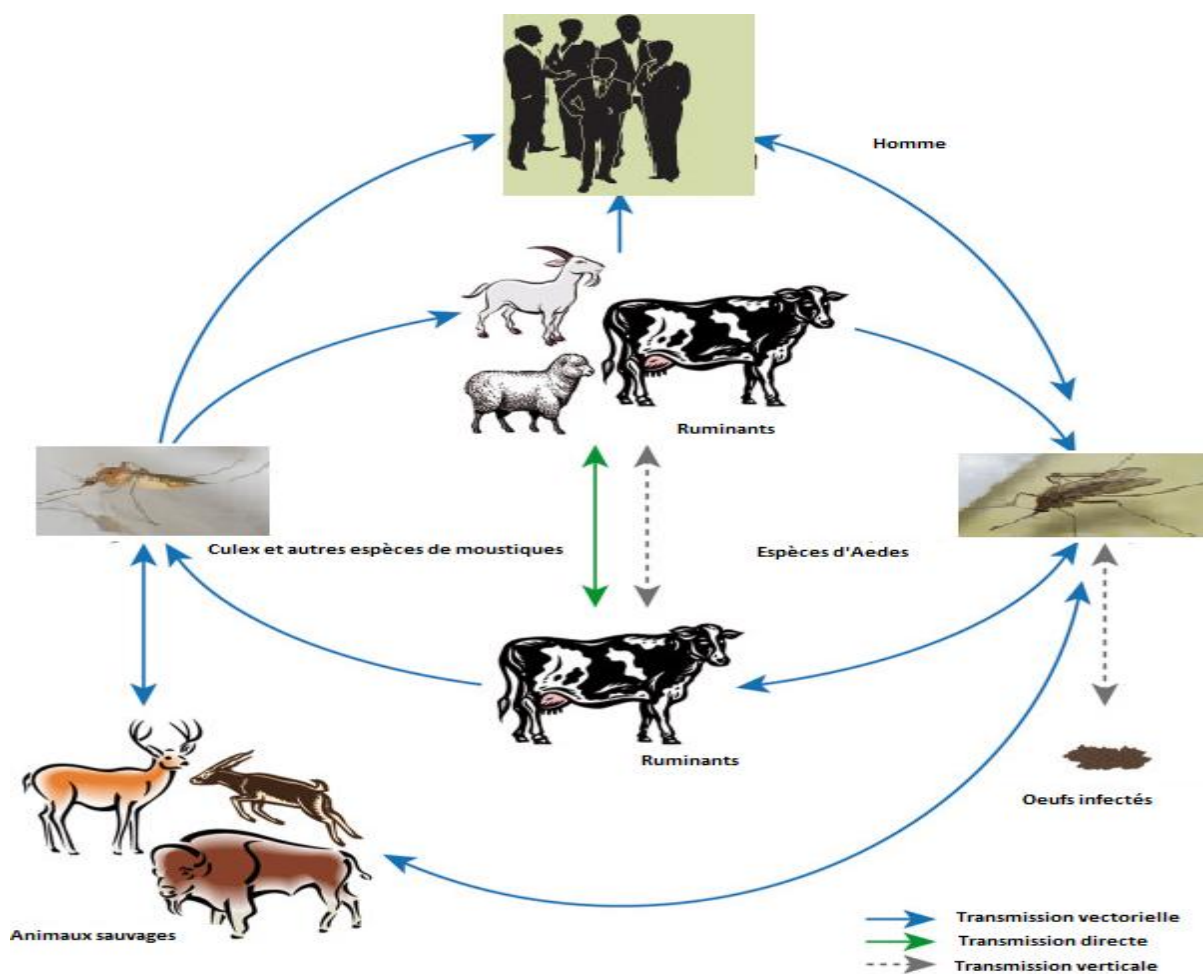
Les chameaux souffrent d'une infection inapparente, mais les taux d'avortements peuvent être aussi élevés que chez les bovins (OIE, 2005). L'épidémie chez l'homme est précédée par une augmentation de la prévalence chez les petits ruminants (Ringot D *et al.*, 2004).

## 2.2. Le cycle épidémiologique

Dans les régions où la maladie est enzootique, comme c'est le cas notamment au Kenya, au Zimbabwe ou encore en Afrique centrale, la transmission verticale et horizontale du virus est assurée par des moustiques. Les moustiques du genre *Aedes* assurent une transmission transovarienne du virus ce qui permet une survie des œufs infectés au cours de la saison sèche (Linthicum *et al.*, 1985 ; Bird *et al.*, 2009). La transmission biologique et mécanique de la FVR est reproductible expérimentalement avec d'autres insectes hématophages mais les voies de transmission restent non élucidées sur le terrain (Dohm DJ *et al.*, 2000 ; Hoch *et al.*, 1985). L'infection chez l'homme se produit au contact de sang, de déjections d'animaux infectés, à partir de la consommation de lait cru (LaBeaud AD *et al.*, 2010) et dans quelques rares cas par piqûre de moustique (Seufi AM *et al.*, 2010). La circulation du virus poursuit un cycle enzootique la plupart du temps mais peut devenir épizootique durant les périodes à fortes saisons de pluies comme en Afrique de l'Est. L'occurrence de fortes précipitations provoque l'éclosion d'œufs infectés du genre *Aedes*. Les moustiques du genre *Culex* jouent un rôle amplificateur dans le cycle de la maladie. Ces derniers prennent leur repas sanguin sur des ruminants et des hommes virémiques (Pepin *et al.*, 2010). L'homme peut également s'infecter au contact de sang contaminé ou à partir d'autres fluides corporels issus d'animaux infectés (Chambers et Swanepoel, 1980 ; Pepin *et al.*, 2010). Une synthèse de ce cycle épidémiologique est présentée

dans la **Figure 2**.

**Figure 2 : Cycle épidémiologique de la FVR**



### 2.3. Ecosystèmes où évolue le virus

Quatre systèmes écologiques ont pu être mis en évidence :

**Les Dambos.** Il s'agit de petites dépressions près des rivières qui se remplissent d'eau durant la saison des pluies. Une corrélation entre de fortes pluies et des épidémies de FVR ont pu être démontrées (Linthicum *et al.*, 1999). La transmission verticale du virus et le phénomène climatique El Niño assurent une réémergence de la maladie tous les 5 à 15 ans.

**Les zones semi-arides.** Elles se situent au nord du Sénégal ou en Mauritanie, et sont caractérisées par des points d'eau temporaires. La persistance du virus peut notamment s'expliquer par la survie du virus chez *Aedes* (réservoirs) ou par la présence de troupeaux nomades en provenance de zones endémiques.

**Les aires irriguées.** Il s'agit du Delta du Nil (Égypte) et de la vallée de la rivière Sénégal (Sénégal, Mauritanie) (Chevalier *et al.*, 2005).

**Les aires tempérées et montagneuses.** A savoir Madagascar où le commerce des bovins et la transmission vectorielle semblent incriminés.

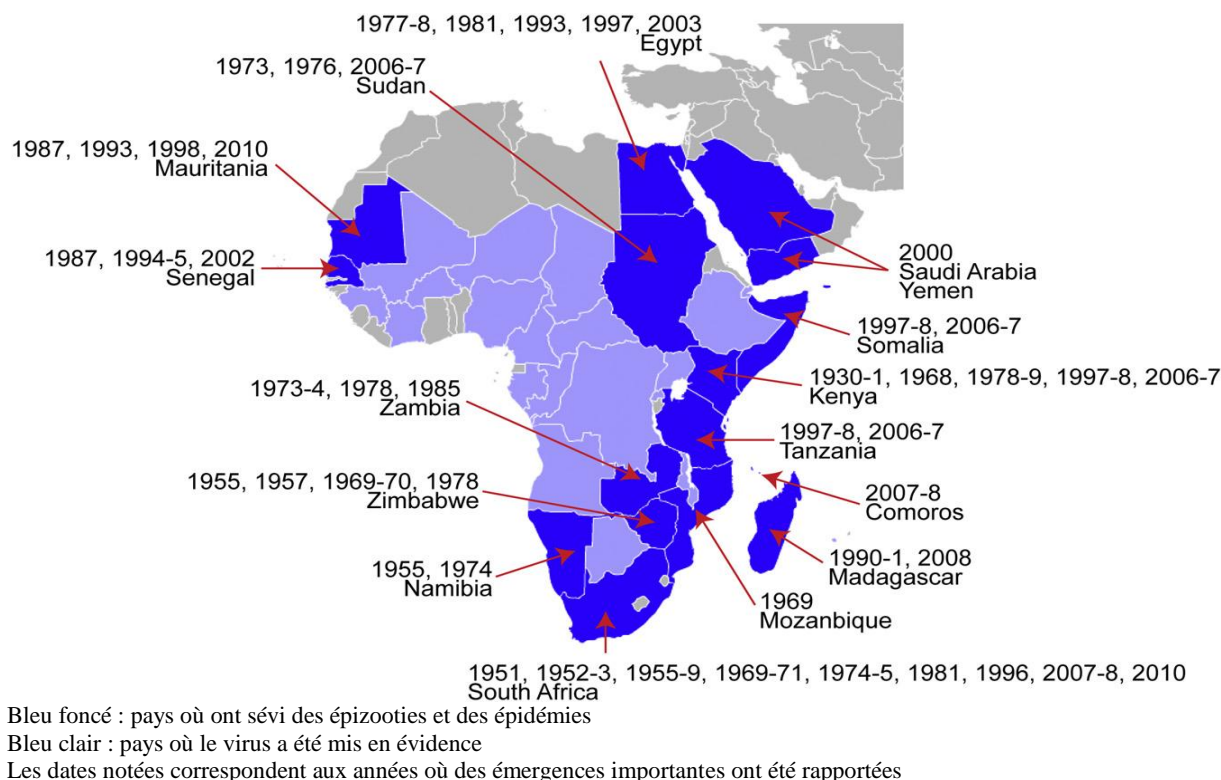
Dans certains écosystèmes en Afrique du Sud et au Zimbabwe (Pretorius *et al.*, 1997; Anderson et Rowe, 1998), la circulation du virus peut être maintenue entre les vecteurs et les ruminants sauvages au cours d'un cycle sylvatique (Chevalier *et al.*, 2011).

## 3. SITUATION DE LA MALADIE DANS LE MONDE

### 3.1. Distribution géographique

Le virus a été identifié pour la première fois en 1930 au Kenya au cours d'une épizootie dans la Vallée du Rift (Daubney et Hudson, 1931). De nombreuses épizooties ont sévi dans de nombreuses régions en Afrique. La maladie est enzootique dans de nombreux pays africains et à Madagascar avec des épizooties tous les 5 à 15 ans. Le virus a été confiné au continent Africain jusqu'en 2000 où il a atteint la péninsule arabique (Ahmad K, 2000). Les changements globaux et notamment climatiques sont responsables de l'expansion de la maladie au même titre que les mouvements légaux ou illégaux des animaux (Abd El Rahim *et al.*, 1999). Des moustiques infectés trouvés dans des avions et des cargos semblent être incriminés. Les épizooties ayant eu lieu en Mauritanie en 2010 et en 2012 associées à la détection récente de sérums positifs de chameaux en provenance du Sud du Sahara signent la présence du virus en Afrique du Nord (El-Harrak M *et al.*, 2011). De nombreux modèles ont été développés dans le but de prédire les épizooties de FVR. Au Kenya, il a été démontré une corrélation positive entre l'apparition de fortes pluies et l'occurrence de la maladie. Au Sénégal, la maladie est endémique et présente une transmission hétérogène dans l'espace (Chevalier *et al.*, 2009). L'ensemble de ces informations est présenté dans la **Figure 3**. Le modèle oriental n'est pas applicable en Afrique de l'Ouest où de fortes pluies ont lieu sans occurrence de la maladie. Le rôle des animaux sauvages qui est fortement suspecté en Afrique du Sud nécessite de plus amples recherches (Olive, 2012).

**Figure 3 : Distribution de la FVR jusqu'en 2011 (D'après Bird *et al.*, 2009; Swanepoel et Coetzer, 2004)**



### 3.2. Séroprévalences de la FVR dans le monde

En 1988 une enquête de séroprévalence réalisée sur 1715 animaux dans le sud du Sénégal suite à un sondage randomisé a révélé une circulation enzootique de la FVR (M. Guillaud *et al.*, 1988) : des sérums prélevés sur 946 ovins et 669 caprins ont été testés. Parmi les sérums testés 8,2 % présentent des anticorps de classe IgG contre le virus de la FVR. La prévalence chez les ovins est de 9 % et de 10,8 % chez les caprins. En 2004 une enquête sérologique longitudinale menée sur des petits ruminants dans la région du Ferlo au Sénégal a révélé une transmission hétérogène de la maladie (Chevalier, 2009). Durant la saison des pluies il se forme des cours d'eau temporaires formant un microclimat favorable au développement des vecteurs de la FVR. Au début de l'année 2004 la prévalence a été estimée à 2,6% [ $n = 260$  ; (IC) 95% = 1,0–6,4]. Aucune séroconversion n'a été détectée dans les zones de Barkedji and Kangaedji (Chevalier *et al.*, 2009).

A Barkedji en Janvier 1994 des IgG anti-FVR et des anticorps séroneutralisants ont été retrouvés chez 3 animaux parmi les 160 testés, ils appartenaient tous au même troupeau constitué de 28 ovins et de 12 chèvres. D'autres enquêtes sérologiques menées dans d'autres zones bioclimatiques du Sénégal ont révélé la présence d'IgG chez 38 bovins parmi 654 (5,8 %) et chez 36 animaux parmi 778 ovins et caprins (4,6 %) (Zeller *et al.*, 1997). A Mayotte une enquête rétrospective réalisée sur toute l'île a eu lieu. Elle a porté sur des bovins répartis dans 104 fermes au sein de 17 districts. Sur les 301 sérums testés, 32 se sont révélés positifs avec une prévalence apparente de 10,6% [(95% CI 7%–14%)] ([Cêtre-Sossah et al., 2012](#)).

Une enquête séro-épidémiologique menée dans le sud forestier de la Côte d'Ivoire dans trois zones différentes a mis en évidence une prévalence de la FVR de 6,85 % (Formenty *et al.*, 1992).

En Mauritanie d'Octobre 1984 à Mars 1985 une séropositivité de 10% a été trouvée chez les petits ruminants (Chartier, 1988). Au Tchad, lors d'une enquête transversale de séroprévalence réalisée en 2002, la mise en œuvre d'une technique ELISA directe pour le dosage des IgG et d'immunocapture pour celui des IgM a permis d'objectiver une circulation récente, voire active, du virus au sein des populations de ruminants domestiques tchadiens dans des proportions significatives. Au sein des abattoirs de N'Djaména et d'Abéché, des ovins, caprins et bovins ont fait l'objet d'un prélèvement lors de la saison des pluies. Au total, 10,7 % des ovins, 8 % des caprins et 4 % des bovins présentaient des anticorps de type IgG et 45,4 % des animaux séropositifs en IgG l'étaient également en IgM (David Ringot *et al.*, 2004). Au Soudan, des sérums collectés de 1979 à 1983 à partir d'animaux cliniquement sains dans différentes régions ont été testés par la technique de précipitation des anticorps. Sur 376 sérums d'ovins examinés, 128 (34,3 %) étaient positifs, sur les 67 sérums de bovins 202 (33,2 %), sur les 27 sérums de caprins 123 (22 %), 3 des 38 (7,9 %) sérums de chameaux et 1 des 25 (4 %) ânes. Tous les sérums de chevaux étaient négatifs (Eisa M, 1984).

En Afrique du Nord, les services vétérinaires marocains ont procédé à la recherche d'anticorps anti-FVR sur des dromadaires en provenance du Sahara ; sur les 100 sérums testés, 15 ont été révélés positifs (El-Harrak *et al.*, 2011). L'ensemble des séroprévalences est répertorié dans le **Tableau 1**.

**Tableau 1 : Séroprévalences de la FVR dans le monde**

Région	Période	Nombre de sérums	Prévalence (%)	Espèce
Sud Forestier de Côte d'Ivoire	1988 à 1990	1051	<b>6,85</b>	Ovine
Mayotte	Juin 2007-Mai 2008	301	<b>10,6</b> [7-14]*	Bovine
Tanzanie	Mai- Août 2011	455 970 255	<b>11,86</b> <b>11,03</b> <b>11,37</b>	ovine bovin caprine
Sénégal	Début 2004	260	<b>2,6</b> [1,0-6,4]*	ovine
Sénégal	1992-1994	654 778	<b>5,8</b> <b>4,6</b>	bovine Ovine/caprine
Burkina Faso	1987	482	<b>15,8</b>	Ovine
Tchad	Août-Octobre 2002	300 139 114	<b>10,7</b> <b>8</b> <b>4</b>	Ovine Caprine Bovine
Mauritanie	Octobre 1984-Mars 1985	549 89	<b>9,3</b> <b>11,2</b>	Caprine Ovine
Sahara	2009	100	<b>15</b>	Camélidés

\*Intervalles de confiance fixés à 95%



## **4. SITUATION DE LA TUNISIE**

### **4.1. Contexte**

L'existence d'un commerce illégal d'animaux entre la Tunisie et ses pays voisins, l'absence de contrôle aux frontières et les difficultés socio-politiques auxquelles fait face le pays font craindre un risque d'introduction de la FVR en Tunisie. L'analyse qualitative du risque d'introduction de la FVR a montré une probabilité élevée d'émission du virus depuis la Libye pour toutes les espèces et modérée depuis l'Algérie, le Maroc et l'Égypte. Les bovins en provenance du Niger et les ovins du Tchad posent un risque modéré (Arsevska, 2013). L'analyse a mis en évidence des zones probables d'exposition au virus de la FVR dans le Nord du pays pour les bovins, ovins et caprins ; le centre pour les ovins et caprins; et le sud pour les ovins et camélidés. Les vecteurs de la FVR sont présents sur tout le territoire tunisien, à l'exception des gouvernorats de Siliana et Kasserine et de la zone désertique de Tunisie.

### **4.2. La surveillance de la fièvre de la vallée du rift**

En Tunisie, il n'existe pas de système de surveillance de la FVR. Le principe d'une surveillance de la FVR reposerait sur une identification des zones indemnes à risque élevé d'installation (zones naturelles humides, cultures irriguées et d'aménagements hydro-agricoles, oasis, marchés, tueries et abattoirs).

Il faut par ailleurs identifier les voies d'introduction du virus en zone indemne : commerce d'animaux sur pied et transhumance entre zones infectées et indemnes.

Mais il faut surtout surveiller les zones à risque notamment par la mise en place d'enquêtes sérologiques répétées sur échantillons représentatifs de la population de ruminants exposés au risque de FVR pour repérer l'amplification pré-épizootique de la maladie.

Il serait également utile d'effectuer une surveillance des avortements et de la mortalité néonatale des ruminants qui correspond à la phase d'amplification pré-épidémique. Celle-ci doit notamment s'effectuer par le biais de la surveillance passive et de l'épidémiologie participative. La surveillance passive repose sur le signalement spontané des individus suspectés d'être atteints par la maladie sous surveillance. Ce type de surveillance est approprié pour les cas de maladies exotiques pour lesquelles la précocité et la rapidité de la transmission de l'information exigent l'implication de toutes les sources de données pour la déclaration des suspicions (Dufour *et al.*, 2007).

La mise en place d'animaux sentinelles serait un indicateur des résurgences de la FVR, ou bien une surveillance dans des zones à haut risque environnemental et à forte mobilité animale. Une surveillance des rétinites, encéphalites et fièvres hémorragiques chez l'homme permettrait d'identifier le début de la phase épidémique. Le système de surveillance devra être capable de permettre la détection de l'émergence de la FVR et de donner l'alerte. Il s'agit de détecter précocement la circulation du virus ou l'apparition de cas cliniques suspects de FVR chez l'animal ou chez l'homme.

La population cible est représentée par les espèces les plus sensibles à la FVR, à savoir les petits ruminants (ovins, caprins), les bovins et les camelins. Les jeunes sont les plus touchés. L'homme est également une espèce sensible.

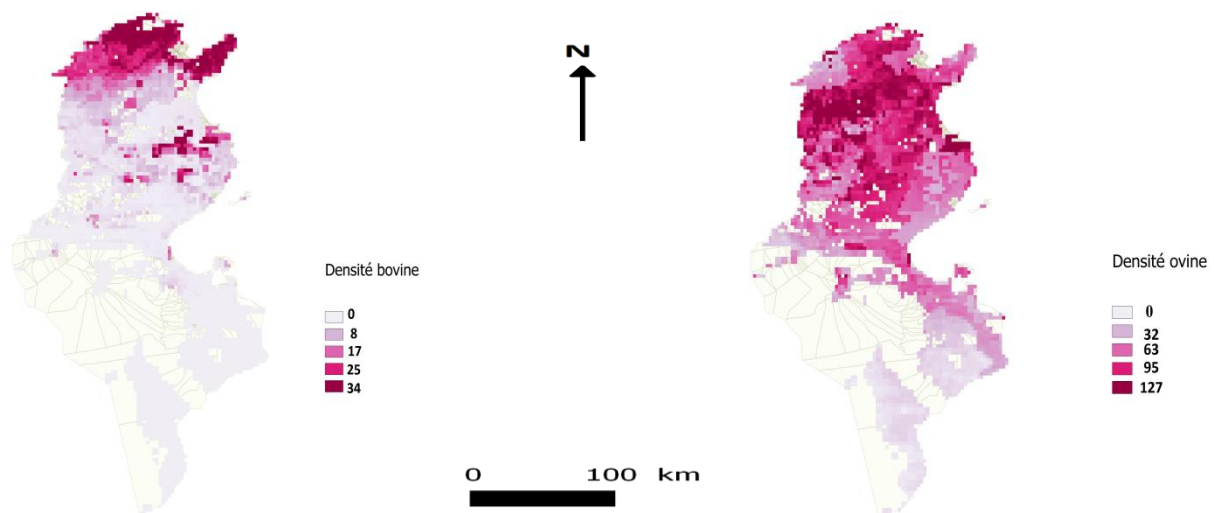
### 4.3. Les vecteurs en Tunisie

Le moustique *Cx. pipiens* collecté dans différents sites en Tunisie a montré un taux d'infection de 0 % (CPT71, Kelibia) à 14,7 % (CPT14, Korba) avec la souche virulente ZH548 et de 0 % (CPT13, Tazerka ; CPT71, Kelibia) à 14,7% (CPT14, Korba) avec le clone 13 non virulent. *Cx. pipiens* est présent avec une forte densité en Tunisie tout au long de l'année (Krida *et al.* 1997 ; Moutailler *et al.* 2008). Les espèces de moustiques des genres *Culex* (*Cx.pipens* et *Cx.theileri*) et *Ochlerotatus* (*Oc.detritus* et *Oc.caspius*) considérées comme les plus importantes dans la transmission de la FVR (Gad *et al.*, 1987 ; Gad *et al.*, 1989), sont très abondantes dans certaines régions de Tunisie (Moutailler *et al.*, 2008 ; Ayari-Fakhfakh *et al.*, 2011). Certaines espèces ont déjà été impliquées dans la circulation d'autres maladies infectieuses, telle que *Cx. pipiens* lors des enzooties de West Nile (Amraoui *et al.*, 2012). Le rôle des vecteurs dans la transmission et la diffusion du virus varient selon les espèces. Par ailleurs, la dissémination du virus à partir d'un éventuel foyer contaminé pourrait se faire à la faveur des déplacements de ruminants infectés (Kamal, 2011) ou par la dispersion d'espèces de moustiques réceptives, telles qu'*Oc.caspius* et *Oc.détritus*, capables de disperser sur des distances de plus de 20 km (Brunhes *et al.*, 2000).

### 4.4. Système d'élevage en Tunisie

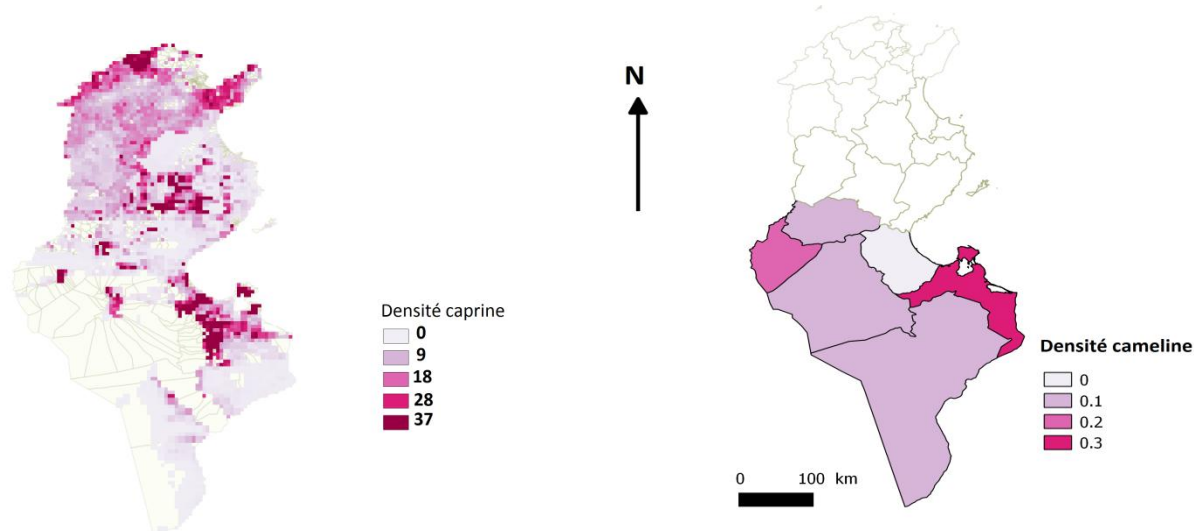
En Tunisie, l'élevage représente la partie la plus importante de la production agricole (36 % en 2011). Le cheptel se compose de 656 000 bovins, 7 millions d'ovins, 1,3 millions de caprins et 24 000 camélidés, répartis de manière hétérogène : 65 % des bovins se trouvent dans le nord, 60 % des ovins et caprins dans le centre, et 80 % des dromadaires dans le centre et le sud du pays. Quatre-vingt pourcent des exploitations animales sont de petite taille (OIE, 2013). La densité des hôtes sensibles varie entre espèce et région en Tunisie. La densité des bovins, ovins et caprins est plus grande dans le nord du pays : entre 20-50 têtes/km<sup>2</sup> de caprins, 50-100 têtes/km<sup>2</sup> de bovins et plus de 100 têtes/km<sup>2</sup> d'ovins. En descendant vers le sud, les ovins et les caprins restent présents : entre 20-50 têtes/km<sup>2</sup> de caprins et 50-100 têtes/km<sup>2</sup> d'ovins, mais l'élevage de bovins est rare. Les camélidés sont surtout présents dans le sud de la Tunisie avec une faible densité entre 0,1 et 0,4 têtes/km<sup>2</sup>. Ces données sont présentées dans les **Figures 4 et 5**.

**Figure 4 : Densité des bovins, ovins, en Tunisie (d'après les données de la FAO, 2005).**



*Les densités animales sont représentées par km<sup>2</sup>*

**Figure 5 : Densité des caprins et camélidés en Tunisie (d'après les données de la FAO, 2005).**



*Les densités sont représentées par km<sup>2</sup>*

#### **4.5. Les zones humides en Tunisie**

Plusieurs types de zones humides existent en Tunisie.

- Les marais d'eau douce ou saumâtre qui sont associés à des inondations fréquentes ou à l'accumulation plus ou moins importante de masses d'eau et des eaux de ruissellement.
- Les garraas ou lacs sont des étendues d'eau douce situées à l'intérieur du pays. Elles peuvent être temporaires (Gaaret el mabtouh) ou permanentes (Gaaret Ichkeul); elles sont localisées dans le Nord du pays où la pluviométrie est importante.
- Les sebkhas sont des dépressions qui retiennent l'eau généralement saumâtre ou salée sur une superficie variant de quelques centaines à quelques milliers d'hectares.
- Les chotts représentent de larges dépressions peu profondes couvrant des milliers d'hectares irrégulièrement inondées.
- Les lagunes sont des zones humides d'eau salées situées du nord au sud du pays de profondeurs variables et reliées à la mer par un ou plusieurs chenaux.

De nombreuses zones humides ont ainsi été identifiées : 54 sebkhas, 31 garraats, 17 chotts, 14 marais intérieurs, 15 lacs et 6 oasis, comme indiqué dans le **Tableau 2**.

**Tableau 2 : Distribution des zones humides en Tunisie (El Ghoul, 2009)**

TYPES	REGIONS				TOTAL	%
	NORD OUEST	NORD EST	CENTRE	SUD		
Oueds	25	10	19	10	64	27
Sebkhas		13	20	21	54	22
Garaa	9	5	12	5	31	13
Marais intérieurs	10	1	3		14	6
Marais côtiers			4		4	2
Chotts			14	3	17	7
lagunes	4	4	2	3	13	5
Oasis				6	6	3
Sources naturelles	3	1	1		5	2
Tourbières	1				1	1
Barrages	11	13	4		28	12
TOTAL	63	47	79	48	237	100

## DEUXIEME PARTIE : TRAVAIL PERSONNEL

### INTRODUCTION

Le commerce illégal d'animaux entre la Tunisie, la Libye et l'Algérie, l'absence de contrôle aux frontières, les difficultés socio-politiques auxquels fait face le pays et l'émergence actuelle de foyers de fièvre aphteuse posent plus que jamais la question de la surveillance épidémiologique en Tunisie. Arsevska a mené une analyse qualitative du risque d'introduction de la FVR en 2013, qui s'est avérée effective. Dans un même objectif, cette analyse a pour but de proposer un protocole de surveillance de la FVR aux autorités vétérinaires tunisiennes, afin de pouvoir détecter les premiers cas de FVR avant une épidémie potentielle. Dans un premier temps, une cartographie des zones à risque selon plusieurs critères a été établie puis le calcul des échantillons nécessaires à la surveillance active de la FVR a été réalisé. L'apparition de la FVR se décline comme la combinaison de deux niveaux de risque : un risque d'introduction de la maladie et un risque d'installation. On sait pertinemment qu'il ne peut pas y avoir de maladie sans vecteur et l'existence d'un cycle enzootique implique l'existence de conditions environnementales favorables au maintien du vecteur. Ainsi le travail réalisé a consisté à mettre en place une strate liée au risque d'introduction, une strate liée au risque d'installation et enfin une strate combinant à la fois risque d'introduction et d'installation pour obtenir *in fine* des cartes de zones à risque pour chaque espèce. Comme l'objectif du protocole est de détecter une amplification pré-épidémique, un échantillonnage à deux degrés a été proposé et a pris comme unité primaire l'imada et comme unité secondaire l'animal au sein de chaque imada. Les cartes ont été réalisées à partir du logiciel Quantum gis Valmiera version 2.2. Les calculs ont été effectués avec le logiciel R.

### MATERIEL ET METHODES

#### 1. La récolte des données pour la mise en place du système de surveillance

Afin d'identifier les sources de données utiles à la réalisation de la cartographie des zones à risque pour la mise en place et du protocole d'échantillonnage et du plan d'épidémiosurveillance, de nombreuses visites et autres discussions ont eu lieu notamment avec la DGSV, le CNVZ, la DGPA, le GIVLAIT, les CRDA, l'OEP et l'ONMNE. Il est nécessaire de bien comprendre le rôle de chacun de ses acteurs et les liens qui les relient.

La **DGSV** est en charge de la définition des programmes relatifs au contrôle des maladies animales. Elle assure également une mission de protection sanitaire. Elle propose et participe à l'élaboration des textes législatifs et réglementaires relatifs à la lutte contre les maladies animales, ainsi elle est un acteur clé dans la mise en place des politiques de contrôle des maladies animales à risque zoonotique telle que la fièvre de la Vallée du Rift.

Le **CNVZ** a pour mission d'assurer la veille, la surveillance épidémiologique, l'évaluation, la collecte des données et la réalisation des études en matière de maladies animales en vue d'en prévenir l'introduction et d'en limiter la propagation.

Le **CRDA** assure la mise en application de la réglementation dans le domaine de la santé animale et de l'hygiène des denrées alimentaires d'origine animale, dans le cadre de la réalisation de ses missions. Le CRDA comprend des divisions et des arrondissements spécialisés dans les divers domaines agricoles et vétérinaires. Il existe 24 CRDA localisés dans les 24 gouvernorats de Tunisie.

La **DGPA** est en charge de programmer, organiser, suivre les campagnes agricoles et coordonner les activités entre les différents secteurs de production, elle participe à la préparation des programmes et

des plans de développement relatifs à la production agricole dans le cadre des systèmes propres au secteur stratégique, elle conçoit l'encouragement pour ces secteurs et veille à leur réalisation.

Le **GIVLAIT** joue un rôle dans la régulation du marché notamment grâce à la constitution d'un système de veille et de suivi des marchés.

L'**OEP** est une entreprise publique à caractère non administratif, sous la tutelle du Ministère de l'Agriculture, l'OEP est chargé du développement et de la promotion du secteur de l'élevage et des pâturages et joue un rôle de conseiller et de référentiel technique pour les autorités publiques. Il est en charge de l'identification des animaux.

Le **REMESA** est un groupe dont l'objectif spécifique est l'amélioration de la prévention et de la lutte contre les principales maladies animales transfrontalières et les zoonoses par le renforcement des compétences et des capacités nationales et régionales, l'harmonisation et la coordination des activités de surveillance et de contrôle.

Les **APA** relevant des CRDA sont chargés notamment de l'exécution des programmes de santé animale. Les APA exercent leurs missions sous la tutelle technique de la DGSV et la tutelle administrative des CRDA. Les APA sont chargées de l'exécution des programmes de santé animale et du contrôle des animaux et de leurs produits à l'importation et à l'exportation.

L'**Imada** est la plus petite unité administrative tunisienne.

## **2. Le protocole d'échantillonnage basé sur le risque**

### **2.1. Cartographie des zones à risque : stratification sur plusieurs facteurs de risque**

#### **2.1.1. Strate à risque d'introduction**

Le risque de survenue de FVR est lié aux mouvements des animaux : ceci représente le risque d'introduction de la maladie. On peut considérer que le risque d'introduction est primaire. Les flux des animaux ne sont pas identifiés en Tunisie ce qui complique l'identification des points à risque. Le déplacement des bovins est soumis à une note circulaire conjointe des ministres de l'Agriculture, des Finances, de l'Intérieur et du Commerce n° 47 du 17 février 2010. Cette note circulaire fait appel à une collaboration entre les services de différents Ministères dont l'objectif est de renforcer l'identification des bovins, le contrôle de leur déplacement et de limiter la vente incontrôlée des animaux vers l'extérieur du pays.

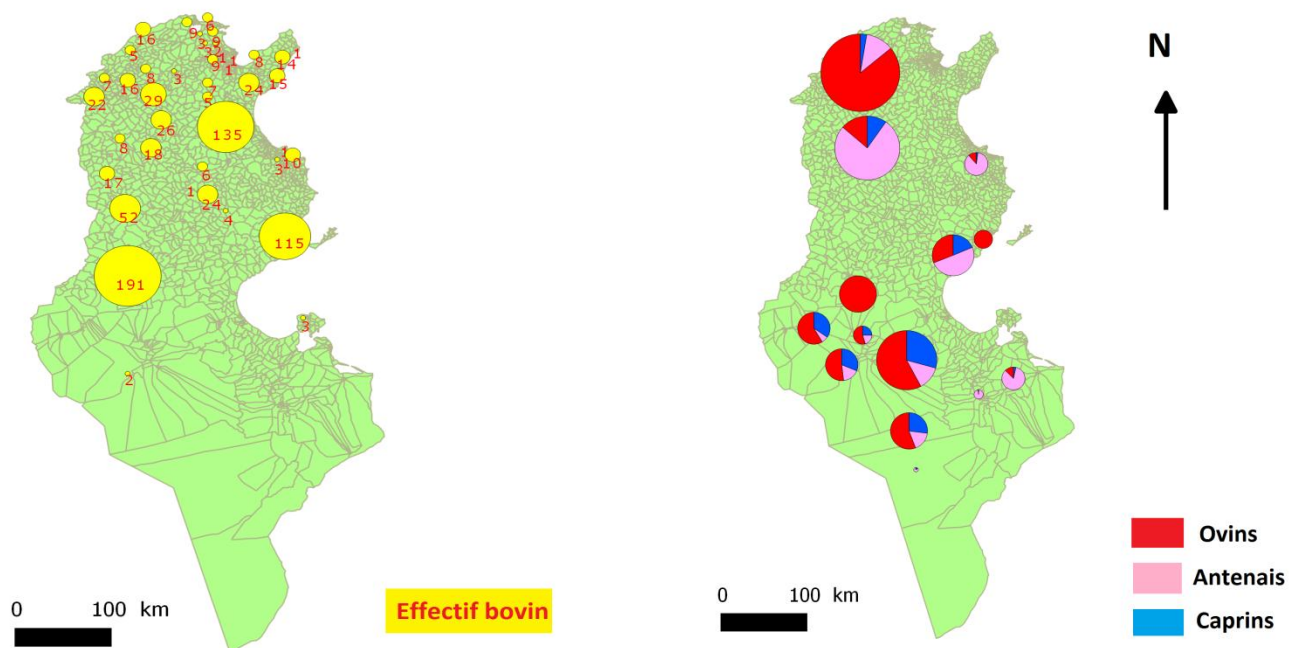
Les petits ruminants se déplacent dans tout le territoire national, il n'y a pas de réglementation spécifique régissant le déplacement des petits ruminants. On peut distinguer plusieurs types de mouvements, ceux représentant le transport des animaux vers les marchés et ceux représentant le transport des animaux vers les abattoirs ou les centres d'engraissement.

Ainsi seuls ces points ont été considérés comme à haut risque d'introduction de la FVR car il y a la présence d'animaux d'origine inconnue et non contrôlés au niveau des marchés ; l'absence de suivi sanitaire au niveau des marchés assurant des conditions favorables au développement du moustique ; le temps de transport des animaux des marchés vers les abattoirs est compatible avec la durée d'incubation de la maladie ; la durée de séjour des animaux est longue au sein des centres d'engraissement . Afin de représenter le risque d'introduction trois critères ont été considérés à savoir les emplacements des centres d'engraissement, marchés et abattoirs. Il est à noter que la simple localisation de ces points ne suffit pas pour préciser et classer les niveaux de risque que représentent chacun de ces points, il n'en demeure pas moins que c'est une première indication permettant de réfléchir sur le mouvement des animaux à l'intérieur de la Tunisie. A ce jour les flux des animaux ne sont ni contrôlés ni estimés ; si une telle information avait été disponible il aurait été possible d'appliquer la méthode d'analyse des réseaux sociaux (SNA).

### 2.1.1.1. Les centres d'engraissement en Tunisie

Seules les données concernant les ovins et les bovins sont disponibles. Les centres d'engraissement ovins considérés incluent les ovins, antenais et caprins. Les données sur l'engraissement des bovins ont été obtenues à partir de la DGPA. En Tunisie la tradition de l'engraissement bovin est fortement répandue, il s'agit d'une activité variable et dans le temps et dans l'espace. Les plus gros centres bovins se localisent essentiellement au nord principalement dans les gouvernorats de Ben Arous, Bizerte et Nabeul. L'engraissement représente pour l'éleveur une forme d'épargne d'argent disponible à tout moment (fête religieuse, mariage, ramadan). D'après les discussions qui ont eu lieu à l'OEP, il existe de nombreux petits éleveurs dont l'activité est variable et qui ne sont pas tous connus. Les données représentées sont celles de plusieurs sociétés spécialisées dans l'engraissement. Le risque augmente près des centres d'engraissement et des marchés car c'est à ce niveau que les flux des animaux sont les plus importants. En Tunisie les mouvements d'animaux ne sont pas contrôlés par conséquent le risque de maladie plus fort. On retient donc les imadas situés près d'un grand marché, d'un centre d'engraissement et d'une zone humide. Ce sont les imadas qui sont le plus à risque. Sur 24 gouvernorats les centres d'engraissement bovins se localisent dans les gouvernorats de Nabeul, Kebili, Manouba, Tunis, Zaghouan, Siliana, Jendouba, Sfax, Gafsa, Kairouan, Ariana, Béja, El kef, Kasserine, Monastir, Médenine, Ben Arous, Bizerte (18 sur 24 gouvernorats, soit 130 imadas à risque), qui sont représentés **Figure 6**. Des cartes plus détaillées des centres d'engraissement bovins figurent en annexe 6.

**Figure 6 : Localisation des centres d'engraissement bovins et ovins avec leurs effectifs**



*Les centres d'engraissement ovins se localisent au centre du pays, il y en 52.*

### 2.1.1.2. Les marchés en Tunisie

Les données relatives aux marchés ont été obtenues à partir du plan directeur des marchés aux bestiaux (GIVLAIT, 2004). La Tunisie dispose de 184 marchés. Les marchés aux bestiaux sont sous l'autorité des communes et des services relevant du Ministère du commerce, bien que le vétérinaire applique une police sanitaire et un contrôle sanitaire des animaux au sein de ces marchés.

Des interventions sur les marchés ont suscité la mise en œuvre de brigades mixtes (commerce, santé, agriculture, police) pour des actions de contrôle finalement banales. Ces processus complexes démontrent l'inadéquation des pouvoirs de contrôle.

L'activité des marchés peut être caractérisée par l'unité de gros bétail.

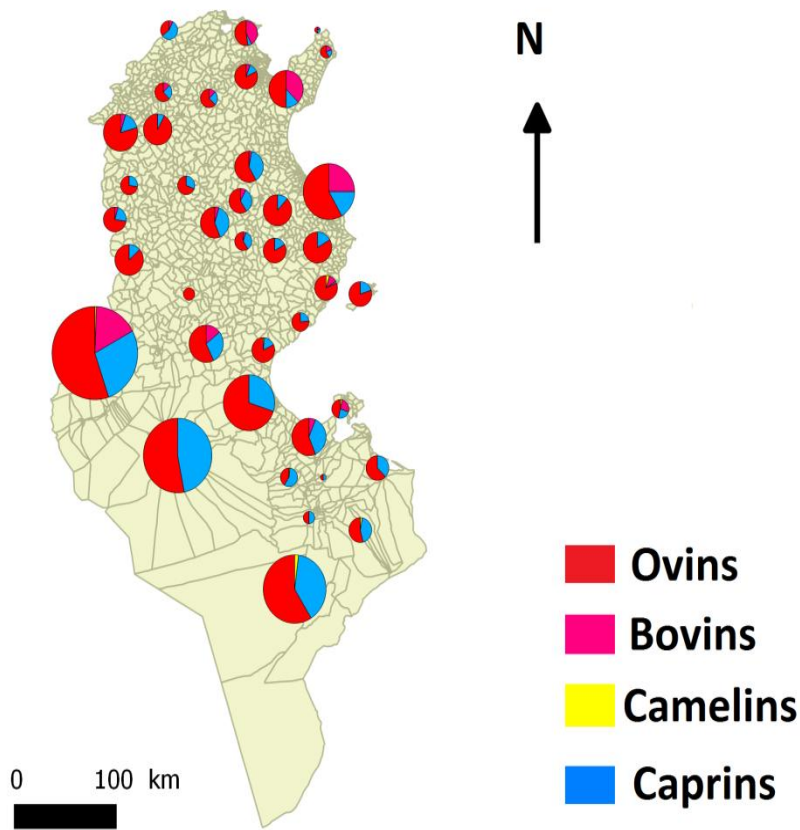
L'unité de gros bétail (UGB) est une unité de référence permettant d'agréger le bétail de différentes espèces et de différents âges en utilisant des coefficients spécifiques établis initialement sur la base des besoins nutritionnels ou alimentaires de chaque type d'animal. L'unité standard utilisée pour le calcul du nombre d'unités de gros bétail (= 1 UGB) est l'équivalent pâturage d'une [vache laitière](#) produisant 3 000 kg de lait par an, sans complément alimentaire concentré (d'après Eurostat).

Ainsi on peut appliquer la classification suivante pour la description des marchés en Tunisie. Ils sont présentés dans la **Figure 7**. On distingue :

- **les grands marchés d'approvisionnement** à forts niveau d'activité (plus que 1000 équivalent UGB/semaine),
- **les marchés de transfert et de redistribution** : 500 à 1000 équivalent UGB/semaine ; ces marchés sont impliqués dans l'approvisionnement des abattoirs et l'échange d'animaux au niveau des producteurs (éleveurs). Au niveau de ces marchés on trouve une offre et une demande inter-régionale car ils constituent des carrefours de commercialisation entre les zones d'élevages et les grandes villes,
- **les marchés de collecte** (500 équivalent UGB/semaine). Dans les zones de production, les marchés de collecte assurent l'approvisionnement des marchés de transfert en plus de la fourniture des besoins locaux de consommation ; dans les zones de consommation moyenne, déficitaires en produits de l'élevage (cas des villes du Sud Ouest), les marchés de collecte sont plutôt approvisionnés par les marchés de transfert les plus proches. Ces marchés sont alors en relation avec les marchés de transfert. L'étendue de leurs périmètres d'action est intra-régionale, ils sont bien accessibles. Les détails relatifs à chaque marché figurent en annexe 1,2 et 3,
- **au centre** les grands marchés d'approvisionnement sont les marchés de Sidi bouzid, Sbeitla, Bir Ali, et Sfax. Le marché de Sfax siège pendant toute la semaine (6 jours par semaine). Le marché de Sidi Bouzid est bihebdomadaire avec une activité de 3967 UGB. Il constitue l'un des plus grands marchés de la Tunisie. Les marchés de transfert et de redistribution sont au nombre de 9, il s'agit des marchés de Agareb, Gremda, Feriana, Foussana, Kasserine Nord, Menzel Bel Abbes, Sbiba ,Bir El Hafey et Menzel Bouzaine. Ce sont tous des marchés hebdomadaires. Leur activité est similaire, elles drainent la même quantité d'animaux en moyenne (entre 520 et 807 UGB). Les marchés de collecte sont au nombre de 70, seuls les marchés de Jebeniana , Kerkenah et Bouhajla sont bihebdomadaires. Leur activité s'échelonne de 6 à 396 UGB,
- **au nord**, les trois marchés d'approvisionnement sont ceux de Tunis, Mateur et du Kef, les deux derniers sont bihebdomadaires. Les marchés de transfert sont Menzel Bouzelfa, El fahs ,Bou salem ,Fernana, et Sers. Menzel Bouzelfa et Bou salem sont bihebdomadaires. Les autres sont hebdomadaires. Il y a 54 marchés de collecte qui sont tous hebdomadaire sauf le marché de Djeida
- **au sud**, le marché de Ben Guerdane est le seul marché d'approvisionnement. Les marchés de transfert sont les marchés de Gabes, Médenine, Gafsa sud, ce sont essentiellement des marchés hebdomadaires. Il y a 33 marchés de collecte au sud (lien avec Algérie).



**Figure 7 : Carte des marchés en Tunisie**



### 2.1.1.3. Les abattoirs

Le plan directeur des abattoirs est approuvé par le Décret n° 2010-360 du 1er mars 2010. Aucun abattoir ne peut être créé en dehors du cadre du présent plan directeur. Cinq ministères interviennent dans l'exécution de ce plan : le ministère de l'Intérieur, le ministère de l'Agriculture et de l'Environnement, le ministère de la Santé Publique, le ministère du commerce et le ministre de l'équipement, de l'habitat et de l'aménagement du territoire.

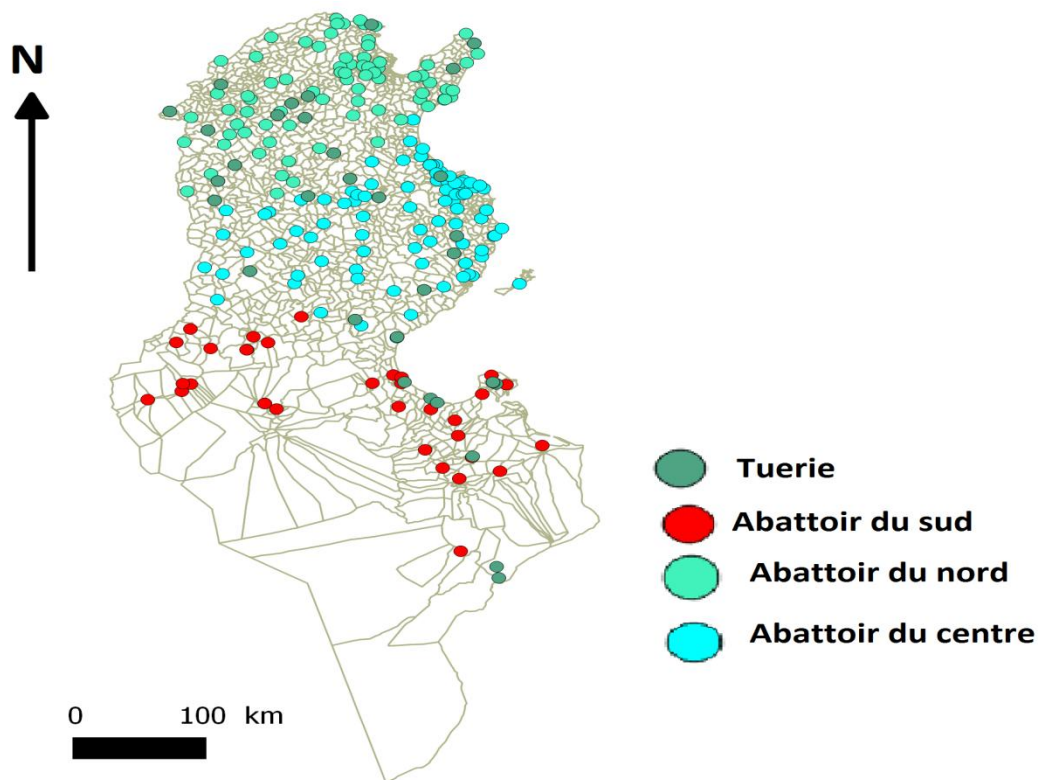
L'abattage clandestin est non négligeable en Tunisie, les bouchers utilisent des tueries pour abattre les animaux, le contrôle de cet abattage n'est pas sous l'autorité des services vétérinaires. On dénombre officiellement en Tunisie 202 abattoirs, présentés dans la **Figure 8**.

Les grossistes et/ou unités de découpe sont ceux qui disposent des chambres frigorifiques ayant pour activités l'achat de carcasses, l'entreposage frigorifique, la découpe des quartiers et la vente en gros. Ils sont au nombre de 10 dont deux unités seulement assurent l'entreposage frigorifique et le commerce du gros alors que les autres sont des unités de découpe. Ils opèrent sur le marché pour approvisionner particulièrement l'hôtellerie et le secteur touristique principalement en viande importée.

Les bouchers présentent le circuit principal, qui achètent sur les marchés et font abattre (ou abattent eux-mêmes) dans certaines petites localités pour leur propre compte. Ils ont des actions commerciales fréquentes avec les maquignons.

Les grandes et moyennes surfaces (GMS) sont au nombre de 140 dont 2 sont des hypermarchés.

Figure 8 : Abattoirs et tueries en Tunisie

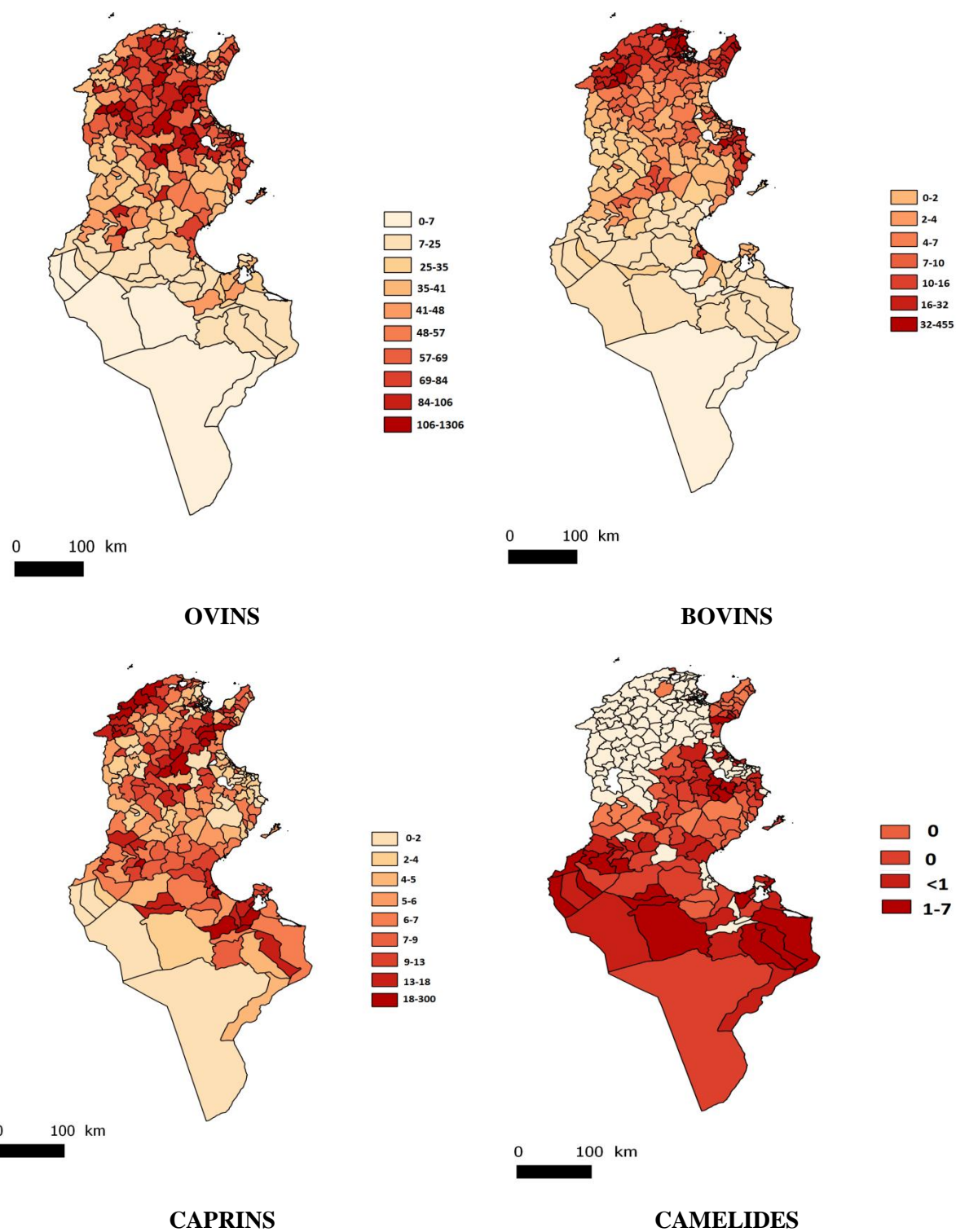


## 2.1.2. Strate à risque d'installation

### 2.1.2.1. La densité animale

Le premier critère retenu a été celui de la localisation de la densité animale fournie par les CRDA. Il a été considéré que toutes les espèces ont la même sensibilité au virus. Ainsi, pour chaque espèce une carte de répartition de la densité animale a été faite. Nous avons pu obtenir l'effectif animal par délégation et non par imada. Ces données sont les données les plus récentes et elles datent de 2011. Comme la répartition animale par délégation est variable selon l'espèce, seules les délégations ayant un effectif non nul en animaux ont été retenues. Les ovins se répartissent essentiellement au nord et au centre du pays, les bovins se localisent quant à eux essentiellement au nord avec quelques animaux au centre du pays. La répartition des caprins est plus large : ils sont retrouvés au nord, centre ouest et sud de la Tunisie, comme indiqué **Figure 9**. Les camélidés se localisent essentiellement au sud avec une densité maximale de 7 animaux par km<sup>2</sup>.

**Figure 9 : Cartes des densités animales en Tunisie (d'après les données des CRDA, 2011)**



### 2.1.2.2. La présence du vecteur

Le deuxième critère retenu correspond à la présence du vecteur. Le risque d'installation de la FVR est directement relié à la présence du vecteur. Les deux vecteurs à considérer sont *Aedes vexans* et *Culex pipiens* : *Aedes vexans* est une espèce qui a été signalée au Maroc et en Libye, son aire de répartition s'étend aux régions paléarctique, néarctique, orientale et australienne, ce dernier a la capacité d'assurer une transmission verticale du virus à sa descendance ce qui permet au virus de survivre pendant de grandes périodes de sécheresse (Brunes et al., 2000). La conséquence directe est que le virus peut se maintenir durant de longues années au niveau des gîtes larvaires puis lors d'un brusque changement de pluviométrie il y a éclosion de la larve et pullulation du vecteur. Ainsi la surveillance des zones desséchées et autres lacs intermittents est également à surveiller. Une distance de vol de 8 km a été retenue (Brust, 1980). D'autres travaux ont trouvé des distances de vol de 8 à 12,8 km par *Aedes vexans* en Utah, 16 km à British Columbia, 8, 16 et 24 km à partir de son site de ponte au New Jersey (O'Malley, 1990).

Une simple zone tampon en fonction de l'estimation de la distance maximale de parcours des moustiques n'aurait pas suffi pour cartographier les zones à risque puisque le vecteur est présent partout en Tunisie. Lors de l'épidémie qui toucha l'Egypte en 1977, *Culex pipiens* fut largement incriminé comme responsable de la diffusion de la maladie (Hoogstraal et al., 1979 ; Meegan, 1979) mais aussi *Ochlerotatus caspius* jouant un rôle vecteur enzootique avéré. En Egypte, *Oc. caspius* a été incriminé comme vecteur enzootique du virus et *Culex pipiens* a été identifié comme le principal vecteur dans la diffusion du virus (Abdel-Aziz et al., 1980 ; Hoogstraal et al., 1979). Ainsi il a été considéré que les troupeaux peuvent se déplacer jusqu'à une distance de 10 km pour atteindre les marchés, centre d'engraissement et abattoirs. Une zone tampon de 10km a été retenue pour montrer le périmètre à risque autour des marchés, abattoirs et centres d'engraissement. La pluviométrie est augmentée en automne au mois de Septembre et c'est à ce moment que l'activité vectorielle est maximale ; on parle de « Ghasselt Noueder » pour décrire cette période. On distingue les cours d'eaux permanents et non permanents. Le risque est retenu comme plus élevé au niveau des cours d'eau permanents du fait de la stagnation des eaux à leur niveau ; d'autre part, les lacs permanents sont à surveiller d'Avril à Novembre. Quant aux lacs non permanents, il faut surtout les surveiller pendant le pic de l'activité vectorielle. L'ensemble de ces informations est synthétisé dans le **Tableau 3**.

**Tableau 3 : Activité vectorielle en fonction de la saison d'après des dires d'experts**

	Période			
	Décembre- Janvier-Février- Mars	Avril-Mai	Juin-Juillet- Août	Septembre-Octobre- Novembre
<b>Activité vectorielle</b>	Pas d'activité vectorielle	Début de l'activité vectorielle		<b>Pic du vecteur</b>
<b>Cours d'eau</b>		Zones humides permanentes dont lacs permanents	Lacs permanents (zones humides permanentes) et rétention d'eau	Lacs permanents et non permanents
<b>Conditions climatiques</b>			Chaleur et absence de pluies	Ghassel el nouader (forte pluviométrie et haute chaleur)
<b>Température</b>	défavorable	favorable	favorable	favorable

## 2.2. Le protocole d'échantillonnage à deux degrés

La combinaison de la strate d'introduction et de la strate d'installation réalisée constitue la base de sondage pour le protocole d'échantillonnage. L'hétérogénéité spatiale de la maladie y compris dans les zones à risque élevé d'introduction et d'installation est contraire aux hypothèses de base pour un échantillonnage aléatoire simple. En conséquence, la taille d'échantillon estimée est trop faible pour atteindre les objectifs de détection. Dans le présent travail, un protocole d'échantillonnage à deux degrés est proposé. L'imada a été retenue comme unité épidémiologique primaire et l'animal comme unité épidémiologique secondaire.

### Unité primaire

L'unité épidémiologique retenue est l'imada. Ce choix est justifié par l'absence de listes de troupeaux et le manque d'identification des animaux. L'imada est la plus petite division administrative de la [Tunisie](#) et peut être assimilée à un secteur ou à un lieu-dit. La Tunisie est divisée en 24 [gouvernorats](#) nommés d'après leur [chef-lieu](#). Ces gouvernorats sont eux-mêmes divisés en 264 [délégations](#), elles-mêmes divisées en 2075 imadas. Ces dernières sont dirigées par des chefs de secteurs ou omda. Il est considéré que les animaux appartenant à la même imada présentent le même risque de contracter la maladie : ils pâturent aux mêmes points d'eaux et donc ont la même probabilité d'être piqués par le vecteur. Divers scénarios avec différents taux d'imadas infectés ont été retenus pour la détection d'une amplification pré-épidémique : 1 %, 5 % et 10 % dans les imadas à risques définis. Pour le calcul de l'unité primaire la loi hypergéométrique a été utilisée dont voici la formule ci-dessous. On cherche à calculer la probabilité  $q = 1 - P(X = 0)$ ,  $q$  correspond à la probabilité d'avoir au moins une imada infectée ;  $q$  est fixée à 0,95.

$$P(x) = \frac{\binom{D}{x} \binom{M-D}{n-x}}{\binom{M}{n}}$$

Ainsi on cherche à calculer la taille de l'échantillon de telle sorte qu'il y ait 95 % de chances de trouver au moins une imada infectée en fonction du nombre total d'imadas et de la proportion présumée d'imadas infectées. Le nombre total d'imadas est de 2075 ; la proportion présumée d'imadas infectée est de 10 % ; ce choix a été retenu car il répond à l'objectif de détection d'amplification pré-épidémique ; le choix d'une valeur plus faible entraînerait des coûts élevés pour l'enquête, des valeurs supérieures correspondraient déjà au passage à l'épidémie.

### ➤ Unité secondaire

L'unité secondaire retenue est l'animal. Les CRDA n'ont malheureusement pas pu nous fournir une liste de troupeaux au sein des imadas retenues, il a donc fallu considérer l'unité animale au niveau des imadas retenues. La FVR a une composante environnementale correspondant à la transmission par le moustique à laquelle s'ajoute la transmission directe ; en effet les animaux en contact direct ont une chance supérieure de contracter l'infection si le virus est présent par rapport aux autres. Seules les données collectées en période inter-épidémique ont été retenues. En période inter-épidémique, les enquêtes sérologiques montrent la circulation à bas bruit du virus dans différentes régions, ce qui reflète son expansion insidieuse, mais surtout l'émergence potentielle de foyers épidémiques à partir de ces zones endémiques. Les données en période épidémique ne sont pas prises car la transmission est bien plus intense qu'en période inter-épidémique ce qui ne correspond pas à l'objectif de détection d'une amplification pré-épidémique. Une revue de la bibliographie se référant à diverses enquêtes menées dans diverses régions du monde a été établie dans la partie bibliographie (**Tableau 4**). Les valeurs oscillent de 3% à 16%.

**Tableau 4 : Séroprévalences de la FVR dans le monde**

Région	Période	Nombre de sérums	Prévalence (%)	Espèce
Sud Forestier de Côte d'Ivoire	De 1988 à 1990	1051	<b>6,85</b>	Ovine
Mayotte	Juin 2007- Mai 2008	301	<b>10,6</b> [7-14]*	Bovine
Tanzanie	Mai- Août 2011	455	<b>11,86</b>	ovine
		970	<b>11,03</b>	bovin
		255	<b>11,37</b>	caprine
Sénégal	Début 2004	260	<b>2,6</b> [1,0-6,4]*	ovine
Sénégal	1992-1994	654	<b>5,8</b>	bovine
		778	<b>4,6</b>	Ovine/caprine
Burkina Faso	1987	482	<b>15,8</b>	Ovine
Sénégal	Novembre 1987-Février 1988	946	<b>9,0</b>	Ovine
		669	<b>10,8</b>	Caprine

\*Intervalles de confiance à 95%

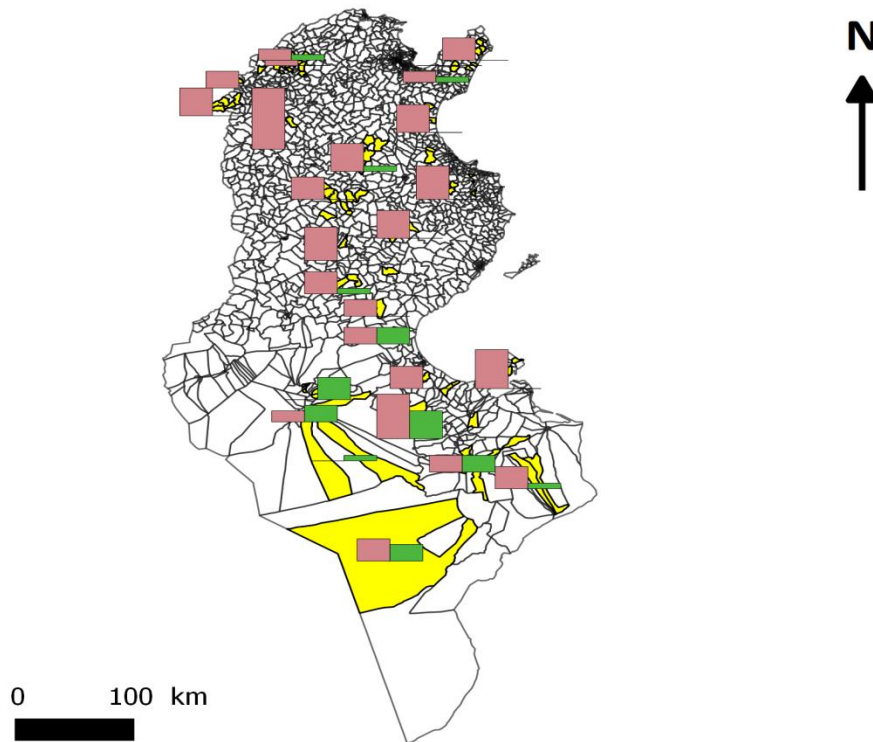
Le tirage au sort des unités primaires est effectué grâce au logiciel Qgis (outil sélection aléatoire). On cherche au niveau d'une imada à risque la taille de l'échantillon nécessaire à la détection d'au moins un animal infecté avec une probabilité de 95%. Le risque d'erreur alpha est fixé à 5 %. Différentes valeurs ont été retenues pour la prévalence estimée : 1 %, 5 % et 10 % d'après une revue de la bibliographie (Tableau 4). Ces valeurs de prévalences ont été considérées avec une sensibilité de 100 % pour le test ; le calcul de la taille d'échantillon a également été effectué pour une sensibilité de 95 % et une prévalence de 10%. Ces calculs permettent d'avoir un ordre d'idée sur la taille des échantillons à prélever dans le cadre de l'enquête sérologique. L'effectif des animaux par délégation est disponible. Chaque délégation comporte un nombre d'imadas fixé. On calcule une moyenne d'animaux par imada retenue dans nos strates à risque. Ainsi pour les imadas avec un effectif inférieur à 1000 animaux la loi hypergéométrique est appliquée, pour un effectif supérieur à 1000 animaux c'est la loi binomiale qui est employée.

### 3 . Enquête rétrospective sur la FVR

L'accord pour l'enquête sérologique n'a pas été possible. Des prélèvements réalisés en 2012 dans le cadre de l'enquête nationale de surveillance de la PPR et de la FA ont eu lieu. Cette sérothèque a été utilisée pour la recherche d'anticorps anti-FVR ; au total 908 sérums d'ovins et 160 sérums de caprins ont été testés. Les gouvernorats concernés sont les gouvernorats de Beja, Gabes, Jendouba, kairouan, Kebili, Medenine, Monastir, Nabeul, SBZ, Siliana, Sousse et Tataouine.

Au total 89 imadas pour les ovins et 31 imadas pour les caprins ont été échantillonnés. Une carte avec les imadas et le nombre d'imadas a été établie (**Figure 10**). Les animaux testés sont âgés de plus de quatre mois.

**Figure 10 : Distribution géographique des prélèvements récoltés dans le cadre de l'enquête rétrospective pour la FVR avec leur importance relative selon l'espèce**



En rose : prélèvements ovins  
En vert : prélèvements caprins  
En jaune : imada

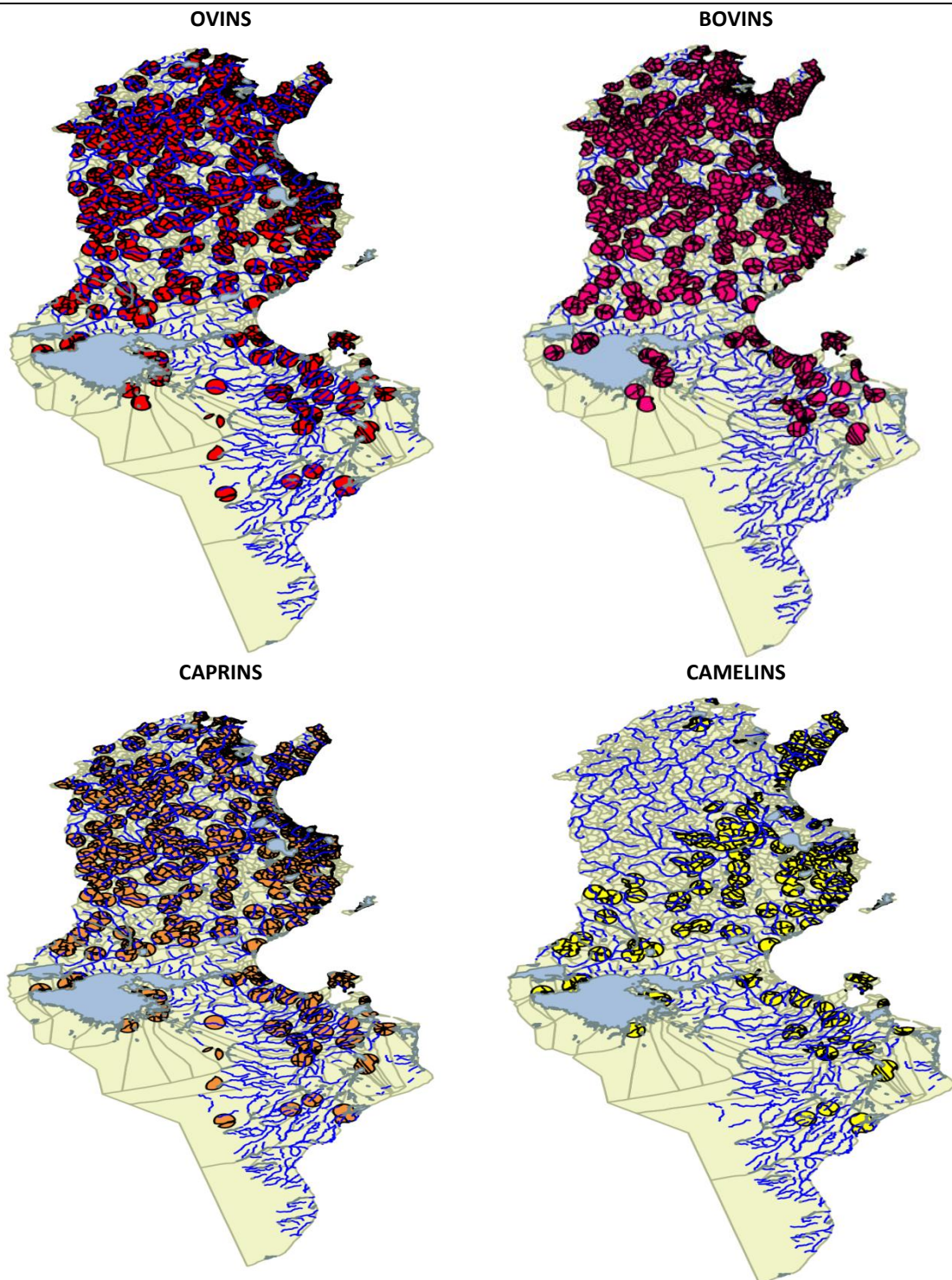
Le protocole initial (PPR, FA) se basait sur un échantillonnage à deux degrés. Au total, 15 élevages par gouvernorat ont été tirés au sort ensuite au sein de chaque élevage les animaux ont été sélectionnés en fonction de la taille du troupeau. Les analyses relatives à l'enquête rétrospective ont été réalisées par la technique ELISA (kit IDVET).

## RESULTATS

### 1. Cartes des zones à risque

La **Figure 11** présente les zones à risques pour les espèces étudiées.

**Figure 11** : Carte des zones à risque pour les ovins, bovins, caprins et camélidés avec la représentation des zones humides en Tunisie





Les zones à risque sont variables selon l'espèce. Concernant les ovins il est possible de dénombrer 1798 imadas à risque selon les critères de stratification préalablement définis. Ces imadas sont essentiellement localisées au nord, centre et sud-est de la Tunisie. Quelques points à risque sont aussi retrouvés au sud notamment à Remada, Dhiba-est, ou encore Bir Amir. La distribution des zones à risque pour les bovins est assez similaire, en effet nord, centre et sud est sont à risque, le sud est par contre moins à risque pour cette espèce. La concentration des zones à risque est toutefois plus importante au nord par rapport à celle des ovins. Les bovins présentent 1769 imadas à risque. Les zones à risque pour les caprins présentent une aire de répartition similaire à celle des ovins avec toutefois une moindre concentration au nord du pays. Le nombre d'imadas à risque pour cette espèce est de 1714. Enfin les camélidés se localisent au nord-est, centre et sud-est du pays. Le nombre d'imadas à risque est de 925.

## 2. Le nombre d'imadas à échantillonner

Le nombre d'imadas au niveau des zones à risque constitue la base de sondage pour le calcul des unités primaires. Différents taux d'imadas infectées ont été retenus comme le montre le tableau suivant. Le **Tableau 5** présente le nombre d'unités primaires à échantillonner selon différentes prévalences d'imadas infectées.

**Tableau 5 : Taille des imadas infectées selon des prévalences d'infection estimées à 1 %, 5 % et 10 %**

Espèce	Imadas à risque	Taux d'imadas infectées		
		1%	5%	10%
Ovins	1798	276	59	30
Bovins	1769	271	59	30
Caprins	1714	277	59	30
Camélidés	925	262	58	29

## 3. Le nombre d'animaux à échantillonner par imada à risque retenue

Diverses prévalences à l'intérieur des unités primaires choisies ont été considérées selon différentes sensibilités. Les gestionnaires du risque pourraient et en fonction du budget imparti choisir l'option la plus adaptée au regard du contexte socio-politique actuel. Dans ce contexte la spécificité a été considérée comme parfaite étant donné que tout positif sera testé une seconde fois et envoyé au sein d'un laboratoire de référence. Le **Tableau 6** indique le nombre d'animaux à prélever en fonction des valeurs de prévalences attendues.

**Tableau 6 : Nombre d'animaux à prélever pour différentes valeurs de prévalences d'infection attendues**

Espèce	Nombre de prélèvements à effectuer			
	Pr=10% Se=1	Pr=10% Se=0.95	Pr=5% Se=1	Pr=1% Se=1
<b>Ovine</b>	861	906	1724	7984
<b>Bovine</b>	651	685	1175	3800
<b>Caprine</b>	747	791	1393	4602
<b>Cameline</b>	278	293	377	563
<b>Total</b>	<b>2 537</b>	<b>2 675</b>	<b>4 669</b>	<b>16 949</b>

Les **Tableaux 7, 8, 9 et 10** présentent le détail des calculs pour chaque imada.

**Tableau 7 : Tailles d'échantillons à prélever dans les imadas à risque pour les bovins en fonction de différentes valeurs de Pr et de Se**

Délégation	Imada	Nombres d'imada	Effectif BV/ délégation	Effectif BV/Imada	Pr=10% Se=1	Pr=10% Se=0.95	Pr=5% Se=1	Pr=1% Se=1
SMAR	Smar	8	104	13	13	13	13	13
Tataouine Nord	Telet	15	38	2	2	2	2	2
Tataouine Nord	En-Nozha	15	38	3	3	3	3	3
SMAR	Smar	8	104	13	13	13	13	13
Sousse médine	El Medina	5	70	14	14	14	14	14
Bouarada	Henchir Elbarouman	7	1550	221	27	28	51	172
Siliana Nord	El Khalissa	8	1500	188	26	27	53	146
Mazzouna	EL Besbes	9	40	4	4	4	4	4
Menzel chaker	Bou Jarboue	12	3200	267	27	28	54	172
El mida	El Mida	6	4150	692	29	31	56	240
Grombalia	Chammes	9	2600	289	27	28	55	182
Beni Khiar	Beni Khiar	5	1325	265	27	28	54	172
Bou argoub	Borj Hefaied	7	1380	197	26	27	53	153
Jamel	Bir Taieb	11	700	64	25	26	40	62
Moknine	Moknine Ouest	11	3800	345	28	29	55	218
Zeramdine	Zeramdine Nord	5	395	79	25	26	43	77
Médenine Sud	Hessi Mednine	10	110	11	11	11	11	11
Jendouba Nord	Ed-Dir	10	8500	850	29	31	56	240
Bou salem	El Msanghouche	9	9680	1076	29	31	57	258
Ghanouch	Ghanouch Ouest	4	250	63	25	26	40	61
El Hamma	El Ksar	13	550	42	23	24	33	42
Ghar El Meleh	Ghar El Meleh	4	3570	893	29	31	57	252
Utique	EL Mabtouh	8	56450	7056	29	31	59	291
Rades	Rades Foret	9	105	12	12	12	12	12
Fouchana	Cité El Mostakbel	7	700	100	25	26	45	96
Rades	Mongi Selim	5	105	21	16	17	20	21
Mornag	El Kessiba	14	3705	265	28	29	54	172
Testour	Oued Ezzargua	12	3900	325	28	29	55	205
Goubellat	Guerram	8	3300	413	28	29	55	218
Kalaat andalous	Bou Hanach	6	12 595	2099	29	31	58	278

**Tableau 8 : Tailles d'échantillons à prélever dans les imadas à risque pour les ovins en fonction de différentes valeurs de Pr et de Se**

Délégation	Imada	Nombre d'imadas	Effectif OV/délégation	Effectif OV/ imada	Pr=10% Se=1	Pr=10% Se=0.95	Pr=5% Se=1	Pr=1% Se=1
Bir Mcherga	Bir M'chergua Gare	8	45500	5687	29	31	59	291
El Zarbia	El Jouf Ouest	8	42500	5312	29	31	59	291
Ghomrassen	Ksar El Mourabidine	10	7000	700	28	29	57	248
Dhibia	Dhehbia Est	2	18 000	9000	29	31	59	294
Dierba aïim	Oued Ezzebib	6	6998	1166	29	31	58	266
Es-sers	Es-Sers Nord	9	45 000	5000	29	31	59	290
Sbeitla	EL Athar	14	35 000	2500	29	31	58	284
Hamam Sousse	El Kantaoui	6	1500	250	27	28	51	158
Bargou	Sidi Said	8	31 000	3875	29	31	59	288
Sidi bouzid Ouest	Sadakia	10	18 000	1800	29	31	58	275
Kerkenah	Melita	12	7600	633	28	29	56	248
El gharbia	El Manar	5	25 000	5000	29	31	59	290
Grombalia	Grombalia Ouest	9	18 290	2032	29	31	58	284
Hamamet	Sidi Djedidi	8	19 150	2394	29	31	58	284
Ksar hellal	Cité Erriadh	4	1700	425	28	29	56	224
Jerba Houmt essouk	Essouani	11	3217	292	28	29	52	184
Jerjiss	Essouihel	16	17 592	1100	29	31	57	262
Sidi alouane	Es-Saad	14	20 600	1471	29	31	57	266
Majel bel abbes	Majel Bel Abbes Sud	7	35 000	5000	29	31	59	290
Kairouan Nord	El Ghabet	12	34 792	2899	29	31	58	284
Kairouan Sud	Nebech	15	67 543	4503	29	31	59	289
Nasrallah	El Hmidet	8	30 133	3767	29	31	59	288
El guitar	Bir Saad	6	20 000	3333	29	31	58	288
Mareth	Arram	15	20 000	1333	29	31	58	274
El alia	El Alia Nord	4	2800	700	28	29	57	248
Mateur	Mateur	10	47 000	4700	29	31	59	289
Mateur	Targuella	10	47 000	4700	29	31	59	289
Fouchana	Naassen	7	2400	343	28	29	55	217
Kalaat el andalous	Ennahli	6	14 000	2333	29	31	58	284
Raoued	El Medina El Fadhila	8	3000	375	28	29	55	217

**Tableau 9: Tailles d'échantillons à prélever dans les imadas à risque pour les caprins en fonction de différentes valeurs de Pr et Se**

Délégation	Imada	Nombre d'imadas	Effectif CP/délégation	Effectif CP/imada	Pr=10% Se=1	Pr=10% Se=0.95	Pr=5% Se=1	Pr=1% Se=1
Sousse jawhar	Hached	5	50	10	10	11	11	10
Akouada	Chott Er-Romane	6	70	12	12	13	12	12
Benbla	El Manara	6	100	17	14	15	17	17
Kabaria	Kabaria 1	6	180	30	19	20	28	30
Fouchana	Fouchana	5	150	30	19	20	28	30
Tibar	Tibar	4	200	50	23	24	38	50
M'nihla	15-oct	5	300	60	24	25	38	59
Harairia	El Antit	10	650	65	25	26	41	63
Kelibia	Oued EL Khatf	5	450	90	26	27	47	87
Jerba Houmt Essouk	Sedghaiane	11	1702	155	25	26	45	96
Nebeur	Mellala	13	2100	162	26	27	48	120
Teboursouk	Fadden Es-Souk	10	1900	190	27	28	50	126
Enfidha	Menzel Dar Beouar	13	2500	192	27	28	50	148
Tajerouine	Tajerouine Sud	12	2500	208	27	28	50	149
Essouassi	Es-Saïda	11	2300	209	27	28	53	162
Ouled haffouz	Kassouda	9	2800	311	27	28	53	162
Jerjis	Hassi El Jerbi	16	5016	314	28	29	53	196
Kairouan Sud	El Mansoura Nord	15	6272	418	28	29	53	198
Kairouan Sud	Rakada	15	6272	418	28	29	55	220
Gabes Sud	Teboulbou	7	3000	429	28	29	56	226
Menzel Bouzelfa	Menzel Bou Zelfa Ouest	5	2200	440	28	29	56	232
Gafsa Sud	El Moula	12	5600	467	28	29	56	232
Tella	Aïn Aj-Jadeida	13	6500	500	28	29	56	232
Ghar el dima	Er-Rakha	12	7040	586	28	29	57	232
Nafta	El Ouaha	8	5000	625	28	29	57	245
Hajeb el ayoun	Oued EL Hajel	9	5763	640	28	29	57	251
Sbeitla	EL Ksar	14	9000	643	28	29	57	252
Metlaoui	Oued El Arta	10	6670	667	28	29	57	252
Tataouine Nord	Oued El Gemah	15	11 000	733	28	29	57	255
Mazzouna	EL Khaoui	9	9000	1000	29	31	57	258

**Tableau 10 : Tailles d'échantillons à prélever dans les imadas à risque pour les camélidés en fonction de différentes de Pr et Se**

Délégation	Imada	Nombre d'imadas	Effectif camélidés	Effectif CM/imada	Pr=10% Se=1	Pr=10% Se=0.95	Pr=5% Se=1	Pr=1% Se=1
Kasserine Sud	makdoudech	6	4	1	1	1	1	1
Sfax médine	Cité El Kairi	12	5	1	1	1	1	1
Hamмам El gueزاز	Hamмам El gueزاز	4	3	1	1	1	1	1
Mida	Mida	6	7	1	1	1	1	1
Menzel Bou Zelfa	Menzel Bou Zelfa Sud	5	2	1	1	1	1	1
Grombalia	Djebel Terif	9	10	1	1	1	1	1
Bizerte Nord	15-oct	10	5	1	1	1	1	1
Mateur	majour	10	5	1	1	1	1	1
Mateur	Mateur	10	5	1	1	1	1	1
Kabaria	el kabaria	8	12	2	2	2	2	2
Mahres	Chaffar	6	10	2	2	2	2	2
hessi ferid	hessi ferid	3	6	2	2	2	2	2
Bou ficha	Sidi M'tir	9	50	6	6	6	6	6
Jerba Houmt Essouk	Fatou	11	70	6	6	6	6	6
Mednine Sud	Mednine Sud	10	60	6	6	6	6	6
Hajeb el ayoun	El Hadaya	8	44	6	6	6	6	6
Mareth	Ezzarat	15	100	7	7	7	7	7
Haffouz	Ouled Khalfallah	8	66	8	8	8	8	8
sahline	sahline	7	75	11	11	12	11	11
El chararada	El Ksour	5	66	13	13	14	13	13
Deguach	Degach Sud	9	200	22	17	18	21	22
Gafsa Sud	Kef Derbi	12	300	25	19	20	24	25
Ouled Chamekh	Ouled Chamekh Sud	8	250	31	19	20	28	31
Ouled Chamekh	Es-Somra	8	250	31	19	20	28	31
Chorbane	El Gouacem Ouest	10	400	40	21	22	31	40
Sidi Makhlof	Bedoui	10	430	43	22	23	33	43
Oum El Araies	Oum El Araies Gare	7	380	54	24	25	38	53
Tozeur	Ech-Chabia	10	820	82	25	26	43	79
El mdhila	Sahib	4	1010	253	27	28	53	161

#### 4. Le plan d'épidémiosurveillance et les acteurs concernés

L'objectif du plan d'épidémiosurveillance est de détecter une amplification pré-épidémique de la FVR.

*Population surveillée* : elle correspond aux ovins, caprins, bovins de Tunisie ; sont retenus les animaux sédentaires, âgés de plus de 6 mois (avec une perte d'éventuels AC colostraux).

*Définition d'un cas suspect* : tout élevage présentant un taux d'avortements chez les ovins, bovins et caprins supérieur à 50 % s'accompagnant d'une mortinatalité et d'une mortalité chez les jeunes de ces mêmes espèces devra être suspecté. L'existence de lésions de nécrose hépatique associée à un tableau de pétéchies ou d'hémorragies chez les animaux morts doit également faire suspecter la maladie. La DGSV, le CNVZ et l'IRVT pourraient travailler en concertation pour s'entendre sur la sensibilité de cette définition. Dans le contexte actuel de la Tunisie il faudrait privilégier une définition de cas sensible.

*Définition d'un cas confirmé* : après toute suspicion, le vétérinaire praticien ayant procédé au prélèvement sera tenu d'acheminer le prélèvement à l'IRVT qui procédera aux analyses prescrites à savoir une Elisa capture (Paweska, 2003) technique dont la sensibilité et la spécificité est bonne. Le cas ne pourra être déclaré « confirmé » que suite à l'obtention de positifs dans un laboratoire de référence pour la FVR.

#### Organisation institutionnelle

Le **comité de pilotage** serait constitué du directeur de la DGSV, du directeur de l'IRVT, du directeur du CNVZ et d'un représentant de l'ONMNE pour la santé humaine. On pourrait ajouter un représentant du ministère de l'agriculture notamment en ce qui concerne les questions sur le budget.

Le **comité technique** devrait comprendre un épidémiologiste animateur du réseau. L'animateur impliqué dans la surveillance de la FA pourrait être retenu pour le réseau FVR. Un ou deux responsables des laboratoires de diagnostic notamment au sein du laboratoire de virologie de l'IRVT ou de biologie moléculaire pourraient apporter leur expertise. Des vétérinaires du CNVZ, des vétérinaires officiels et des vétérinaires mandatés devront être intégrés car ils disposent d'une certaine qualité de données sur le terrain. Un informaticien et un statisticien pourront apporter leur expertise pour le volet bases de données et analyses des données.

L'**unité centrale** regrouperait l'animateur du réseau national et les animateurs régionaux. L'animateur régional pourrait soit appartenir à une UOR rattachée au CNVZ soit être un vétérinaire d'APA. Un épidémiologiste du laboratoire central devrait également être associé.

#### Modalités de la surveillance

La plus grande difficulté est de pouvoir synchroniser plusieurs acteurs sur le terrain afin de réaliser la surveillance. La DGSV (direction de la santé animale) devrait par l'intermédiaire des vétérinaires mandatés et pouvant aussi s'appuyer sur les compétences du CNVZ procéder à la surveillance. Le CNVZ dispose de vétérinaires au niveau de leurs UOR. Le CVO n'a pas de délégation du ministre et donc pas d'autorité directe sur les services en charge de l'application des politiques sanitaires au sein des CRDA et les APA. Des réflexions pourraient être conduites au moins pour ce qui concerne une chaîne de commande plus directe dans les domaines parfaitement circonscrits de l'alerte et de la police sanitaire. On pourrait intégrer la surveillance de la FVR à celle de la FA. Il aurait certes été plus judicieux d'intégrer la surveillance de la FVR à celle des maladies abortives des ruminants telles que la chlamydie, la brucellose ou encore la fièvre Q or il n'existe pas de système de surveillance des maladies abortives au niveau de la DGS. Ainsi cette surveillance devra se présenter en deux volets.

### *Surveillance active*

Au moment où les mouvements des animaux sont les plus importants et où l'activité vectorielle est maximale dans les zones à risque préalablement définies en vue de détecter une amplification pré-épidémique avec le nombre de prélèvements préconisés. Cette surveillance pourra être réalisée en septembre ; il faudrait donc procéder au suivi des conditions pluviométriques en partenariat avec l'Institut de la météorologie pour déclencher la surveillance en question. L'autre possibilité est de procéder à la surveillance au moment de l'Aïd. Cette année la fête religieuse de l'Aïd est prévue pour le 5 Octobre et l'activité vectorielle est importante à ce moment, il serait par conséquent judicieux de procéder fin septembre-début octobre à la surveillance (Annexe 5). Dans la première partie du rapport de « Matériel et méthodes » est présenté le protocole d'échantillonnage basé sur le risque pour procéder à la surveillance active. Cette surveillance devra être effectuée dans les strates à risque définies plus haut à proximité des abattoirs, marchés et centre d'engraissement proches d'une zone humide. Les vétérinaires sur terrain qui procéderont à l'enquête pourraient fixer un pas de sondage en conformité avec la taille de l'échantillon et celle de la population au sein des troupeaux visités. Les animaux retenus devront être âgés de plus de 6 mois et appartenir à des élevages sédentaires.

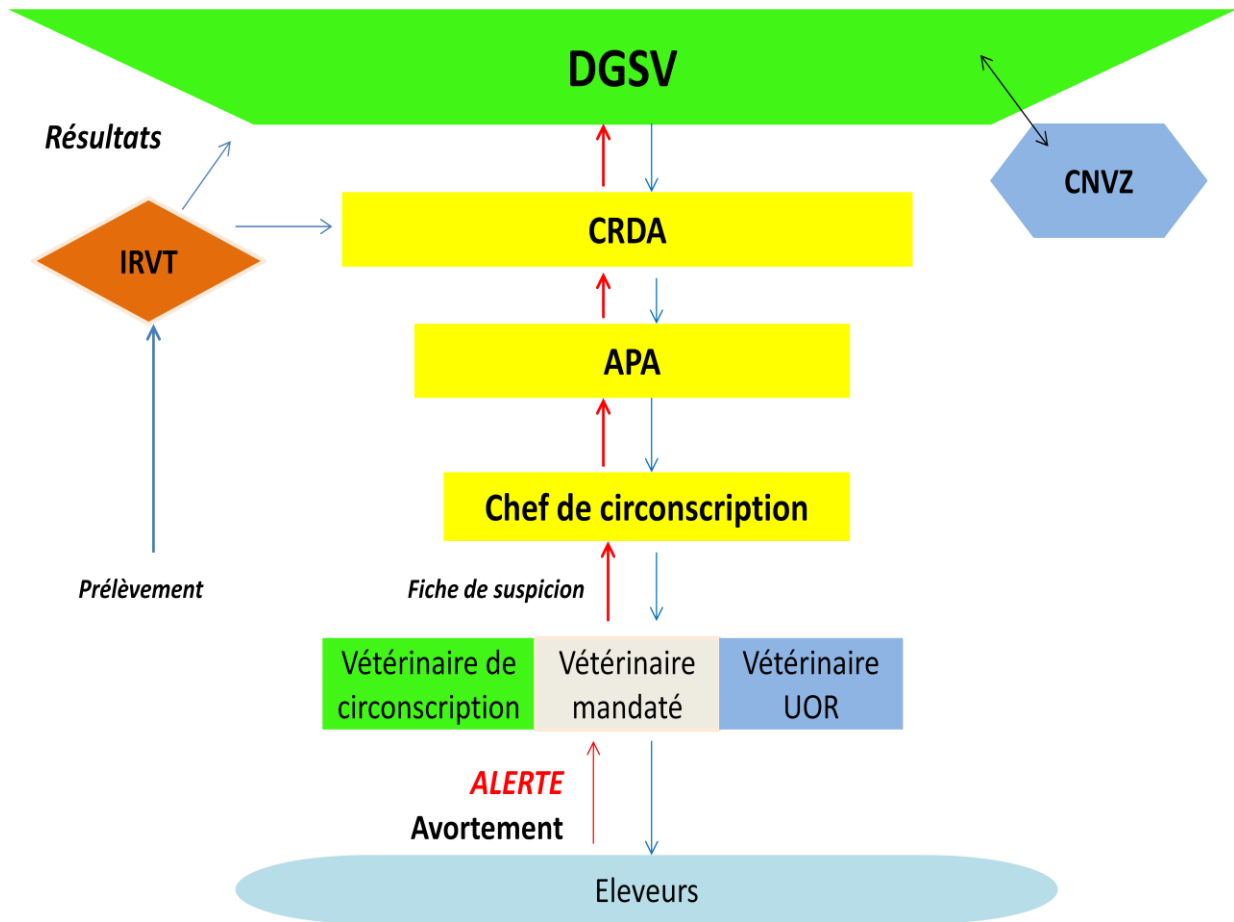
### *Surveillance passive*

Cette surveillance constitue le socle du système de surveillance et s'appuie sur la capacité des éleveurs à reconnaître la maladie. En cas de fortes vagues d'avortements s'accompagnant d'un syndrome pseudo-grippal chez l'homme et d'une mortalité chez les ruminants il faudra effectuer une suspicion de FVR. Cette surveillance devrait être annexée à celle des autres maladies abortives des ruminants telles que la chlamydie ou la brucellose ; un système de surveillance des maladies abortives devrait être mis en place.

Lors d'une suspicion l'éleveur donne l'alerte au vétérinaire de circonscription. Pour la notification immédiate d'une maladie animale ou d'un événement épidémiologique significatif, les supports de l'information à utiliser sont constitués par les formulaires référencés DGSV/NIMAEESFSVO/1/2010 (FA) qui pourraient servir de modèle pour la FVR. Il faudra veiller à ce que la transmission immédiate et rapide des informations sanitaires et/ou épidémiologiques sur le terrain soit réalisée par les vétérinaires libre-praticiens, les vétérinaires officiels, les vétérinaires mandatés, les vétérinaires des UOR, les responsables des laboratoires d'analyse et toute personne ayant la garde d'un animal aux chefs des APA (autorité compétente régionale en matière de santé animale) et/ou à la DGSV (autorité compétente centrale en matière de santé animale). De toute manière les APA sont tenus d'informer la DGSV de toute information sanitaire importante. Une fiche générale ou spécifique d'enquête sera dûment remplie par les services de l'APA territorialement compétents suite à une visite et une enquête approfondie. A charge du chef d'APA de transmettre le dit formulaire et /ou la fiche spécifique ou générale d'enquête à la DGSV. Les versions originales du formulaire de notification immédiate d'une maladie animale ou d'un événement épidémiologique significatif et la fiche générale ou spécifique d'enquête dûment remplies, seront acheminées par la voie administrative hiérarchique à savoir du chef de circonscription au chef d'arrondissement de la production animale, à charge de ce dernier de les adresser à la DGSV. Le laboratoire est quant à lui chargé d'informer dans les plus brefs délais et la DGSV et les CRDA du résultat des analyses. Les vétérinaires sur terrains et autres acteurs sur le terrain devront être informés en retour du résultat des analyses le plus rapidement possible par l'intermédiaire d'une note réalisée par la DGSV. Toute la cascade des événements est représentée dans la figure ci-dessous.

Le schéma fonctionnel de ce réseau est présenté **Figure 12**.

**Figure 12 : Schéma fonctionnel du réseau de surveillance passive de la FVR**



### *Surveillance entomologique*

L'IRVT est actuellement en train de travailler sur le projet Vmerge et l'un des axes de recherche de ce dernier repose sur la surveillance vectorielle. Les sites de piégeage au niveau des zones à risque définies précédemment au moment du pic d'activité des vecteurs permettraient la recherche du virus. Cette recherche pourrait être assurée par l'IRVT et l'IPT (Institut Pasteur de Tunis). La technique employée pour identifier le virus au niveau du moustique est la RT-PCR.

### **Le laboratoire**

Le laboratoire officiel est le laboratoire de l'IRVT. C'est un établissement public à caractère administratif sous la responsabilité du Ministère de l'Agriculture et de l'environnement. Ses principaux domaines d'activité sont :

- le diagnostic des maladies animales ;
- la réalisation des travaux de recherche et d'expérimentation dans le domaine des sciences vétérinaires ;
- la gestion des réseaux épidémiologiques, la réalisation d'enquêtes ;
- la mise au point de protocoles de traitement et de techniques de diagnostic et de vaccins, le contrôle des denrées alimentaires d'origine animale ;
- la participation à la formation des étudiants et des cadres en dispensant en concertation avec l'ENMV ;



- un enseignement approprié notamment au niveau de la spécialisation et du perfectionnement des cadres spécialisés dans le domaine des sciences vétérinaires.

L'IRVT ne dispose pas de laboratoire de relais au niveau régional.

En application du Manuel terrestre de l'OIE, 2008 pour la FVR, suite à toute déclaration de suspicion il faudra procéder aux prélèvements suivants :

- sur animal vivant : prélèvement de sérum ou de sang sur anticoagulant (stade fébrile de la maladie).
- sur animal mort : prélèvements de foie, rate, rein, nœud lymphatique, avorton à conserver dans le formol utiles pour l'histopathologie (pour envoi éventuel).

Lors de la manipulation et de l'expédition des prélèvements, toutes les précautions doivent être prises pour empêcher la contamination des personnels, notamment en prêtant attention au risque d'aérosolisation de gouttelettes de sang (port de gants, masque). Les prélèvements doivent être conservés au réfrigérateur (+ 4°C). Une fiche d'information regroupant les commémoratifs, les données géographiques devra être remplie. Les fiches d'information accompagnant les prélèvements effectués devront être envoyées à la DGSV et au laboratoire de diagnostic. L'IRVT pourra par contre procéder à la technique ELISA, la sensibilité de la technique est bonne. La technique sérologique ELISA, constitue un test fiable et sensible, pouvant être employée chez plusieurs espèces pour détecter les anticorps IgM et IgG anti-FVR dans un délai de 5 à 11 jours après l'infection (Paweska *et al.*, 2003 ; Kim *et al.*, 2012). Cette méthode n'a pas de réaction croisée avec les autres maladies vectorielles en Afrique (Davies et Jessett, 1985 ; Jansen van Vuren et Paweska, 2009). En première intention une ELISA capture (kit IDVET par exemple) sera réalisée en vue de détecter les IgG. Comme ni le laboratoire de l'IRVT ni l'Institut Pasteur de Tunis ne disposent d'un laboratoire P3 pour procéder à la confirmation des positifs, l'envoi des prélèvements nécessaires à la confirmation devra être effectué à l'Anses Lyon qui est laboratoire national de référence (LNR) et également laboratoire de référence associé à l'OIE pour la FVR (avec l'Institut Pasteur) pour la sérologie. Le Cirad est le laboratoire de référence pour la virologie.

En parallèle il faudrait dès à présent réfléchir sur les moyens de contrôle de la maladie (vaccination, lutte anti vectorielle) au cas où une épizootie venait à apparaître.

### **Ingénierie de la formation**

*Les vétérinaires* : le maillage étroit du territoire tunisien par les vétérinaires mandataires et privés constitue un des points forts du réseau national d'épidémiosurveillance :

- 235 vétérinaires sont mandatés par la DGSV (soit 30 % des vétérinaires tunisiens) : ils réalisent les opérations de prophylaxie médicale et déclarent les maladies à notification obligatoire. Ils peuvent également faire des prélèvements pour les diagnostics de laboratoire, mais il y a un désaccord entre l'administration et les vétérinaires pour définir les honoraires correspondant à ces actes.
- 400 vétérinaires officiels sont positionnés dans les gouvernorats (une vingtaine par gouvernorat, en moyenne). Ce nombre est élevé mais ces vétérinaires couvrent tous les domaines d'activités des CRDA. Environ la moitié intervient dans le domaine de la santé animale. En particulier, il y a 24 animateurs régionaux (un par gouvernorat), responsables de l'animation du réseau de surveillance dans leur région. Ils s'occupent des contacts et de la coordination avec les vétérinaires étatiques et privés (dont les mandataires). Cependant ces animateurs restent peu longtemps en place (mutations administratives), d'où la nécessité de former en permanence les nouveaux animateurs en matière de surveillance épidémiologique (Lancelot R, 2013). Il y a cependant des difficultés de fonctionnement (manque de moyens) qui pourraient être partiellement résolues en rééquilibrant et en optimisant les moyens consacrés d'une part aux campagnes de vaccination, et d'autre part à la surveillance épidémiologique. Certains vétérinaires de la DGSV et du CNVZ pourraient se charger de la formation des vétérinaires : 4 personnes pourraient suivre des sessions de formation au Sénégal (zone enzootique

en FVR) ou entrer en contact avec le REMESA. L'objectif spécifique du REMESA est l'amélioration de la prévention et de la lutte contre les principales maladies animales transfrontalières et les zoonoses par le renforcement des compétences et des capacités nationales et régionales ainsi que l'harmonisation et la coordination des activités de surveillance et de contrôle. Ceci aura pour but de mieux comprendre la maladie, sa description et les autres systèmes de surveillance déjà en place. Ainsi plusieurs sessions de formations pourront se tenir par alternance entre la DGSV et le CNVZ. Elles seront un support pour aborder la surveillance des autres maladies abortives.

### **Gestion des données**

Si la DGSV dispose d'une base de donnée, elle pourrait y intégrer celle de la FVR ; malheureusement l'accès à cette information n'est pas possible. L'idéal serait de mettre en place une base de données commune à la DGSV, CNVZ et IRVT pour faciliter le traitement des informations. Il existe au niveau du CNVZ les compétences en bases de données access nécessaires.

### **La communication avec l'éleveur**

L'éleveur représente le premier maillon de la chaîne effectrice de la surveillance ; en Tunisie divers organismes devront être impliqués à savoir l'AVAFA et l'UTAP notamment. Ces derniers pourraient servir d'intermédiaire afin de présenter les symptômes de la maladie et ses conséquences. Le dialogue avec les éleveurs est de rigueur pour assurer les bases de la surveillance. Il serait intéressant de comprendre les facteurs socio-économiques à l'origine du manque d'implication de ces derniers qui parfois sont pauvres et faiblement informés sur les conséquences zoonotiques de certaines maladies.

### **Le coût de l'enquête pour la surveillance active**

Il devra prendre en compte le coût des kits ; dans le cadre du protocole proposé pour le projet Vmerge par exemple, ceci reviendrait à la commande de 4 kits. Un kit permet l'analyse de 800 prélèvements et a pour coût 2000 euros soit un total de 8000 euros. Dans les années à venir, les vétérinaires en charge du mandat sanitaire pourraient ajouter à leur tâche les prélèvements nécessaires à la réalisation de ce travail en collaboration avec les vétérinaires du CNVZ rattachés aux UOR ; l'analyse des données pourrait d'une part être réalisée en partenariat CNVZ-DGSV ; les résultats des analyses devront être transmis aux laboratoires, vétérinaires de terrains et éleveurs afin de maintenir la vigilance des différents acteurs. Un travail de fond devra être réalisé au niveau des marchés, abattoirs et centres d'engraissement, la DGPA, le GIVLAIT et l'OEP devraient être intégrés et ceci afin de mieux synchroniser les divers organismes dans l'objectif de mieux définir les liens entre les différents points à risque retenus et ceux dans le but d'établir des cartes de risque plus précises utiles pour le contrôle de toutes les maladies.

Le coût des sorties terrain dépend principalement de la distance parcourue. Pour un déplacement à Sidi Bouzid par exemple il faudrait dépenser 50 euros en y incluant le paiement du chauffeur et du technicien. Le coût des déplacements peut être réduit en multipliant le nombre de sites prospectés sur le trajet (passage à Kairouan ou El fahs). La DGSV et le CNVZ pourraient engager une partie de leur budget et dans le cadre de leur fonction de contrôle et de surveillance pour amortir le coût des sorties sur le terrain.

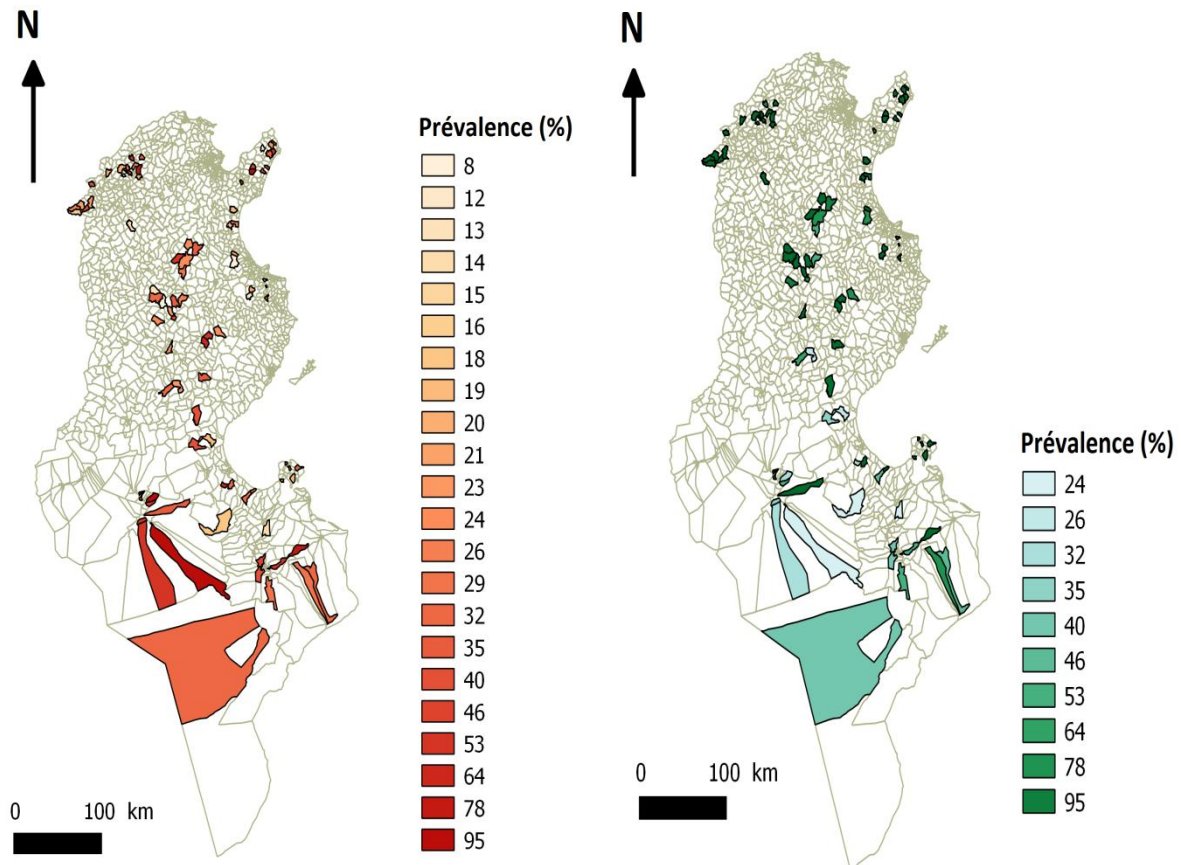
### **Surveillance épidémiologique humaine**

L'ONMNE a mis en place sur son site un dossier thématique sur la FVR ; l'implication des médecins pour assurer la surveillance au sein des imadas définis comme à risque (près d'une zone humide, d'un marché ou d'un abattoir) constitue une obligation pour détecter au plus vite les premiers cas humains s'ils venaient à apparaître. Une définition de cas suspect devrait être définie. Il faudrait réfléchir à la surveillance des rétinites, encéphalites et fièvres hémorragiques chez l'homme en cas d'épidémie. Le réseau de surveillance des maladies animales devra travailler en étroite collaboration avec le réseau de surveillance des maladies humaines au niveau national et régional.

## 5. Enquête rétrospective

Tous les sérums testés sont négatifs. Une carte d'incertitude est représentée afin de montrer la prévalence minimale attendue avec une telle taille d'échantillon dans les imadas sélectionnées. Ainsi on veut connaître la probabilité minimale  $\text{prob}$  d'une loi binomiale  $B(n, \text{prob})$  pour avoir au plus 5 % de chance de n'avoir aucun test positif dans un échantillon de taille connue  $n$ . Dans ce contexte  $n$  correspond au nombre de prélèvements par imada testée. Les cartes ainsi obtenues pour les ovins et les caprins sont présentées en **Figure 13**. Un tableau récapitulatif avec l'ensemble des prévalences minimales pour chaque imada se trouve en annexe 7.

**Figure 13 : Prévalence minimale détectable par la taille des échantillons de l'enquête rétrospective avec au plus 5 % de chance de n'avoir que des réponses négatives au test**



## DISCUSSION

Pour chaque espèce animale une strate à risque a été représentée sous forme de zone à risque grâce à la cartographie. La qualité des données relatives aux marchés, abattoirs et centres d'engraissement pourrait être améliorée par la mise en place de contrôles à leur entrée. En effet les données sont incomplètes et parfois même absentes notamment concernant la tradition de l'engraissement. Les petits engraisseurs sont mal connus et leur activité est très variable et dans le temps et dans l'espace. Les zones à risque pour les ovins, bovins, caprins se localisent essentiellement au nord, centre et sud-est. Le risque pour les camelins est le plus fort au centre et au sud est de la Tunisie. Ces résultats concordent avec ceux d'Arsevska en 2013 en y ajoutant que le risque est fort pour les ovins au nord du pays. Dans son travail, Arsevska s'est basé sur un échantillonnage aléatoire simple pour le calcul de la taille de l'échantillon en prenant comme unité épidémiologique l'animal sur toute la Tunisie. Au total il faudra échantillonner 2675 animaux, pour une prévalence attendue de 10 % au sein de l'imada et pour toutes espèces confondues, avec un taux d'imadas infectées fixé à 10 % et une sensibilité fixée à 95 %. Dans son rapport Arsevska en 2013 a proposé un échantillonnage centré au nord pour les bovins avec au moins 140 échantillons, et 157 échantillons respectivement pour les ovins, caprins et camelins. Au total 628 prélèvements ont été envisagés. La proposition faite dans le travail actuel sera de 861 échantillons pour les ovins, 651 pour les bovins, 747 pour les caprins et 278 pour les camelins au sein des zones à risque définies. Le coût de l'enquête devra engager le coût des kits soit pour 4 kits un montant de 8000 euros. Les sorties et déplacements sur le terrain pourront être intégrés à d'autres activités notamment dans le cadre du mandat sanitaire ou lors de campagnes officielles comme celle de « Aïd sans kyste hydatique ». Si l'accès aux listes des troupeaux avait été possible un protocole moins coûteux aurait pu être proposé et permettrait de réduire le nombre de visites.

La localisation des prélèvements pour l'enquête rétrospective coïncide avec les zones à risque de FVR établies. Toutefois le nombre de prélèvements effectués demeure insuffisant pour autoriser une détection de la FVR. Les prélèvements ont été effectués en dehors de la saison vectorielle et parfois sur certains animaux présentant encore des anticorps d'origine maternelle. Les gestionnaires du risque pourraient par exemple fixer une prévalence seuil de détection pour les imadas à risque et ainsi contrôler le nombre de prélèvements réalisés dans le cadre de ces enquêtes.

Le renforcement d'une surveillance passive et la mise en place d'un système de surveillance des maladies abortives est de rigueur. Il permettrait de donner une alerte plus rapide. Il faudrait aussi penser à la mise en place de laboratoires au niveau régional afin d'assurer une meilleure réactivité des services vétérinaires. Il faudrait privilégier une surveillance active à travers des enquêtes sérologiques transversales répétées dans la mesure où dans la majeure partie des cas les éleveurs ne donnent pas l'alerte en cas d'avortements et la FVR n'est pas suspectée. De plus la mise en place d'une stratégie ne reposant que sur le signalement des avortements est une mesure tardive et à risque dans le sens où le risque zoonotique est plus élevé. Des enquêtes sérologiques transversales répétées donneraient une bonne indication de la situation sanitaire si elles sont réalisées au bon moment et en respectant un rythme d'une à deux enquêtes par an. Il faudrait amorcer un dialogue avec les éleveurs et leur expliquer l'importance du signal d'alerte. L'implication d'organismes tels que la DGPA, le GIVLAIT et l'OEP notamment dans le contrôle des marchés et centres d'engraissement est crucial. L'absence d'identification des animaux demeure l'un des plus grands points faibles pour la réussite de tout système de surveillance. L'autre volet à renforcer est la communication et entre les institutions qui assurent la surveillance et entre vétérinaires et éleveurs. Le protocole d'échantillonnage proposé en première partie est une proposition contrainte par le budget. Un objectif de détection de 10% entraînerait des coûts estimés à 9500 euros. Une détection plus forte de la maladie implique la mobilisation d'un budget plus important pour des prévalences de détection plus faibles. Si les gestionnaires du risque sanitaire le pouvaient il serait judicieux de rechercher un objectif de détection de 5% voire de 1% pour la maladie, ceci conforterait le statut indemne de la Tunisie.

## CONCLUSION

Au terme de ce travail, un protocole d'échantillonnage utile à la réalisation d'une surveillance active de la FVR a été établi. Le nombre de prélèvements qui devront être réalisés dans les zones à risque définies après une première étape de stratification s'élève à 2675 prélèvements. Les acteurs devant jouer un rôle dans la surveillance ont été identifiés. Cette surveillance devra reposer sur une surveillance active et passive de la maladie. Actuellement et dans le cadre du projet Vmerge, les protocoles utiles à la surveillance entomologique sont en pleine préparation. Ils pourraient être intégrés dans le plan d'épidémiosurveillance. Une alternative très prometteuse dans le contexte tunisien serait de développer la méthode SNA étant donné que l'identification des animaux est défailante. Cet effort permettrait une meilleure représentation du risque. Les résultats négatifs de l'enquête rétrospective devront être à l'avenir confortés par des enquêtes sérologiques répétées dans les zones à risque définies.

## Bibliographie

Abdel-Aziz Aa, Meegan Jm, Laughlin Lw, (1980). Rift Valley fever as a possible cause of human abortions. *Trans R Soc Trop Med Hyg* ; 74:685–6.

Abd El-Rahim I.H.A., Abd El-Hakim U. et Hussein M, (1999). An epizootic of Rift Valley fever in Egypt in 1997. *Rev. sci. tech. Q.tji int. Epiz.*, **18** (3), 741-748.

Ahmad K, (2000). More deaths from Rift Valley Fever in Saudi Arabia and Yemen. *Lancet*, 356, 1422

Amraoui, F., Krida G., Bouattour A., Rhim A, Daaboub J, et al., (2012). *Culex pipiens*, an Experimental Efficient Vector of West Nile and Rift Valley Fever Viruses in the Maghreb Region. *PLoS ONE*, **7**(5): e36757.

Anderson Ec And Rowe Lw, (1998). The prevalence of antibody to the viruses of bovine virus diarrhoea, bovine herpes virus 1, Rift Valley Fever, ephemeral fever and bluetongue and to *Leptospira* sp in free-ranging wildlife in Zimbabwe. *Epidemiology of Infection*, 121, 441–449.

Anyamba, A., Lithnicum, K., Small, J., Britch, S., Britch, C., Pak, E., et al., (2010). Prediction, assessment of the Rift Valley Fever activity in east and southern Africa 2006–2008 and possible vector control strategies. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, **83** (Suppl 2), 43–51.

Arsevska, (2013). Analyse du risque d'introduction du virus de la fièvre de la vallée du rift en Tunisie et proposition d'un dispositif de surveillance. Rapport de stage de seconde année.

Ayari-Fakhfakh et al., (2011). First Serological Investigation of Peste des petits ruminants and Rift Valley Fever in Tunisia," *Veterinary Journal (London, England: 1997)* 187, no. 3: 402–4.

Bird, B.H., Ksiazek, T.G., Nichol, S.T., Maclachlan, N.J., (2009). Rift Valley fever virus. *J.Am. Vet. Med. Assoc.* 234, 883–893.

Brunhes J., Rhaim, A., Geoffroy, B., Angel, G., et Hervy, J., (2000). Les moustiques de l'Afrique méditerranéenne. Paris, France: IRD Editions.

Brust, R. A., (1980). Dispersal behavior of adult *Aedes sticticus* and *Aedes vexans* (Diptera: Culicidae) in Manitoba. *Can.Entomol.* 112: 31–42.

Cêtre-Sossah C., et al., (2012). Prevalence of Rift Valley Fever among Ruminants, Mayotte. *Emerging Infectious Diseases* 18, no. 6 (June 2012):972–75.

Chambers P.G., et Swanepoel R., (1980) Rift Valley Fever in Abattoir Workers, *The Central African Journal of Medicine* 26, no. 6 (1980): 122–26.

Chartier C., et Chartier F., (1988). Enquête Séro-Épidémiologique sur les avortements infectieux des petits ruminants en Mauritanie, *Revue D'élevage et de Médecine Vétérinaire Des Pays Tropicaux*, (Consulté le 20 Janvier 2014).

Chevalier V., Lancelot R., Thiongane Y., Sall B., et Mondet B., (2005). Incidence of Rift Valley fever in small ruminants in the Ferlo pastoral system (Senegal) during the 2003 rainy season. *Emerging Infectious Diseases*, 11, 1693–1700.

Chevalier V., Thiongane Y., et Lancelot R., (2009). Endemic Transmission of Rift Valley Fever in Senegal,” *Transboundary and Emerging Diseases* 56, no. 9–10 (décembre 2009): 372–74.

Chevalier V., Rakotondrafara T., Jourdan M., Heraud Jm, Andriamanivo Hr, Durand B, Ravaomanana J., Rollin Pe And Rakotondravao R., (2011). An unexpected recurrent transmission of Rift Valley Fever virus in cattle in a temperate and mountainous area of Madagascar. *Plos Neglected Tropical Diseases*, 2011, 1–9.

Davies, F., & Jessett, D. (1985). A study of the host range and distribution of antibody to Akabane virus (genus bunyavirus, family Bunyaviridae) in Kenya. *Journal of London School of Hygiene* , 95(1):191-6.

Daubney, R., Hudson, J.R., And Garnham, P.C., (1931). Enzootic hepatitis or Rift Valley fever: An undescribed disease of sheep, cattle and man from East Africa. *Journal of Pathology and Bacteriology* 34, 545-579.

Décret n° 2010-360 du 1<sup>er</sup> mars 2010, portant approbation du plan directeur des abattoirs. *Journal Officiel de la République Tunisienne* du 5 mars 2010, n°19, page 2692.

Dohm Dj, Rowton Ed, Lawyer Pg, O'guinn M, Turell Mj, (2000). Laboratory transmission of Rift Valley fever virus by *Phlebotomus duboscqi*, *Phlebotomus papatasi*, *Phlebotomus sergenti*, and *Sergentomyia schwetzi* (Diptera: Psychodidae). *J Med Entomol* 37:435-38.

Dufour et al., (2007). Surveillance épidémiologique en santé animale. 2<sup>nd</sup> Edition. Editions Quae.

Eisa M., (1984). Preliminary survey of domestic animals of the Sudan for precipitating antibodies to Rift Valley fever virus. *J Hyg (Lond)*. Dec 1984; 93(3): 629–637.

El Ghouli, H., (2009). Renforcement de la surveillance et des systèmes d'alerte pour la fièvre catarrhale ovine, la fièvre du Nil Occidental et la Rage au Maroc en Algérie et en Tunisie-Fièvre du Nil Occidental : historique et situation épidémiologique en Tunisie. Projet GCP/RAB/002/FRA, FAO.

El-Harrak, M., Martin-Folgar, R., Llorente, F., Fernandez-Pacheco, P., Brun, A., Figuerola, J., et al., (2011). Rift Valley and West Nile Virus Antibodies in Camels, North Africa. *Emerg Infect Diseases* , 17(12): 2372–2374.

Eurostat, (2014). [<http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/eurostat/home/>] (consulté le 22/01/2014).

EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY (EFSA) (2005). The risk of a Rift Valley fever incursion and its persistence within the Community. *EFSA Journal* , 238:1-128.

Findlay, G.M., (1931). Rift Valley fever or enzootic hepatitis. *Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg.*, 25: 229-262

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO) (2005b). Gridded livestock density. [[http://www.fao.org/ag/againfo/resources/en/glw/GLW\\_dens.html](http://www.fao.org/ag/againfo/resources/en/glw/GLW_dens.html)], (Consulté le 20 janvier 2014).

Formenty P., Domenech J., Zeller H.G., (1992). Enquête sérologique sur la fièvre de la vallée du Rift, chez les ovins, en Côte-d'Ivoire *Rev Elev Med Vet Pays Trop* 1992; 45(3-4):221-6.

Gad Am *et al.*(1987) Rift Valley fever virus transmission by different Egyptian mosquito species. *Trans R Soc Trop Med Hyg.*;81:694–698. [PubMed]Consulté le 20 janvier 2014.

Gad, A.M., Hassan A.N. et Merdan A. (1989). Transmission of Rift Valley fever virus by different geographic strains of *Culex pipiens* in Egypt. *Journal of the Egyptian Public Health Association*,64:363-379.

Givlait, (2004). Elaboration d'un plan directeur des marchés aux bestiaux de la Tunisie. Rapport général., Ministère de l'agriculture et des ressources hydrauliques, Tunisie.

Hoogstraal, H., J. M. Meegan, G. M. Khalil, And F. K. Adham, (1979). The Rift Valley fever epizootic in Egypt 1977-1978.2. Ecological and entomological studies. *Trans. R. Soc.Trop. Med. Hyg.* 73: 624-629.

Hoch Al., Gargan Tp., Bailey Cl., (1985). Mechanical Transmission of Rift Valley Fever Virus by Hematophagous Diptera, *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 34, no. 1 (January 1985) : 188–93.

Jansen Van Vuren, P., et Paweska, J., (2009). Laboratory safe detection of nucleocapsid protein of Rift Valley fever virus in human and animal specimens by a sandwich ELISA. *Journal of Virological Methods*, 157(1):15-24.

Kamal, (2011). Observations on Rift Valley Fever Virus and Vaccines in Egypt, *Virology Journal* 8, no. 1 (December 12, 2011): 532.

Kim H., Nah, J., Moon, J., Ko, Y., Yoo, H., et Kweon, C., (2012). Competitive ELISA for the detection of antibodies to Rift Valley fever virus in goats and cattle. *Journal of Veterinary Medicine Science* , 74(3) : 3214

Krida, G., Rhaiem, A., Bouattour, A., (1997). Effet de la qualité des eaux sur l'expression du potentiel biotique du moustique *Culex pipiens* dans le sud de Tunis. *Bulletin de la Société Entomologique de France*. 1997; 102:143–150.

Labeaud A., Desiree, James W., Kazura, et Charles H. King, (2010). Advances in Rift Valley Fever Research: Insights for Disease Prevention. *Current Opinion in Infectious Diseases* 23, no. 5: 403–8.

Lancelot R., (2013). Appui à la révision des plans de surveillance et de lutte vis-à-vis des maladies des petits ruminants et à l'analyse des risques correspondants.

Li Liu, Cristina Cp., Celma et Polly Roy, (2008). Rift Valley fever virus structural proteins: expression, characterization and assembly of recombinant proteins, *Virology Journal*, 5:82.

Linthicum, K.J., Davies, F.G., Kairo, A., Bailey, C.L., (1985). Rift Valley fever virus (family Bunyaviridae, genus Phlebovirus). Isolations from Diptera collected during an inter-epizootic period in Kenya. *J. Hyg. (Lond.)* 95, 197–209.

Linthicum KJ., Anyamba A., Tucker Cj., Kelley Pw., Myers Mf., Et Peters Cj., (1999). Climate and satellite indicators to forecast Rift Valley fever epidemics in Kenya. *Science*, 285, 397–400.

M. Guillaud *et al.*, (1988). Prévalence en anticorps contre le virus de la fièvre de la vallée du rift chez les petits ruminants du Sénégal, in *Annales de l'Institut Pasteur/Virologie*, vol. 139 (Elsevier, 1988), 455–59, [ <http://www.sciencedirect.com/science/article>](Consulté le 02/02/2014).

Meegan, J.M., (1979).The Rift Valley fever epizootic in Egypt 1977-1978: I. Description of the epizootic and virological studies. *Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.* 73: 618-623.



Meegan Jm, Bailey Cl., (1988). Rift Valley fever. In: Monath TP, ed. The arboviruses: epidemiology and ecology. Volume 4. Boca Raton, FL: CRC. p 61–76.

Moutailler S. et al., (2008). Potential Vectors of Rift Valley Fever Virus in the Mediterranean Region, *Vector-Borne and Zoonotic Diseases* 8, no. 6: 749–54.

O'malley, C. M., (1990). *Aedes vexans* (Meigen): an old foe. Proc. NJ Mosq. Cont. Assoc., pp. 90-95. In Proceedings, 77<sup>th</sup> Annual Meeting of the New Jersey Mosquito Control Association, New Brunswick, NJ.

Olaleye, O.D., Tomori, O., Fajimi, J.L., Schmitz, H., (1996). Experimental infection of three Nigerian breeds of sheep with the Zinga strain of the Rift Valley Fever virus. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.* 49, 6–16.

Olive, M., Goodman, S., et Reynes, J., (2012). The role of wild mammals in the maintenance of Rift Valley fever virus. *Journal of Wildlife Diseases* , 48(2):241-66.

Patz Jonathan A. et al., (2005). Impact of Regional Climate Change on Human Health, *Nature* 438, no. 7066 : 310–17.

Paweska, J., Burt, F., Anthony, F., Smith, S., Grobbelaar, A., Croft, J., et al., (2003). IgG-sandwich and IgM-capture enzyme-linked immunosorbent assay for the detection of antibody to Rift Valley fever virus in domestic ruminants. *Journal of Virological Methods* , 113(2):103-12.

Pépin, M., Bouloy M., Bir B., Kemp, A., et Paweska, J., (2010). Rift Valley fever virus (Bunyaviridae: Phlebovirus): an update on pathogenesis, molecular epidemiology, vectors, diagnostics and prevention. *Vet Res* , 41(6): 61.

Pretorius A, Oelofsen Mj, Smith Ms And Van Der Ryst E., (1997). Rift Valley Fever virus: a seroepidemiologic study of small terrestrial vertebrates in South Africa. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 57, 693–698.

Ringot, D., Durand, J.P., Toulou, H., Boutin, J.P. Et Davoust, B., (2004). Rift Valley fever in Chad. *Emerg. Infect. Dis.*, 10(5): 945–947.

Seufi A M, Galal Fh., (2010). Role of *Culex* and *Anopheles* mosquito species as potential vectors of rift valley fever virus in Sudan outbreak, 2007. *BMC Infect Dis* 10: 65.

Siam Al, Meegan Jm, Gharbawi Kf., (1980). Rift Valley fever ocular manifestations: observations during the 1977 epidemic in Egypt. *Br J Ophthalmol* 64:366–374.

Swanepoel, R., Coetzer, J.A.W., (2004). Rift Valley fever. In: Coetzer, J.A.W., Thompson, G.R., Tustin, R.D. (Eds.), *Infectious Diseases of Livestock with Special Reference to Africa*, pp. 1037–1070. Southern Africa, second ed. Oxford University Press, Cape Town, South Africa

Thiry E., (2007). *Virologie clinique des Ruminants*(2007), Editions du Point vétérinaire, Rueil Malmaison, France , p 223.

WORLDCLIM. (2013). World clim - Global climate data. Consulté le 01/02/2014 sur <http://www.worldclim.org/>.

WORLD ORGANISATION FOR ANIMAL HEALTH (OIE), (2005). *Manuel terrestre*. Paris, France: OIE chapitre 2.1.8

WORLD ORGANISATION FOR ANIMAL HEALTH (OIE), (2008). *Manuel terrestre*. Paris, France: OIE.

WORLD ORGANISATION FOR ANIMAL HEALTH (OIE), (2013). *Animal health situation, WAHID*. Consulté le 19 Janvier 2014, sur [http://www.oie.int/wahis\\_2/public/wahid.php](http://www.oie.int/wahis_2/public/wahid.php).

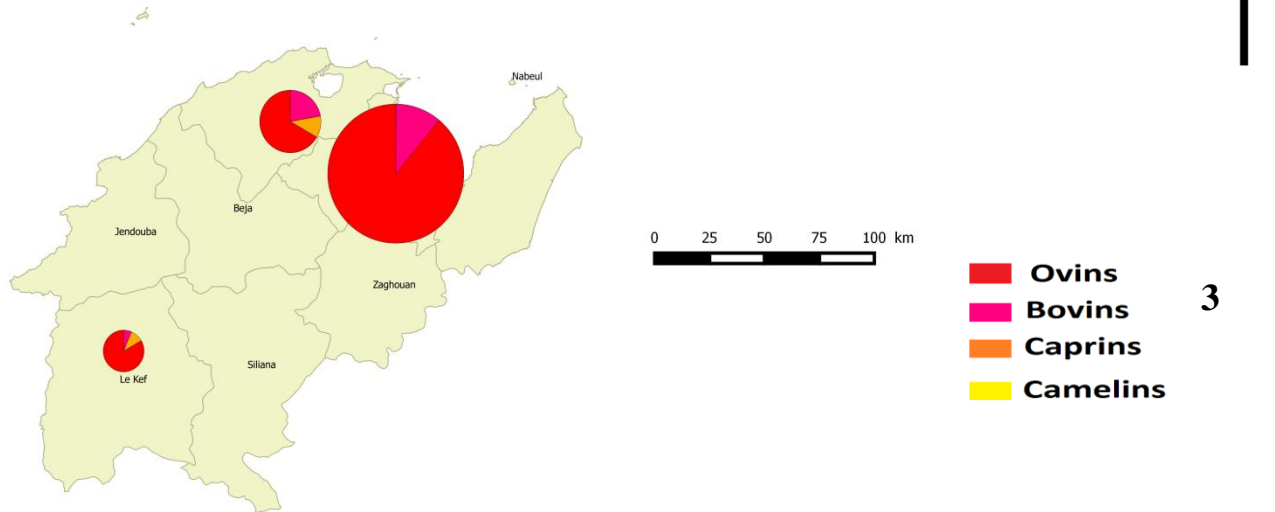
[WORLD HEALTH ORGANISATION \(WHO\), \(2010\). Disease information: Rift Valley fever. Consulté le 20 Janvier 2014 Fact sheet N°207 Revised May 2010 sur http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs207/en/index.html](http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs207/en/index.html)

Zeller, H., Fontenille, D., Traore-Lamizana, M., Thiongane, Y., et Digoutte, J., (1997). Enzootic activity of Rift Valley fever virus in Senegal. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* , 56(3) : 265-72.

# ANNEXES

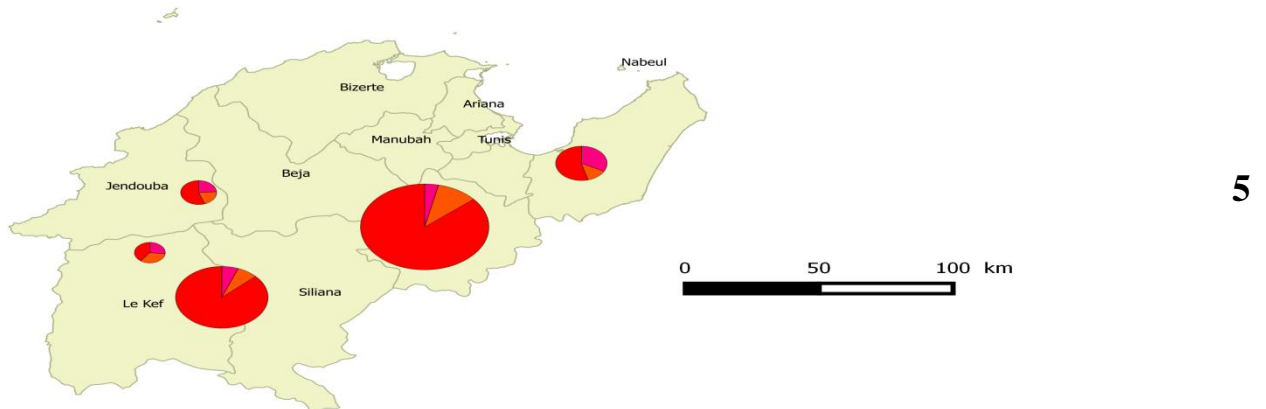
Annexe 1 : Les marchés du nord de la Tunisie avec leur importance relative ; le nombre de marchés figure à droite

## Grands marchés d'approvisionnement



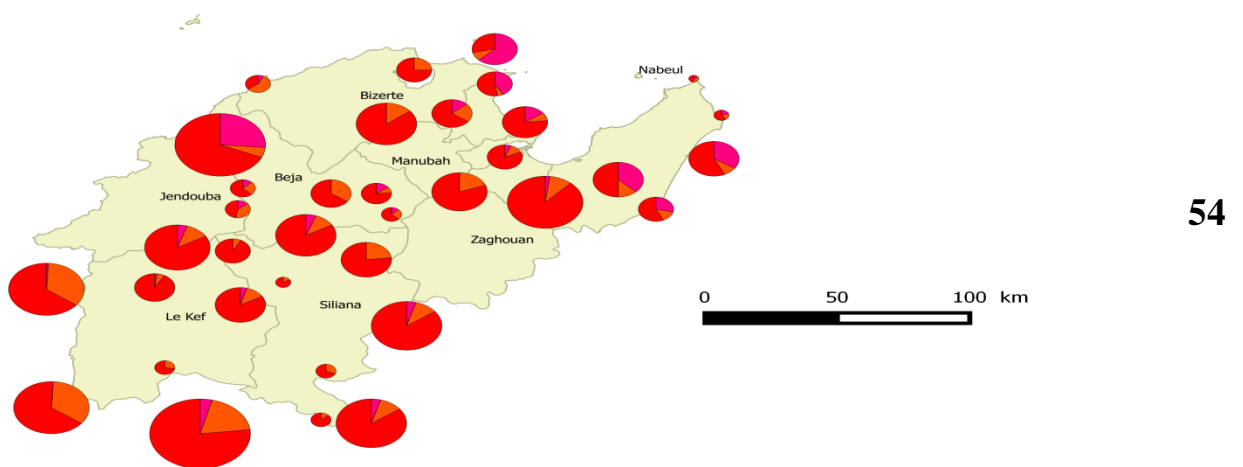
3

## Marchés de transfert et de redistribution



5

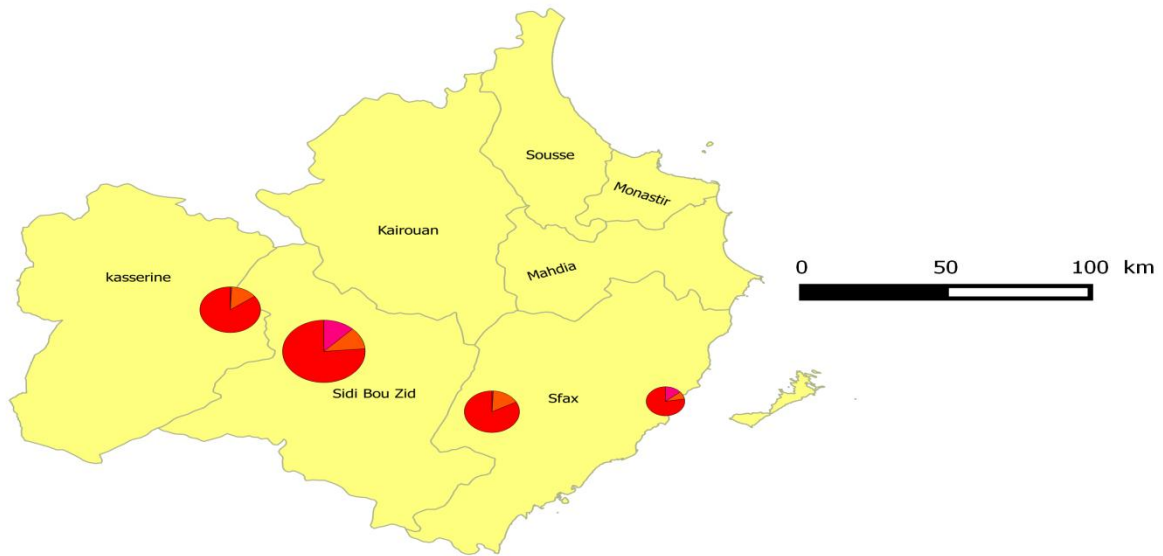
## Marchés de collecte



54

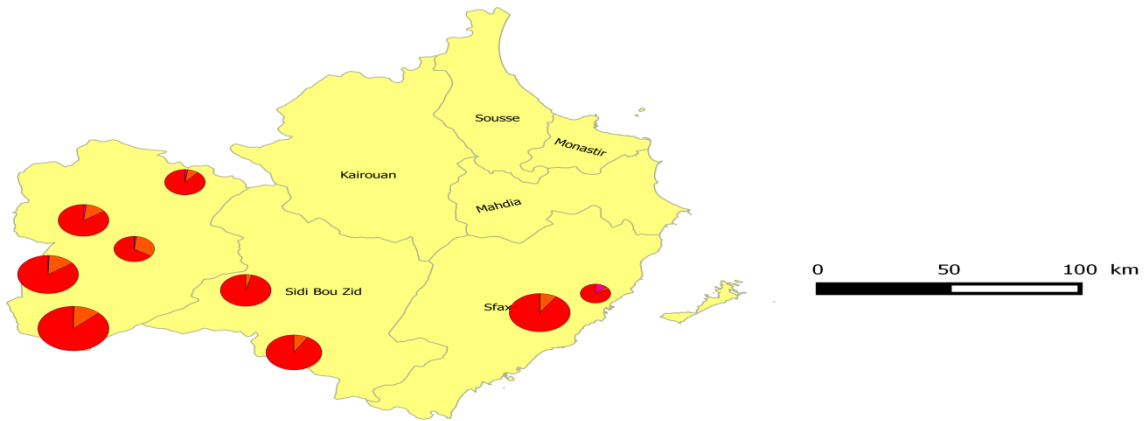
**Annexe 2 : Les marchés du centre de la Tunisie (le nombre de marchés figure à droite)**

**Grands marchés d'approvisionnement**



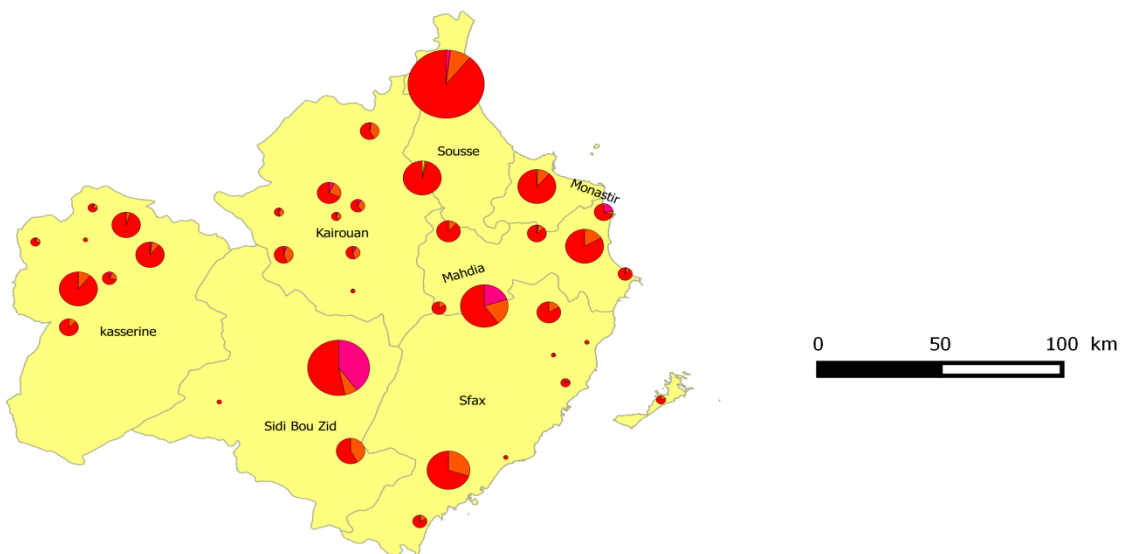
**4**

**Marchés de transfert et de redistribution**



**9**

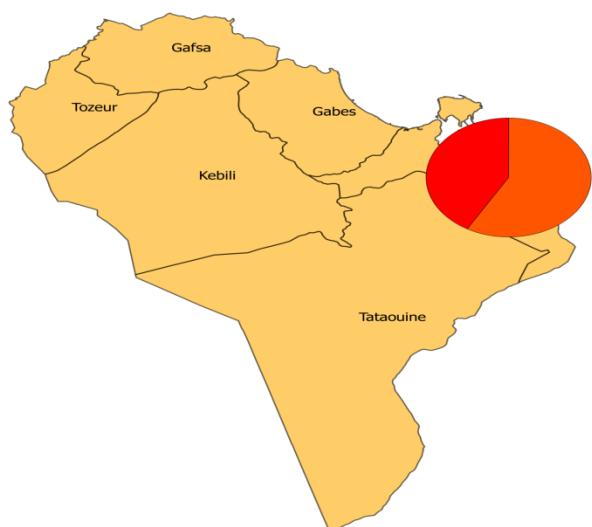
**Marchés de collecte**



**71**

**Annexe 3 : Les marchés du sud de la Tunisie (le nombre de marchés figure à droite)**

**Grands marchés d'approvisionnement**

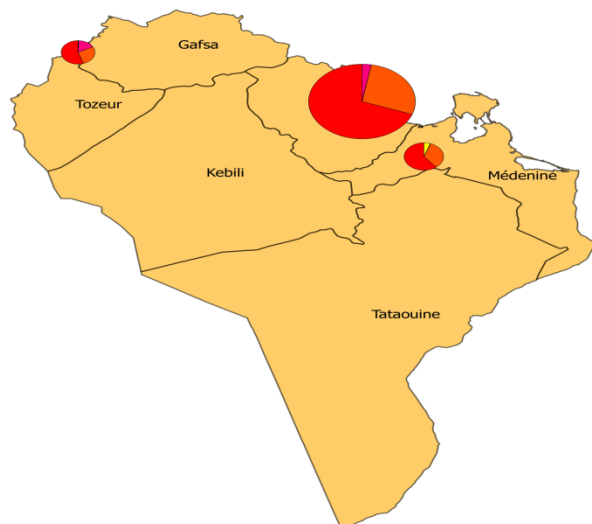


0 100 km



**1**

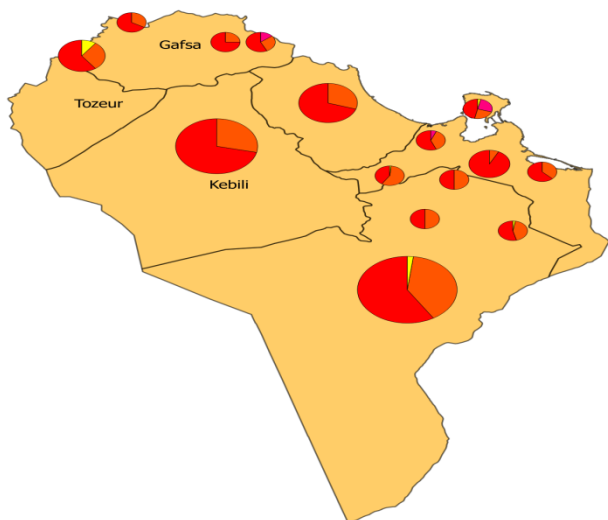
**Marchés de transfert et de redistribution**



0 100 km

**3**

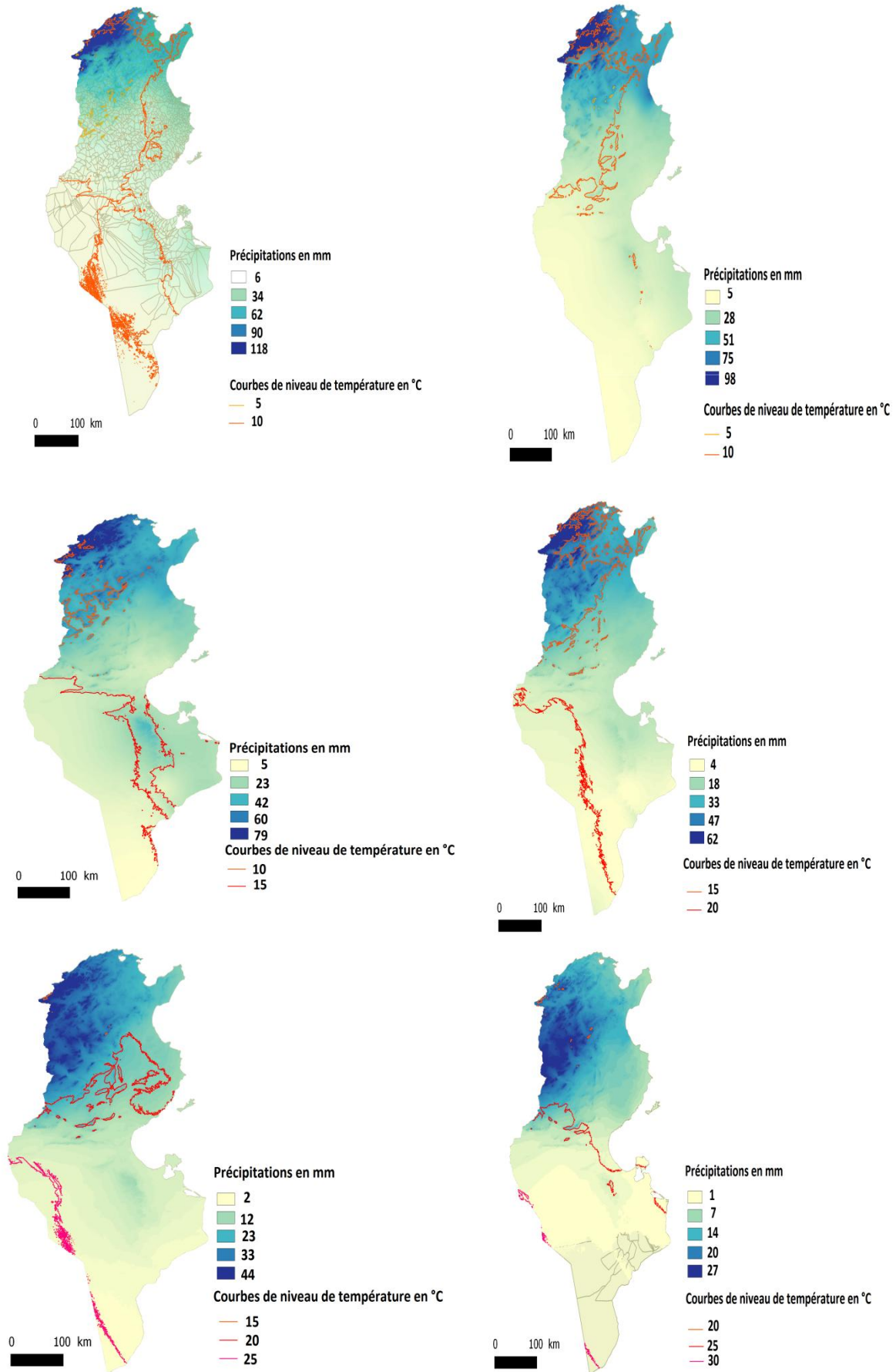
**Marchés de collecte**



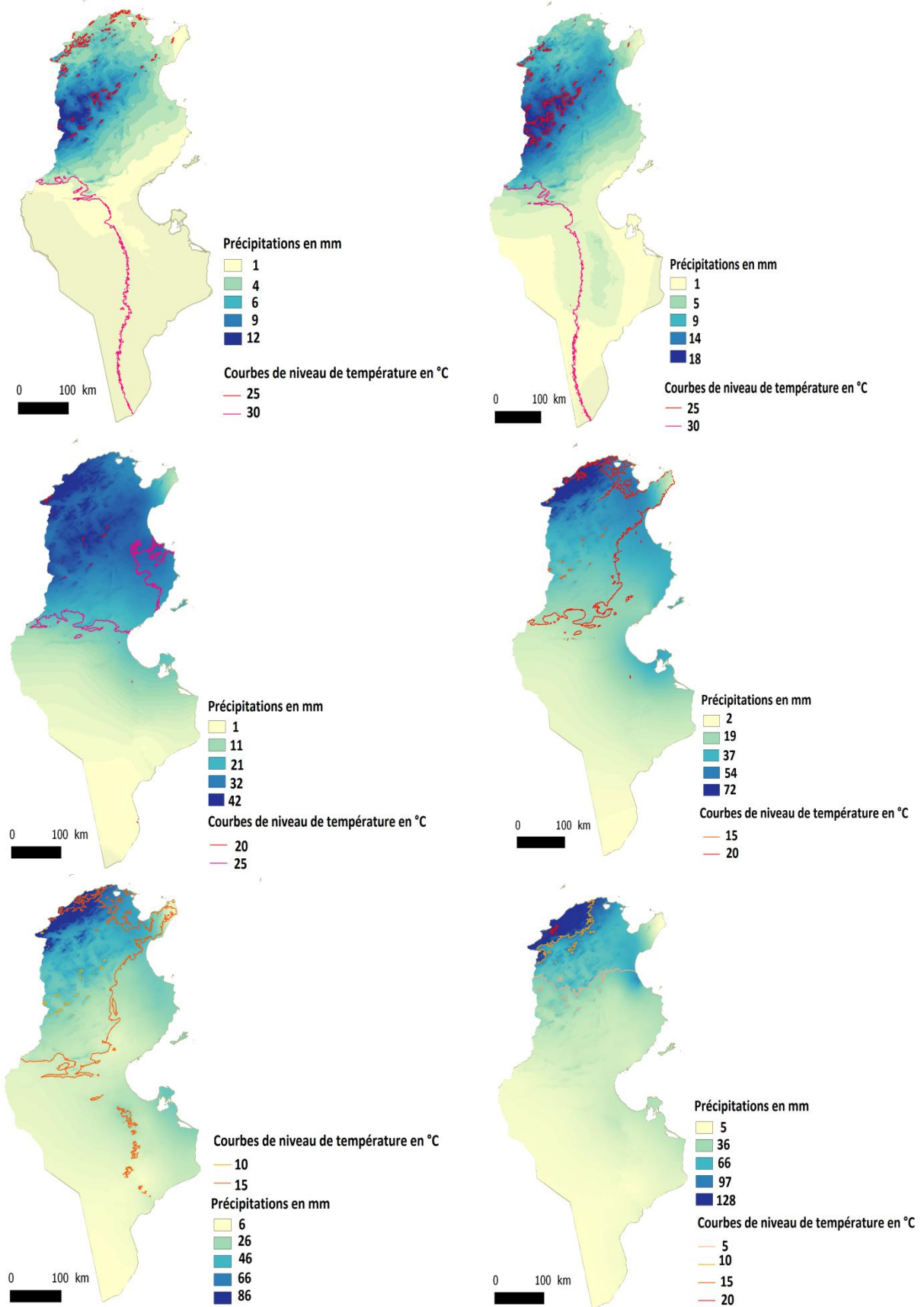
0 100 km

**33**

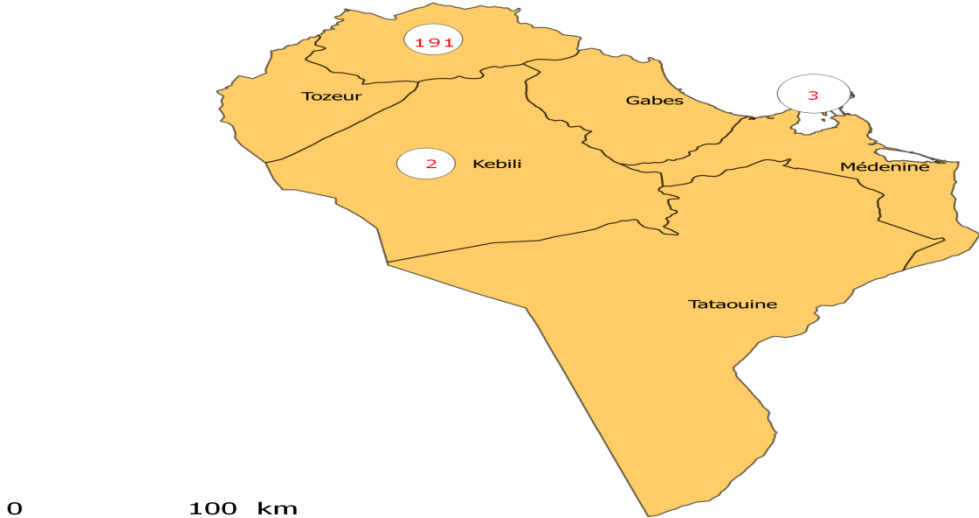
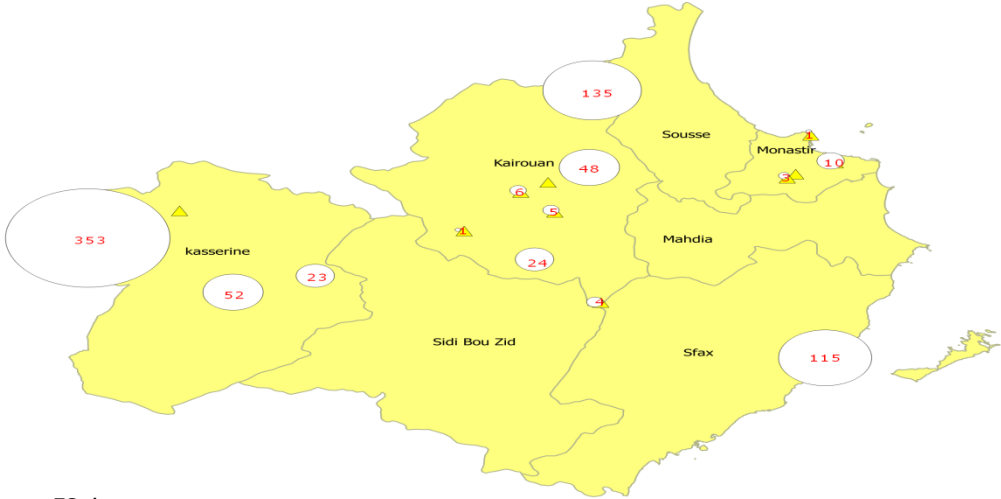
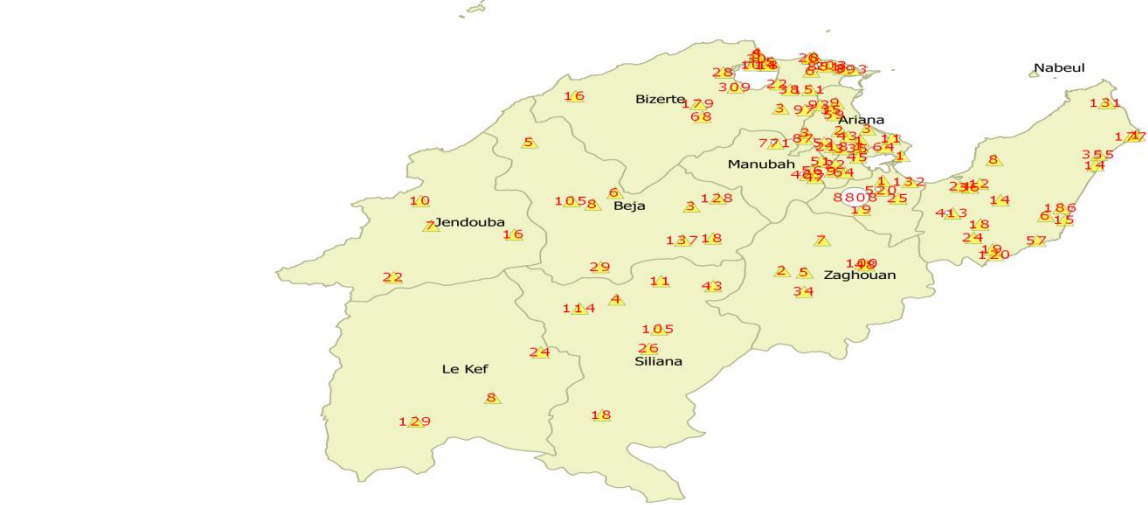
**Annexe 4 : Les précipitations en Tunisie de Janvier à Juin d'après les données World Clim, 2013**



**Annexe 5 : Les précipitations en Tunisie de Juillet à Décembre d'après les données Worl Clim, 2013**



**Annexe 6 : Les centres d'engraissement bovins en Tunisie**





**Annexe 7 : Liste des imadas où ont été effectués les prélèvements utilisés pour l'enquête rétrospective avec les valeurs calculées de prévalence minimale correspondant au nombre de prélèvements effectués à réponses négatives (le tableau est réparti sur trois pages)**

GOUVERNORAT	DELEGATION	IMADA	Nombre de prélèvements OV	Nombre de prélèvements CP	Prévalence OV	Prévalence CP
<b>Beja</b>	Beja Nord	Azra	<b>13</b>		<b>21</b>	
	Beja Nord	Ain Soltane	<b>2</b>		<b>78</b>	
	Amdoun	Jouza	<b>12</b>		<b>23</b>	
	Amdoun	Farajia	<b>12</b>		<b>23</b>	
	Amdoun	Beni Mellek	<b>6</b>		<b>40</b>	
	Amdoun	Meghraoua	<b>19</b>		<b>15</b>	
	Nefza	Fetnassa	<b>8</b>		<b>32</b>	
	Nefza	Oued El Madan	<b>11</b>		<b>24</b>	
	Nefza	El Jamila	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>53</b>	<b>78</b>
<b>Gabes</b>	Gabes Sud	Limaoua	<b>8</b>		<b>32</b>	
	Gabes Sud	Ghamaka	<b>3</b>	<b>8</b>	<b>64</b>	<b>32</b>
	Mareth	Mareth	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>32</b>	<b>46</b>
	Mareth	Alia	<b>9</b>		<b>29</b>	
	Ancienne Matmata	Tachin	<b>16</b>	<b>11</b>	<b>18</b>	<b>24</b>
	Menzel Habib	Rabia Oula	<b>15</b>	<b>10</b>	<b>19</b>	<b>26</b>
	Menzel Habib	Oued El Zitoun	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>40</b>	<b>35</b>
<b>Jendouba</b>	Tabarka	Ain Sanoussi	<b>14</b>		<b>20</b>	
	Ain Draham	El Atatfa	<b>13</b>		<b>21</b>	
	Ain Draham	Takama	<b>6</b>		<b>40</b>	
	Ghar El Dima	El Marassen	<b>6</b>		<b>40</b>	
	Ghar El Dima	Ain Soltane	<b>13</b>		<b>21</b>	
	Ghar El Dima	El Saria	<b>18</b>		<b>16</b>	
	Ghar El Dima	Ouachtata	<b>10</b>		<b>26</b>	
	Ghar El Dima	El Kalaa-Elaraba	<b>12</b>		<b>23</b>	

<b>kairouan</b>	Sbikha	Sidi Messaoud	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>35</b>	<b>95</b>
	Chararda	El Chariatia Sud	<b>11</b>		<b>24</b>	
	El Ouaslatia	Jebel El Rihane	<b>9</b>	<b>4</b>	<b>29</b>	<b>53</b>
	El Ouaslatia	Zaghdoud	<b>11</b>	<b>2</b>	<b>24</b>	<b>78</b>
	El Ouaslatia	Oued El Kasab	<b>11</b>		<b>24</b>	
	Hajeb El Ayoun	El Serja	<b>4</b>		<b>53</b>	
	Hajeb El Ayoun	El Chaouachi	<b>7</b>		<b>35</b>	
	Haffouz	Tarza Sud	<b>10</b>	<b>4</b>	<b>26</b>	<b>53</b>
	Nasrallah	El Ahouaz	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>40</b>	<b>78</b>
<b>Kebili</b>	Douz Sud	Ghlissia		<b>3</b>		<b>64</b>
	Douz Sud	Zahfran	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>53</b>	<b>32</b>
	Douz Sud	Douz Ouest	<b>1</b>	<b>11</b>	<b>95</b>	<b>24</b>
	Douz Sud	Naouil Sud	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>53</b>	<b>35</b>
	Kebili Sud	Bezma	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>53</b>	<b>53</b>
<b>Kébili</b>	Kebili Sud	Jemna	<b>7</b>		<b>35</b>	
	Kebili Sud	Bergouthia	<b>1</b>	<b>8</b>	<b>95</b>	<b>32</b>
	Kebili Nord	Telmine	<b>9</b>		<b>29</b>	
	Kebili Nord	El Tanbar	<b>7</b>		<b>35</b>	
	Kebili Nord	El Rabita	<b>8</b>		<b>32</b>	
<b>Medenine</b>	Medenine Sud	Labba	<b>20</b>	<b>11</b>	<b>14</b>	<b>24</b>
	Ajim	Ajim	<b>8</b>		<b>32</b>	
	Houmt Souk	Bou Mallel	<b>8</b>		<b>32</b>	
	Houmt Essouk	Walegh	<b>7</b>		<b>35</b>	
	Midoune	Midoune	<b>8</b>		<b>32</b>	
	Midoune	Sedouikech	<b>15</b>		<b>19</b>	
<b>Monastir</b>	Zeramdine	Zahahafa	<b>13</b>		<b>21</b>	
	Zeramdine	Medjena Al Chaouech	<b>24</b>		<b>12</b>	
	El Moknine	Amira El Taouzra	<b>10</b>		<b>26</b>	
	Jemel	El Taiirara	<b>20</b>		<b>14</b>	
	Jemel	Zaouaia Fentech	<b>22</b>		<b>13</b>	

<b>Nabeul</b>	El Mida	El Aouma	<b>8</b>		<b>32</b>	
	El Mida	El Khalaika	<b>5</b>		<b>46</b>	
	El Haouria	Tezghrane-El Nejea	<b>24</b>		<b>12</b>	
	Hamam El Ghzaz	Harat El Chara-El Riadh	<b>11</b>	<b>1</b>	<b>24</b>	<b>95</b>
	Dar Chaaban El	Zamou	<b>12</b>		<b>23</b>	
	Grombalia	Ninou	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>53</b>	<b>78</b>
	Kelibia	Oued El Khatf-Har Ouari	<b>4</b>		<b>53</b>	
	Menzel Bouzelfa	Rahma	<b>1</b>		<b>95</b>	
	Menzel Temim	Beni Abdel Aziz	<b>8</b>		<b>32</b>	
	Menzel Temim	El Damouss	<b>6</b>		<b>40</b>	
<b>SBZ</b>	Rakaba	Sekba	<b>7</b>		<b>35</b>	
	Mazzouna	El Sed	<b>6</b>		<b>40</b>	
	Ouled Haffouz	Kassouda	<b>3</b>		<b>64</b>	
	Ouled Haffouz	Dhouibet Nord	<b>4</b>		<b>53</b>	
	Jelma	El Abiadh	<b>12</b>		<b>23</b>	
	Jelma	Selta	<b>11</b>	<b>1</b>	<b>24</b>	<b>95</b>
	SBZ Ouest	Sadakia	<b>12</b>		<b>23</b>	
	Menzel Bouzaiane	El Kallel	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>32</b>	<b>64</b>
	Menzel Bouzaiane	El Khorchof	<b>12</b>	<b>10</b>	<b>23</b>	<b>26</b>
<b>Siliana</b>	Rouhia	Habebssa Nord	<b>8</b>		<b>32</b>	
	Rouhia	Jamilet	<b>23</b>		<b>13</b>	
	Rouhia	Hababssa Sud	<b>38</b>		<b>8</b>	
	Krib	Borj Massoudi Ouest	<b>21</b>		<b>14</b>	
<b>Sousse</b>	Kalaa Kobra	Sed Ouest	<b>12</b>		<b>23</b>	
	Kalaa Kobra	Beloum	<b>37</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>78</b>
	Bouficha	El Safha	<b>15</b>		<b>19</b>	
	Bouficha	Sidi Said	<b>15</b>		<b>19</b>	
	Bouficha	Ain El Rahma	<b>10</b>		<b>26</b>	

<b>Tatouine</b>	Smar	Smar	<b>2</b>		<b>78</b>	
	Smar	El Morra	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>32</b>	<b>46</b>
	Smar	Kssar Aoun	<b>9</b>	<b>2</b>	<b>29</b>	<b>78</b>
	Tataouine Sud	Massrab	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>40</b>	<b>40</b>
	Tataouine Nord	Telelta	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>46</b>	<b>40</b>
	Tataouine Nord	Kalaa Ouest	<b>9</b>	<b>4</b>	<b>29</b>	<b>53</b>
	Tataouine Nord	Beni Hellal	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>53</b>	<b>53</b>
	Rameda	Rameda Ouest	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>32</b>	<b>40</b>