



International Development
Research Centre

Centre de recherches pour le
développement international



« Analyse des Modalités d'adaptation aux effets Sur la santé des Changements Climatiques

Cas de la leishmaniose cutanée zoonotique à *leishmania major* »

Par

Dr Mohamed Kouni CHAHED
Tunisie

Rapport Final **avril 2012**

Projet de Recherche CRDI n° 104270-015

Titre du projet CRDI : « Analyse des modalités d'adaptation aux effets sur la santé des Changements Climatiques : Cas de la leishmaniose cutanée zoonotique à *leishmania major* »

Pays : Tunisie

Institution de Recherche : Observatoire National des Maladies Nouvelles et Emergentes.

5-7 Rue Khartoum, Immeuble Diplomat, 13^{ième} étage. Le Belvédère. 1002. Tunis

Equipe de Recherche : M.K.Chahed¹, N. Ben Alaya¹, N. Achour¹, J. Daaboub², I. Nouiri³, J. Ghrab⁴, H.Ben Boubaker⁵, T. Belaaj⁶.

1. Observatoire National des Maladies Nouvelles et Emergentes et Faculté de Médecine de Tunis.

2. Direction de l'Hygiène du Milieu et de l'Environnement. Ministère de la Santé Publique. Tunisie

3. Institut National d'Agronomie. Tunis. Tunisie.

4. Institut Supérieur des Sciences et Technologies de l'Environnement. Borj Cedria. Tunisie

5. Département de géographie-climatologie. Faculté des Sciences Humaines, La Manouba. Tunis

6. Département de Psychologie. Faculté des Sciences Humaines, 9 avril. Tunis

Table des Matières

Table des matières.....	2
Problème ayant fait l'objet de la recherche.....	3
Objectifs.....	5
Méthodologie.....	7
Activités de recherche	15
Extrants.....	21
Incidences.....	36
Appréciation d'ensemble et recommandations.....	44

Le problème de recherche

La Tunisie, est un pays particulièrement vulnérable qui subit de plein fouet l'impact des changements climatiques (CC). La période 1976-2004 a été marquée par un réchauffement de plus de 1°C, une sécheresse accentuée et des inondations. Les projections appliquées au cas de la Tunisie montrent qu'à l'échéance 2050, on s'attend à une accentuation de l'augmentation de la température moyenne de + 2°.1 C.

Pour atténuer les effets de la sécheresse sur la disponibilité des ressources en eau, la Tunisie a opté pour une stratégie de drainage de l'excédent des années pluviales pour affronter les années de sécheresse (construction de barrages et des lacs collinaires) afin de rendre disponible l'eau de boisson et surtout répondre aux besoins sans cesse accrus en eau pour l'agriculture, d'autant plus que, la politique nationale de développement socio-économique est basée sur la promotion de l'agriculture pour satisfaire les besoins alimentaires du pays et éviter l'exode vers le milieu urbain, en fixant les populations dans leur terre autour de périmètres irrigués.

La multiplication des barrages, des lacs collinaires et des périmètres irrigués favorisent l'humidité des écosystèmes qui, cumulée à l'augmentation de la température liée aux changements climatiques, offre aux populations d'insectes vecteurs de maladies et à certains rongeurs réservoirs de maladies, l'opportunité de s'étendre dans l'espace, d'envahir des zones peuplées et de se rapprocher davantage de la population constituant ainsi des facteurs de vulnérabilité dans le domaine de la santé.

Le déclenchement de l'épidémie de leishmaniose cutanée zoonotique à *leishmania major* (LCZ) durant la saison 1982/1983 autour du barrage de Sidi Sâad, qui venait d'être construit dans le gouvernorat de Kairouan, a montré combien ce risque est bel et bien réel. Depuis cette date, la LCZ s'est propagée de façon fulgurante atteignant, en l'espace de 6 années, 13 gouvernorats, soit les 2/3 du territoire du pays. Elle est devenue ainsi l'un des exemples les plus cités, en Tunisie, pour rappeler la relation étroite entre l'environnement et la santé et l'effet des changements climatiques sur la santé.

Parmi toutes les formes de leishmaniose, La leishmaniose cutanée zoonotique est la forme la plus difficile à contrôler avec une vulnérabilité accrue aux facteurs climatiques, écologiques, sociaux et économiques et son caractère endémo-épidémique qui reproduit des épidémies périodiques qui peuvent être parfois dévastatrices. Ajoutant à cela, l'inefficacité des traitements disponibles, notamment en contexte de recours aux soins tardif, et l'inopérabilité des protocoles de lutte antivectorielle classiques basés sur l'utilisation des insecticides.

Devant l'absence de solutions appropriées qui permettent le contrôle de cette maladie à transmission vectorielle sensible aux conditions climatiques et environnementales, notre projet de recherche a pour objectif principal d'étudier, avec la population et les différents partenaires, les modalités d'adaptation à l'émergence de cette maladie dans

un contexte de CC caractérisé. Pour faciliter une telle adaptation, le projet se propose d'étudier la faisabilité d'un système d'alerte précoce des épidémies de LCZ, de déterminer les situations de vulnérabilité et les comportements à risque liés à la pratique de l'irrigation en vue de minimiser le risque d'exposition et d'identifier les principaux déterminants de la vulnérabilité de la femme afin de réduire leurs impacts.

La mise en œuvre du projet a été déployée selon l'approche écosystémique dans le souci d'impliquer la communauté et les partenaires à toutes les étapes du projet afin de bien partager les résultats et de prendre les mesures favorables à une réduction maximale de la vulnérabilité et une meilleure maîtrise du risque de LCZ.

Objectifs

Objectif général :

Explorer les différentes modalités d'adaptation au problème de la leishmaniose cutanée zoonotique à *leishmania major*, maladie en émergence épidémique dans un contexte de changement climatique, en Tunisie.

Objectifs intermédiaires :

- Etudier la faisabilité d'un système d'alerte précoce des épidémies de LCZ, basé sur la surveillance de l'écosystème, capable de prédire suffisamment à l'avance le risque d'épidémie et permettre à la population de s'y adapter ;
- Etudier les systèmes d'irrigation des périmètres agricoles et les comportements des agriculteurs lors de l'irrigation en vue d'en améliorer l'efficacité et de diminuer l'exposition des agriculteurs au risque de LCZ;
- Identifier les déterminants de la vulnérabilité de la femme à la LCZ et étudier les représentations et le vécu du portage des lésions du visage chez la femme ;
- Renforcer les compétences de la communauté dans le domaine de l'adaptation aux changements climatiques et du contrôle de la LCZ.

Objectifs spécifiques :

- Recenser, enquêter et géoréférencer tous les cas de LCZ qui apparaissent durant la période du projet, à l'aide d'un système de surveillance épidémiologique basé sur les centres de santé et les établissements scolaires de la zone d'étude et faire une analyse temporo-spatiale de l'évolution de la situation épidémiologique.
- Etudier la répartition temporo-spatiale du vecteur dans l'écosystème et identifier les situations à risque favorisant le contact Homme-vecteur ;
- Collecter les données relatives à l'activité des rongeurs réservoirs de *I. major*, selon des cycles mensuels de surveillance, basés sur le comptage des terriers actifs dans le biotope du rongeur (garaat).
- Analyser, à l'aide d'un système d'information géographique mis en place par le projet, la relation entre l'incidence de la LCZ, les paramètres bioclimatiques (Tx, Tn, pluviométrie) et environnementaux (densité du rongeur selon la méthode de comptage des terriers sur des parcelles de couvert végétal du biotope, échantillons sélectionnés de façon aléatoire à partir d'images satellites);
- Analyser les pratiques des agriculteurs dans le domaine de l'irrigation et identifier les solutions correctrices pour assurer une gestion efficace de l'eau ;
- Etudier les comportements inadéquats d'exposition au risque de piqûre par les phlébotomes, liés aux pratiques professionnelles des agriculteurs et des membres de leurs familles;

- Analyser les représentations et le vécu de la maladie chez la femme et identifier les fausses croyances nuisibles à la prévention de la maladie ;
- Mesurer la connaissance de la dimension environnementale de la maladie et la connaissance du risque chez la femme ;
- Analyser le vécu de la femme porteuse d'une lésion ou cicatrice du visage pour sélectionner les mesures adaptatives qui permettront de minimiser la vulnérabilité de la femme.
- Favoriser l'émergence d'une prise de conscience du risque CC et d'une culture d'adaptation à ces CC auprès de la communauté, des partenaires et des décideurs.

N.B :

Cette liste d'objectifs est légèrement différente de la liste des objectifs généraux et spécifiques du projet précisés dans le PACS (voir document de référence PACS).

Le groupe de recherche a reformulé les objectifs du projet, avant le démarrage effectif du projet, car la durée de 3 ans a été jugée comme étant assez courte pour atteindre tous les objectifs formulés dans le PACS. Les objectifs qui n'ont pas été retenus au démarrage du projet sont ceux se rapportant à la mise en œuvre des solutions qui seraient identifiées à la suite du partage des résultats avec les partenaires et l'identification de solutions alternatives d'adaptation.

Les objectifs suivants, formulés dans le PACS, n'ont pas été retenus :

- Analyser la relation temporo-spatiale entre l'indice de végétation, la densité des terriers et le nombre des cas de LCZ et les principaux déterminants de cette relation afin de valider le modèle qui permet de prédire l'alerte de l'épidémie.
- Estimer le seuil de densité des terriers des rongeurs par m² à partir duquel, en cas de corrélation positive, il faudrait déclencher l'alerte d'un risque épidémique potentiel;
- Identifier les modalités de surveillance du biotope et définir une stratégie adéquate, impliquant les partenaires et la communauté, qui permettra d'assurer cette surveillance et d'intervenir en cas de déclenchement de l'alerte ;
- Analyser la dynamique et le comportement trophique du vecteur dans le biotope et identifier les actions adaptées de lutte anti-vectorielle à préconiser à la communauté ;
- Mettre en place une stratégie de communication visant à diminuer la vulnérabilité de la femme à la maladie;

Méthodologie

1. Mise en place d'un Cadre Organisationnel de l'Intervention :

Le gouvernorat de Sidi Bouzid, qui connaît depuis le début des années 1980 une émergence endémo-épidémique de la LCZ, a été choisi comme **zone du projet**. La zone concernée par nos travaux de recherche englobe les délégations de Souk Jedid et de Sidi Bouzid Sud, du gouvernorat de Sidi Bouzid. Cette région a connu, dans le cadre de la politique nationale de développement économique et social des années 1970, une transformation radicale faisant passer le gouvernorat du statut de **steppe pastorale** à celui d'une **région agricole** dominée par les plantations arboricoles et le développement d'un grand secteur de cultures irriguées. Parallèlement à cette mutation du paysage agricole et rural, la région a connu un important mouvement de sédentarisation qui a donné lieu à la création de nouveaux villages, notamment, autour de nouveaux périmètres irrigués, dont un bon nombre est aménagé à côté des dépressions et sebkhas, biotopes des rongeurs, *Psammomys obesus*, principaux réservoirs de *leishmania major*, parasite responsable de la LCZ. Garaat En-Njila, l'un de ces sebkhas, est situé au centre de notre zone d'étude et autour de laquelle sont implantés des périmètres irrigués et des habitations humaines (figure 1).

Le projet a été conçu comme une recherche-action qui associe une multitude d'acteurs : des chercheurs universitaires (épidémiologiste, parasitologue, psychologue, biologiste, ingénieur, entomologiste), des responsables locaux (administratifs et techniques), des agriculteurs, des représentants d'organismes non gouvernementaux (ONG). Mais, il doit reposer essentiellement et en premier lieu sur les membres de la communauté.

Pour piloter le projet, un comité local informel appelé « *comité local d'adaptation au changement climatique* » a été constitué. En plus de l'équipe de recherche, ont été associés à ce comité, des responsables administratifs et techniques (santé et agriculture) du niveau régional (gouvernorat) et local (délégation), des acteurs locaux (infirmiers, enseignants, cellule de l'union des femmes) et les représentants des agriculteurs (communauté habitant la zone). Sa mission, définie comme étant l'appropriation des objectifs du projet, la contribution de sa mise en œuvre et la valorisation de ses résultats, a été partagée, éclaircie, et adoptée sur la base des informations qui ont été présentées aux membres de ce comité, expliquant la problématique des changements climatiques, le lien entre les changements climatiques et l'apparition de la maladie (LCZ), les facteurs de vulnérabilité à la maladie (présence de rongeurs réservoirs du parasite dans la zone, caractéristiques des insectes vecteurs de la maladie, comportements inadéquats favorisant l'exposition, pratiques agricoles, méthodes d'irrigation, cohabitation animale, accumulation des détritiques, comportements individuels (exposition lors du sommeil,

veillée nocturnes)), l'absence de méthodes de lutte individuelle et/ou collective disponibles pour contrôler la maladie et enfin la nécessité de mettre en place une stratégie d'adaptation minimisant le risque et réduisant la vulnérabilité.

À l'aide de ce dispositif participatif, le projet se proposait de concevoir, tester et mettre en place des stratégies d'adaptation qui tiennent compte des réalités du terrain et qui permettent de minimiser le risque et de réduire la vulnérabilité de la population à la maladie. Ce cadre de concertation devrait offrir aux membres de la communauté la possibilité, non seulement, d'être mieux informés mais aussi de communiquer leur savoir, de poser des questions et de faire part de leurs opinions et de leurs difficultés, en vue d'identifier les solutions qui les protégeraient.

Pour constituer le comité local du projet, l'équipe de recherche s'est appuyée sur le soutien et l'appui de la direction régionale de la santé publique de Sidi Bouzid. Le Médecin Directeur Régional a accepté de prêter sa collaboration pour faciliter l'introduction de l'équipe de recherche et du projet auprès des autorités administratives et politiques régionales et locales (gouvernorat, délégation), des services techniques (Commissariat régional de développement agricole (CRDI) et direction régionale de l'enseignement) et des organisations non gouvernementales (union des agriculteurs, union des femmes tunisiennes).

Le caractère informel du comité a été l'unique choix possible pour plusieurs raisons. L'absence de textes législatifs organisant ce type de comité a été le premier obstacle. L'absence de traditions démocratiques qui permettraient d'élire un comité de pilotage autonome et souverain est le deuxième obstacle. Le choix de créer un comité autorisé par le gouverneur, seule possibilité pour donner un caractère formel à un tel comité, aurait été un choix qui limiterait beaucoup l'indépendance du projet car un tel choix nous obligerait de confier la présidence du comité aux autorités administratives locales (délégué), chose qui transformerait le projet en un projet géré par le politique et empêcherait toute participation libre et autonome de la communauté et des autres partenaires.

On a donc opté pour un comité local informel, dont les membres ont été choisis à la suite de multiples contacts avec les différents partenaires et sur la base du volontariat. Les premières réunions du comité se sont déroulées avec assiduité et enthousiasme et ont permis de réussir l'implantation et le bon démarrage du projet grâce, notamment, à une très bonne implication des représentants des agriculteurs des périmètres irrigués, les groupements de développement agricole (GDA).

Le caractère informel du comité a eu pour inconvénient de voir apparaître, au fil du temps, un phénomène de manque d'engagement et d'absentéisme chez plusieurs membres du comité dont le volontariat de départ n'a pas été bien assumé.

2. Utilisation des Techniques de Télédétection et mise en place d'un Système d'Informations Géographiques (SIG) :

Dans le cadre de ce projet, **des méthodes novatrices** ont été utilisés pour analyser, de la meilleure manière possible, toutes les composantes de l'écosystème et leurs interrelations car le cycle de transmission de la LCZ est un cycle très complexe qui dépend de plusieurs facteurs environnementaux (sebkha, périmètres irrigués...etc.) et climatiques (températures, pluviométrie, vent, humidité) et qui implique plusieurs acteurs (homme et son comportement, plusieurs rongeurs réservoirs leur dynamique de population et des insectes vecteurs).

2.1. Utilisation des techniques de Télédétection pour le suivi du biotope :

Dans le cadre du projet, nous avons utilisé une image satellite acquise par le satellite QuickBird, à la date du 16 juin 2006 (date du passage le plus récent du satellite sur la zone de l'étude) d'une très haute résolution spatiale au sol de l'ordre de 60 cm et qui couvre une surface d'à peu près 200 km². Cette image a été orthorectifiée par l'usage de points amers et d'un modèle numérique de terrain (MNT). La projection cartographique utilisée pour la rectification de cette image est l'UTM (Universe Transversal Mercator) sur l'ellipsoïde Clarke 1880 /datum Carthage.

D'autres **images satellites pour le suivi de l'évolution du couvert végétal** avant et après saison des pluies ont été commandées. Chaque année, pendant la durée du projet, 2 images ont été acquises et ont permis de calculer l'indice de végétation normalisé (NDVI).

Malgré le soutien du CRDI, nous n'avons pas pu obtenir ces images de façon gratuite auprès de la NASA, qui était censée dédier ses images gratuitement pour les projets de recherche. La collaboration avec un bureau d'étude Tunisien spécialisé en géomatique nous a permis de commander ces images, de les exploiter tout en offrant la possibilité à des membres de notre équipe de se former sur ces nouvelles techniques nouvelles.



Figure 1 : Image satellite de la zone de l'étude (QuickBird)

2.2. Mise en place d'un Système d'Informations Géographique :

La mise en place d'un système d'information géographique (SIG) vise à construire une plateforme commune à la disposition des différents chercheurs du projet et qui doit servir, à la fois, comme outil de collecte et de stockage des données (géographiques et descriptives) et comme outil d'analyse, une fois les données saisies, validées et intégrées dans la base de données.

Le SIG nous a permis de regrouper toutes les informations collectées sur la population, le biotope, la localisation des cas de LCZ détectés, les températures, la pluviométrie, la densité des rongeurs. L'approche méthodologique adoptée, pour construire la base des données géographiques, a décomposé les données de recherche en quatre domaines distincts :

- Domaine appelé « **social** » : Ce domaine regroupe les informations relatives à la population ;
- Domaine appelé « **agricole** » : Ce domaine regroupe les informations relatives aux exploitations agricoles, aux périmètres irrigués, sources d'eau.....etc ;
- Domaine appelé « **thématique** » : Ce domaine regroupe les données sur les cas de LCZ recensés, le biotope (localisation des terriers du réservoir), les vecteurs (données résultantes des missions de piégeage....etc.) ;
- Domaine appelé « **météorologique** » : Ce domaine regroupe les données relatives à la météorologie, à savoir les températures, la pluviométrie, la vitesse et direction de vent, l'humidité (de l'air et du sol).....etc.

L'utilisation et l'intégration des images satellites dans le SIG ont respectées 5 exigences :

(1) mettre à jour les bases de données cartographiques existantes, d'autant plus que la cartographie existante la plus précise est à l'échelle 1/50000 et date d'environ des années vingt.

(2) Corriger les erreurs, souvent nombreuses, observées dans les bases de données existantes.

(3) Prendre en compte les caractéristiques et l'organisation de la zone d'étude : exploitations agricoles, plan parcellaire des PPI : routes, pistes, cours d'eaux, natures et caractéristiques des parcelles connexes, etc.

(4) Servir de référentiel géographique, géodésique et spatial à la construction du SIG-LCZ et à l'intégration des différentes bases de données.

(5) Donner une représentation holistique de la zone d'étude.

La figure suivante illustre le modèle conceptuel que nous avons adopté pour l'implémentation de la base des données :

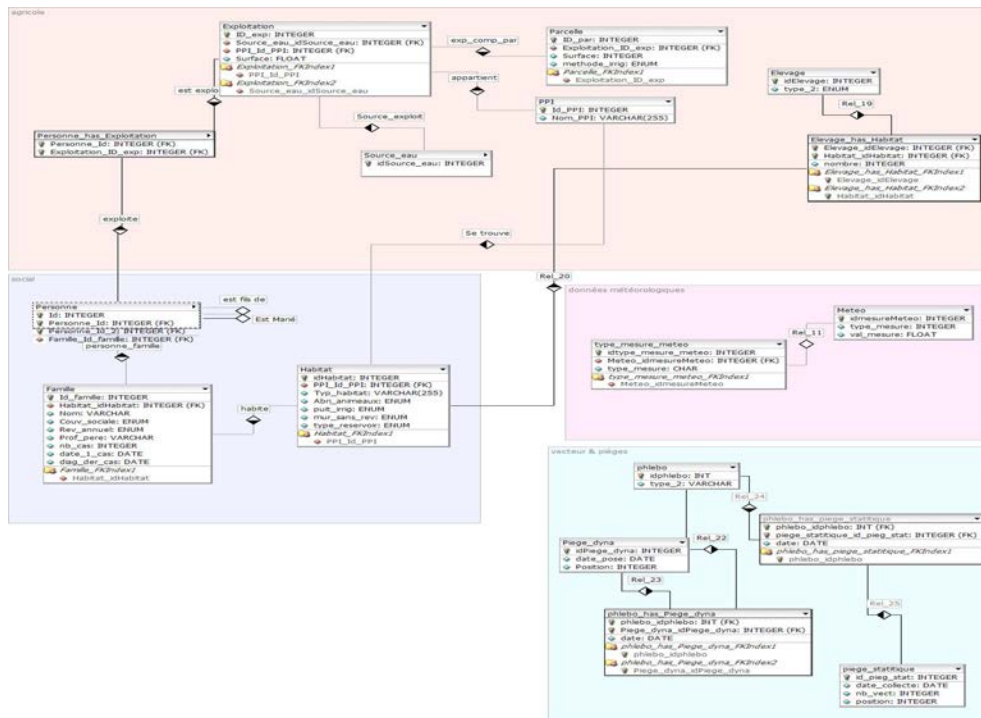


Figure 2 : modèle conceptuel de la base des données

La construction de la base des données géographiques (SIG) est passée par plusieurs étapes. Les données concernant les habitants et les habitations de la zone de l'étude ont été collectées à l'aide d'une enquête exhaustive, porte à porte. La position géographique du ménage a été repérée par un GPS (Global Positioning Système), de marque MAGEL, ensuite une couche d'informations, représentant les ménages enquêtés, a été intégrée à la base de données géographique. Cette couche a comporté 1486 ménages enquêtés. La figure suivante illustre les positions des ménages enquêtés (en rouge).

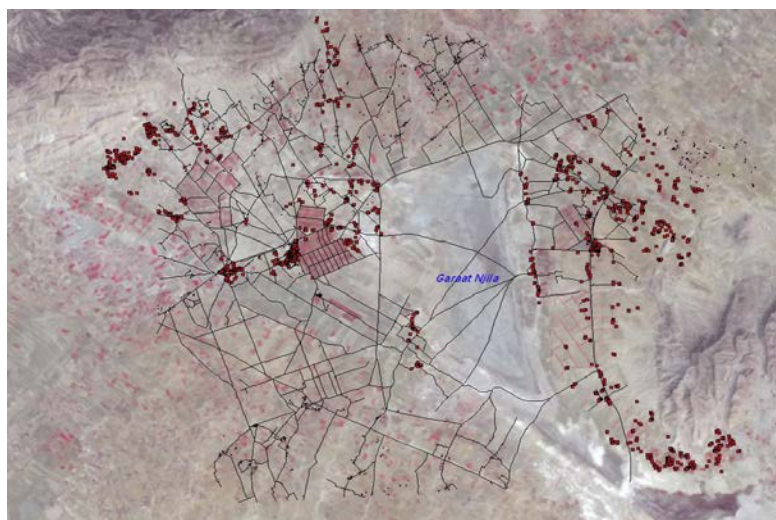


Figure 3 : répartition spatiale des ménages enquêtés

Ensuite, une carte topographique à l'échelle 1/50 000 de la zone d'étude a été utilisée pour actualiser l'image satellite. Cette carte, dressée durant les années 1920, la seule disponible, illustre les principaux traits topographiques de la zone mais pêchait par sa grande défaillance quant à l'actualité de l'information qu'elle représente. En effet, depuis l'essor de l'activité agricole dans la région, la zone a subi une grande mutation au niveau de son infrastructure ce qui a été traduit par la densification du réseau des pistes et l'édification de plusieurs noyaux de villes et d'agglomérations. Ce changement au niveau du faciès de la zone d'étude nous a imposé inéluctablement des opérations de mise à jour au niveau des données géographiques :

- réseau routier : cette couche comprend le réseau classé ainsi que toutes les pistes et voies de communications existantes
- réseau hydrographique : représentant les cours d'eau dans la zone d'étude
- agglomération urbaine et logements isolés
- parcelles agricoles et périmètres irrigués
- hydrographie ponctuelle : puits, sources, bassins, etc.
- positions des pièges pour les vecteurs
- infrastructures socio collectives (CSB, école, etc.)

3. Méthodes de collecte des données

3.1. Collecte des données épidémiologiques :

Grâce au réseau des centres de santé de base de la zone d'étude, la sensibilisation de la population locale, la surveillance active en milieu scolaire assurée par les enseignants, les cas de LCZ qui apparaissent chaque mois ont été détectés, déclarés, géo-référencés (positionnement par GPS) et investigués à l'aide d'une fiche d'enquête détaillant les caractéristiques individuelles du malade (âge, sexe, profession, niveau scolaire....etc.), les caractéristiques cliniques des lésions (nombre, localisation, ancienneté....), les facteurs de risque d'exposition (pratiques professionnelles, comportements à risque, déplacements antérieurs) et les caractéristiques environnementales de l'habitat. Le SIG nous permet de visualiser la répartition spatiale des cas dans la zone de l'étude.

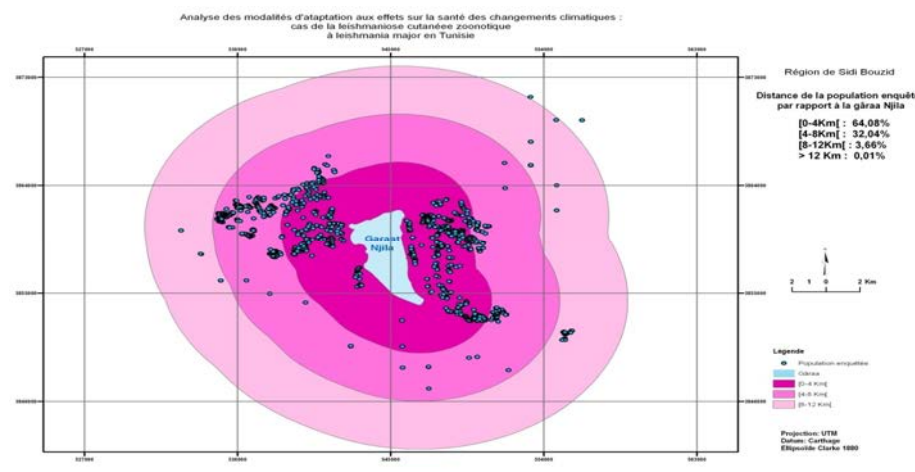


Figure 4 : répartition spatiale des cas de LCZ

3.2. Piégeage et capture des vecteurs

Des enquêtes entomologiques basées sur la capture des phlébotomes au niveau de stations de capture sélectionnées et par des méthodes appropriées et standardisées (pièges huilés ou pièges lumineux...etc.) ont permis d'étudier la dynamique du vecteur dans le temps et dans l'espace.

Le choix des positions des pièges de capture des vecteurs a été guidé par l'importance de leur répartition de façon uniforme et aléatoire sur toute la zone de l'étude en vue de pouvoir extrapoler les résultats des observations entomologiques à toute la zone par les techniques d'interpolation, une fois la collecte achevée. Ainsi, les pièges ont été choisis et positionnés de façon à suivre un transect reliant les deux grands périmètres irrigués (périmètre de Hichria et Ouled Mhamed) tout en traversant la sebkha de Garaat Njila.

La figure suivante illustre la répartition spatiale des pièges statiques et dynamiques

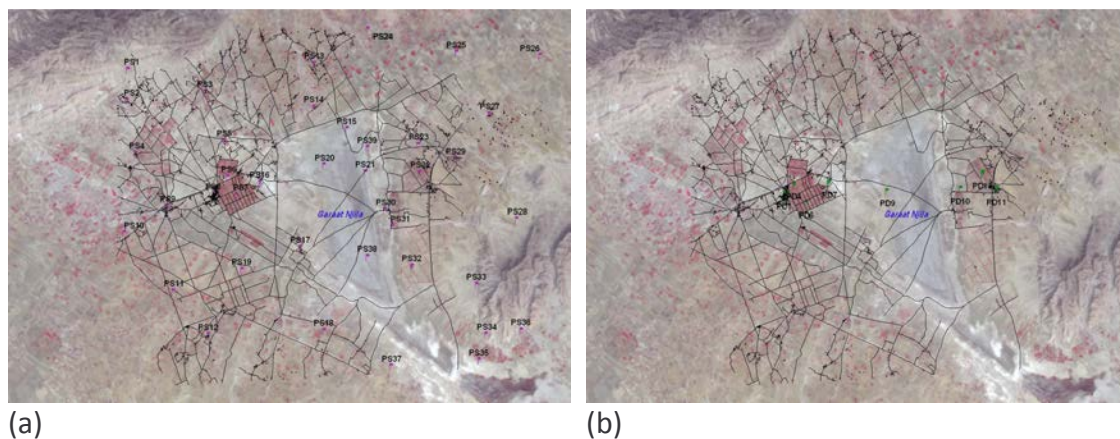


Figure 5 : (a) répartition spatiale des pièges statiques; (b) répartition spatiale des pièges dynamiques

L'acquisition, ultérieure et non planifiée au départ, de pièges CDC qui permettent de mesurer la densité horaire des phlébotomes, a facilité l'étude de la répartition dans le temps de l'activité des phlébotomes.

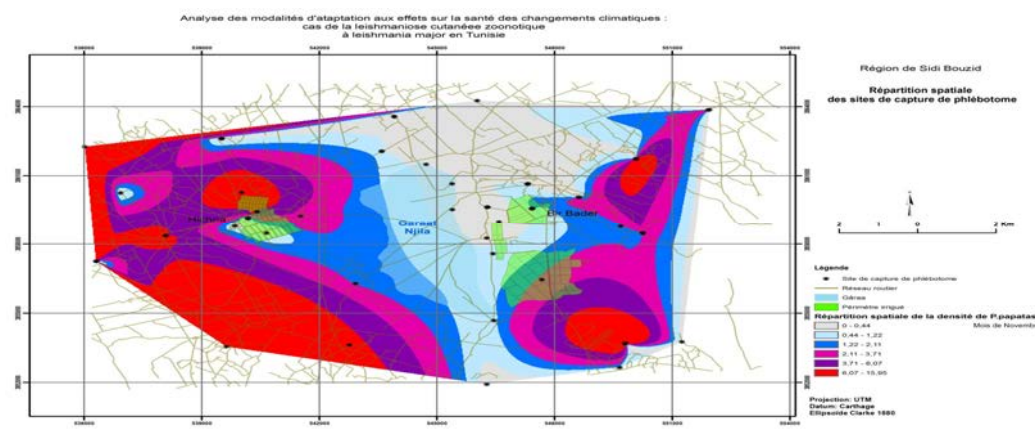


Figure 6 : Zones en fonction de la densité des phlébotomes, par interpolation

3.3. Collecte des données sur les rongeurs :

Une autre action de terrain a permis de collecter, mensuellement, les données relatives à l'activité des rongeurs réservoirs de *I. major* sur la base d'un comptage des terriers actifs dans le biotope du rongeur. Des images satellites de la zone, avant et après la saison des pluies, ont permis de calculer l'indice de végétation normalisé (NDVI) du biotope des rongeurs (Garaat Ennjila).

Indice de végétation normalisé calculé à partir d'image acquise le 09 Octobre 2009

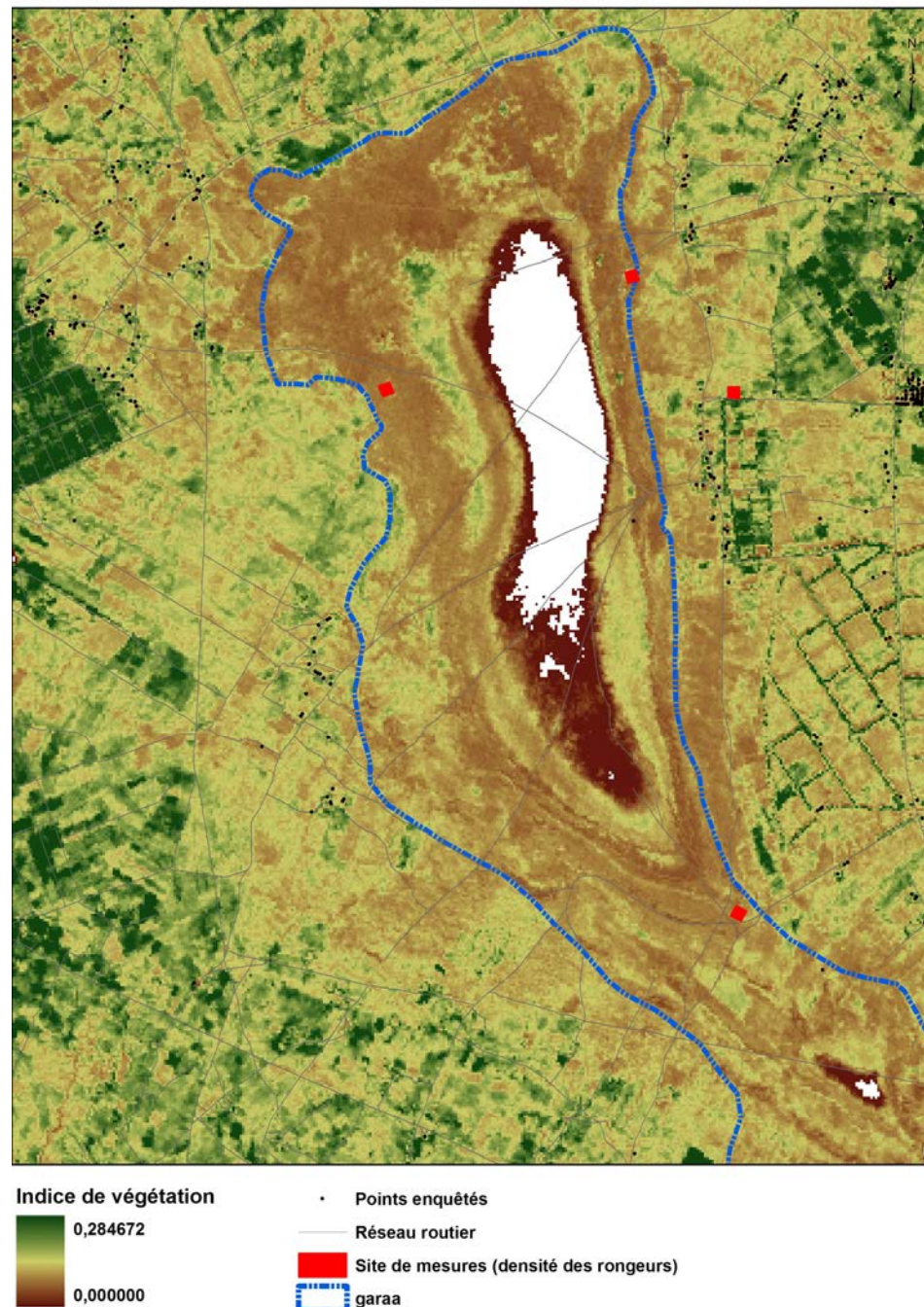


Figure 7 : Image satellite de Garaat Ennjila, prise à la date du 09 octobre 2009, permettant de calculer l'indice de végétation normalisé (NDVI)

3.4. Collecte des données climatiques :

L'acquisition d'une station météorologique automatique et son installation au centre de la zone de l'étude a permis de collecter les données climatologiques quotidiennes.

3.5. Collecte des données sur la gestion de l'irrigation

Afin de suivre le comportement des agriculteurs en matière d'irrigation, il a été décidé d'utiliser un tableau qui récapitule les informations existantes au niveau de tout GDA dont le réseau d'irrigation est **au tour d'eau**, comme c'est le cas pour nos 2 périmètres irrigués (PI) de la zone d'étude. En fait, dans ce genre de situation l'agriculteur paye le coût de l'eau à l'avance. Le responsable de la distribution de l'eau d'irrigation du PI, appelé « *Eguadier* », programme le temps de l'irrigation pour une date future. Ainsi, il a été proposé aux deux GDA un tableau de suivi, sous format Excell. En plus de la détermination des périodes des irrigations, cet outil permet aussi le calcul automatique des heures d'irrigation et du nombre d'agriculteurs. La figure suivante montre un exemple de suivi pour le GDA El Hichria :

Tableau de suivi de l'utilisation du périmètre irrigué																									
				GDA : EL HICHRIA - SIDI SAYEH 1																					
				Date : 01/07/2009																					
Agriculteur	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24	Total
a1																									0.0
a2																									0.0
a3																									0.0
a4																									0.0
a5																									0.0
a6-1																									0.0
a6-2																									0.0
a7-1																									0.0
a7-2																									0.0
a7-3	0.5	1	1	1	1	1	0.5																		6.0
a8																									0.0
a9																									0.0
a10																									0.0
a-11																									0.0
a-12																									0.0
a-13-1							0.5	1	0.5																2.0
a13-2																									0.0

Activités de Recherche

Les activités de recherche et le financement qui leur a été alloué ont permis de conduire les actions suivantes :

1. Constitution d'une équipe dédiée au projet, qui a veillé à son bon déroulement :

Le projet a été conçu par une équipe de recherche multidisciplinaire, dirigée par le chef du projet et qui comprend un noyau dur composé d'un entomologiste, d'un mammologiste, d'un ingénieur agronome, d'un parasitologue et d'un épidémiologiste. Les membres de cette équipe, établie à Tunis du fait de l'affectation académique de ses membres dans les établissements universitaires de Tunis, se déplacent très régulièrement à la zone de l'étude, Sidi Bouzid, distante de 250 Km de Tunis, pour veiller au bon déroulement des différents protocoles de recherche. Ces déplacements se font, selon un calendrier établi par le chercheur lui-même en fonction des programmes arrêtés avec l'équipe locale.

La mise en œuvre du projet sur le terrain s'est également appuyée sur un groupe de personnes, membres de la communauté, recrutées à plein temps ou à temps partiel par le projet, pour faciliter les activités de recherche sous la supervision des chercheurs principaux.

Le choix de constituer un groupe local constitué de membres de la communauté, très impliqués dans le projet, **s'est avéré être un choix pertinent** pour trois principales raisons:

- La bonne collaboration entre les membres locaux du projet et les chercheurs visiteurs a beaucoup facilité la réalisation des activités de recherche prévues ;
- La faible efficacité du comité local du fait du manquement de plusieurs de ses membres (assiduité, respect des engagements) a pu être compensée par la présence de cette équipe locale dédiée au projet ;
- Le rôle **très important** joué par ce groupe local dans le **maintien des activités** et le respect des calendriers prévus, au moment du déclenchement de la révolution tunisienne et après, d'autant plus que Sidi Bouzid, était l'épicentre de cette révolution. **La quasi-majorité des activités de recherche prévues ont eu lieu.**

L'une des autres leçons apprises, lors de ce projet, est celle qui se rapporte à l'importance d'une **démarche transdisciplinaire**. En effet, même si chacun des chercheurs de l'équipe de recherche a un protocole spécifique à mettre en œuvre, le fait d'avoir **un regard croisé sur la thématique** permet aux uns et autres de s'enrichir mutuellement. L'ingénieur agronome adapte sa réflexion sur l'étude des pratiques

d'irrigation à l'idée de trouver quels sont les comportements des agriculteurs qui font gaspiller l'eau dans un contexte de sécheresse et en même qui favorisent l'humidité des sols favorables à la multiplication de l'insecte vecteur des maladies. L'entomologiste doit intégrer l'étude de l'occupation des sols, la pratique de l'irrigation et la gestion des espaces agricoles dans son analyse de l'exposition aux piqûres des insectes vecteurs. L'ingénieur mammologiste qui s'intéresse au biotope pour étudier la dynamique du rongeur dans la sebkha intègre dans sa démarche la gestion des périmètres irrigués et la répartition de la population autour du biotope. L'épidémiologiste qui assure le suivi de l'apparition des cas de LCZ étudie les différentes corrélations temporo-spatiales entre l'incidence de la maladie et les comportements de l'Homme, du rongeur et du vecteur et les facteurs bioclimatiques et environnementaux.

Cette interaction très positive entre les membres de l'équipe de recherche et leurs déplacements concomitants dans la zone de l'étude a beaucoup amélioré l'analyse des résultats de recherche et a permis de diriger **deux masters de recherche** valorisant les résultats obtenus (voir partie extrant).

L'apport de cette transdisciplinarité a vite permis d'identifier l'importance de renforcer l'équipe de recherche par deux expertises jugées nécessaires et qui se rapportent aux domaines de la climatologie (étude des liens entre CC et émergence de la LCZ) et de la psychologie (analyse de la sexospécificité et en fonction de la notion du genre). Cette lacune a vite été comblée par une réorganisation de l'utilisation des ressources allouées aux consultants, qui a permis de recruter deux chercheurs, un climatologue et un psychologue, qui ont rejoint l'équipe de recherche et contribué à mieux étudier les aspects évoqués.

2. Activités de lancement, de mise en place et de suivi du projet :

- Constitution d'un « *comité local d'adaptation au changement climatique* », organe de pilotage du projet à l'échelle locale, et formation de ses membres dans les domaines des changements climatiques, leur lien avec les activités agricoles de la population, leur relation avec l'émergence de la LCZ, la difficulté de contrôler la maladie devant l'absence de solutions efficaces et l'intérêt d'une nouvelle stratégie d'adaptation à la maladie dans un contexte de CC. **Les difficultés rencontrées** dans le fonctionnement de ce comité local ont été déjà rapportées, ci-haut. Mais ces difficultés ne nous ont pas empêchés de solliciter, par différentes manières adaptatives, l'intérêt du comité et obtenir son implication. Dans ce sens, le passage mensuel assidu de l'équipe de recherche dans la zone a permis de développer des contacts réguliers avec tous les partenaires et membres du comité local pour les informer sur l'état d'avancement du projet, partager les résultats des travaux de recherche ou discuter des difficultés rencontrées, même si la *réunion mensuelle* formelle du comité local avec tous ses membres s'est avérée être difficile à tenir selon les normes souhaitées au départ. Cette façon de faire a permis, de limiter l'impact du caractère non institutionnel du comité qui n'oblige pas ses membres à l'assiduité aux réunions, d'avoir une bonne interaction avec tous les partenaires et

une bonne adhésion de la communauté et d'assurer une bonne visibilité au projet. L'organisation d'une table ronde sur le projet lors des journées de santé publique de 2010 a permis de sensibiliser les professionnels de la santé de tout le gouvernement à la démarche et à l'originalité de l'approche écosystémique du projet.

- Constitution de sous comités : « féminin », « agriculteurs » et « instituteurs » et organisation de séminaires de formation pour arrêter avec eux les modalités de leur contribution au projet (collecte de données, mise en place d'actions d'adaptation). **De difficultés ont été rencontrées** pour composer et obtenir une bonne adhésion des membres de ces sous comités. Le sous comité « instituteurs » a été mis en place avec la collaboration de la direction régionale de l'enseignement. Tous les directeurs d'écoles et lycées de la zone d'étude ont été désignés membres de ce sous comité et à chaque rentrée scolaire une réunion générale permet de les grouper. Puis mensuellement, ils sont visités pour collecter les données, examiner avec eux la situation épidémiologique et vérifier que tous les cas de LCZ parmi les élèves ont été rapportés. Même si leur assiduité aux réunions n'a pas été très bonne, ils ont bien collaboré dans la collecte des cas en milieu scolaire. C'est leur principal apport. Leur contribution dans la sensibilisation au risque et à l'importance de réduire la vulnérabilité par les actions d'éducation sanitaire des élèves et par ce biais des familles reste très difficile à évaluer. Le sous comité « féminin » a été le plus difficile à mettre en place et à rendre opérationnel. Opérant dans un milieu rural où la position de la femme et son statut restent marginaux, la composition du groupe des femmes qui devraient constituer le sous comité a été diligentée avec le délégué (premier responsable administratif de la zone de l'étude). Bien que nous ayons beaucoup insisté sur le caractère volontaire de cette participation, les membres désignés du groupe ont compris qu'elles attendaient des rémunérations. Pour contourner le problème nous avons recouru à des femmes qui ont été mieux sensibilisées à la démarche, ayant assez souvent des maris ou parents qui sont impliqués dans d'autres activités du projet. Le sous comité « agriculteur » n'a posé aucun problème puisque les agriculteurs ont leurs structures élues déjà en place : Les 2 groupements de développement agricole (GDA) qui ont très bien collaboré avec nous dans les deux périmètres irrigués de la zone d'étude.

3. Activités d'analyse spatiale du biotope, de la dynamique des rongeurs et des vecteurs et de mise en place d'un système d'information géographique.

- Acquisition d'images satellites couvrant la zone de l'étude, apprendre à les utiliser, actualiser leurs données par rapport aux données réelles sur le terrain, utiliser ces images pour délimiter l'étendue du biotope des rongeurs réservoirs, déterminer les parcelles de surveillance de l'activité des rongeurs et installer les pièges de capture des vecteurs. Toutes ces activités de recherche ont permis à l'équipe **d'utiliser pour la première fois des méthodes novatrices d'investigation et d'enquêtes.**

- Configuration d'une base de données géographique, à partir d'images aériennes de très haute résolution (THR), permettant de localiser dans l'espace tous les attributs de la zone de l'étude (habitations, voirie, périmètres irrigués, réseau d'irrigation, exploitations agricoles, école, centre de santé....etc.). La mise en place d'un SIG pour conduire un projet de recherche est un apport du projet qui constitue un **renforcement des capacités de l'équipe dans le domaine de la recherche.**

- Mise en œuvre d'une enquête de terrain pour recenser tous les ménages, identifier les habitations de la zone d'étude à l'aide d'une numérotation spécifique lors de visites de porte-à-porte, géoréférencer toutes ces habitations et administrer un questionnaire par ménage collectant toutes les informations qui permettent de décrire les variables qui peuvent interférer avec l'exposition et la survenue de la LCZ (niveau socio-économique, antécédents de LCZ, connaissance et perception des CC, connaissances et comportements vis-à-vis de la LCZ, activités socio-économiques...). **Le positionnement par GPS des ménages et des cas est une technique qui a été utilisée pour la première fois par l'équipe de recherche.**

4. Activités de surveillance épidémiologique active de la LCZ

- Recensement prospectif, investigation et géoréférencement de tous les cas de LCZ détectés par le réseau des centres de santé, le milieu scolaire et la population de la zone d'étude, durant toute la période du projet, mesure du risque et analyse temporo-spatiale de l'évolution de la situation épidémiologique.
- Analyse de la relation entre l'incidence de la LCZ et les autres paramètres du cycle de la LCZ afin de déterminer les prédictors de la survenue d'une épidémie de LCZ.

5. Activités de surveillance de l'activité des vecteurs de la LCZ

- Piégeage et capture des phlébotomes, vecteurs de la LCZ, sur un itinéraire-transect, par pièges adhésifs (papier huilé), dans différentes stations sélectionnées afin d'appréhender la répartition du vecteur dans la zone de l'étude ;
- Etude de la dynamique de population de *P. papatasi* dans les stations de capture sélectionnées, durant deux saisons de transmission complète (2009/2010, et 2010/2011), afin de mesurer la dimension vectorielle du risque.
- Etude de la préférence trophique des vecteurs afin d'identifier la source des repas sanguins des femelles de l'insecte vecteur et d'estimer le risque de transmission de la LCZ dans les différents lieux fréquentés par l'homme. Cette étude n'a pas eu lieu, car elle était jugée assez lourde et sans grand apport pour définir des actions d'adaptation.

6. Activités d'analyse des comportements des agriculteurs en matière de gestion des ressources en eau et d'exposition à la LCZ

- Mesure des quantités d'eau distribuées aux agriculteurs, à partir du tour d'eau mis en place et analyse des méthodes et techniques d'irrigation utilisées.
- Collecte des données sur les comportements d'exposition des agriculteurs ;
- Choix de 2 parcelles irriguées pilotes et installation de nouveaux équipements d'irrigation afin de promouvoir l'utilisation des techniques d'irrigation efficaces et qui permettent de limiter l'exposition à la maladie.

7. Activités d'analyse des comportements des femmes, groupe le plus vulnérable à la maladie

- Organisation d'entretiens de groupe destinés à faire réagir des femmes sur l'impact possible des cicatrices de visage de la LCZ ;
- Organisation d'entretiens individuels, auprès de femmes ayant gardées des cicatrices à la face, visant à obtenir des informations sur le vécu d'une telle situation et son effet sur ces femmes.
- Organisation, en collaboration avec le comité féminin, des meetings d'information et d'éducation des femmes pour expliquer la dimension environnementale de la maladie et son lien avec les changements climatiques, les mesures de prévention, lutter contre les fausses croyances (rôle des guérisseurs et/ou recours à la médecine traditionnelle) et de corriger la représentation de la maladie chez la population locale (croire en une malédiction à laquelle nul ne peut échapper).

8. Activités de renforcement des compétences

- Promotion de l'interaction entre l'équipe de chercheurs et les acteurs locaux pour créer les conditions favorables à un renforcement des compétences de ces derniers.
- Formation des partenaires et toutes les parties prenantes du projet dans les domaines du changement climatique, de la nécessité d'une adaptation à ces CC et la position de la LCZ comme maladie fortement liée aux CC.
- Accompagnement et formation des agriculteurs dans le domaine de la gestion rationnelle de l'eau, dans un contexte de changement climatique, et leurs comportements vis-à-vis du risque de contracter la LCZ.
- Contribution à la formation dans les domaines spécifiques à l'adaptation au changement climatique.

Extrants

Les extrants de notre projet découlent principalement de nos activités de recherche. Bien, que la période de mise en œuvre du projet ait surtout servi à développer ces activités, et n'est pas suffisante pas pour valoriser les résultats obtenus, nous avons pu, malgré tout, diffuser certains résultats intermédiaires en attendant de finaliser, sous forme de publications scientifiques valides, les principales données probantes et résultats scientifiques du projet.

Les extrants de notre projet, à ce stade, sont de trois types :

- Communications scientifiques dans des congrès nationaux et internationaux
- Des publications scientifiques ou proceeding de congrès
- Rapports de recherche

1. Communications scientifiques dans des congrès nationaux et internationaux :

1. Séminaire atelier de présentation des résultats du projet de recherche « *Analyse des modalités d'adaptation aux effets sur la santé des changements climatiques : Cas de la leishmaniose cutanée zoonotique (LCZ) à leishmania major en Tunisie* ». Tunis, 01 Décembre 2009. Observatoire National des Maladies Nouvelles et Emergentes.

1.1. M.K. Chahed. Résultats préliminaires de l'enquête exhaustive dans la zone du projet.

1.2. M.K. Chahed. Analyse de la vulnérabilité liée au genre, dans le cas de la LCZ, dans la zone du projet.

1.3. M.K. Chahed. Surveillance des rongeurs réservoirs de la LCZ et perspectives de mise en place d'un système d'alerte précoce.

1.4. I. Nouri, J.Ghrab, J. Daaboub et MK Chahed. Analyse des comportements des agriculteurs en matière de gestion des ressources en eau et d'exposition à la LCZ.

1.5. J.Ghrab, B. Zaafour, S. Dridi, J. Daaboub et MK Chahed. The vector of ZCL: spatial and temporal distribution, nocturnal activity and trophic preferences.

2. 28^{èmes} Journées Médicales du Centre. Sousse. Tunisie. 22 et 23 Janvier 2010 :

2.1. S. Dridi, B. Zaafour, J.Ghrab, J. Daaboub et MK Chahed. Mise en place d'un système d'information géographique pour étudier les modalités d'adaptation à la leishmaniose cutanée zoonotique (LCZ) dans un contexte de Changement Climatique.

3. Séminaire de présentation des résultats du projet de recherche dans la zone du projet. Sidi Bouzid, le 30 Janvier 2010 :

- 3.1. J. Daaboub, B. Zaafour, S. Dridi et MK Chahed. Place de la surveillance des rongeurs réservoirs de la LCZ dans le projet.
- 3.2. I. Nouiri, J. Ghrab, J. Daaboub et MK Chahed. Analyse des comportements des agriculteurs en matière de gestion des ressources en eau et d'exposition à la LCZ.
- 3.3. A. Haj Ali, S. Dridi, J. Ghrab, et MK Chahed. Mise en place d'une application SIG pour la gestion et l'analyse.
- 3.4. J. Ghrab, B. Zaafour, S. Dridi, J. Daaboub et MK Chahed. La distribution temporo-spatiale du vecteur de la LCZ et l'analyse de des activités nocturnes et de ses préférences trophiques.

4. XIV^{ème} Journées Nationales « Naceur Haddad » de Médecine Praticienne. Tunis. 23 et 24 Avril 2010

- 4.1. S. Dridi, A. Haj Ali, L. Ayari, B. Zaafour, J. Daaboub et MK Chahed. Analyse de la répartition spatiale de la LCZ dans un foyer endémique : Apport de l'image satellitaire.

5. 5^{èmes} Journées Santé Publique, Sidi Bouzid. 14 mai 2010

- 5.1. M.Z. Ahmadi, A. Mhamedi, N. Ben Alaya, L. Ayari, H. Ben Salah et MK Chahed. Perception des CC dans la région de Sid Bouzid.
- 5.2. MK Chahed, S. Dridi, B. Zaafour, A. Haj Ali. Vulnérabilité à la LCZ dans un contexte de CC : situation dans la zone de l'étude.
- 5.3. I. Nouiri, J. Ghrab, J. Daaboub et MK Chahed. Pratiques d'irrigation des agriculteurs et risque d'exposition au vecteur de la LCZ.
- 5.4. J. Ghrab, J. Daaboub et MK Chahed. Vecteurs et réservoirs de la LCZ : Situation dans la zone de l'étude.

6. Journées Nationales d'Infectiologie. Lille, France. juin 2011

- 6.1. Ghrab J., Dridi S., Daaboub J., Nouiri I. et Chahed M.K. Évaluation du risque d'exposition des agriculteurs au vecteur de *Leishmania major* dans un foyer de leishmaniose cutanée zoonotique

7. 24^{ème} colloque de l'Association Internationale de Climatologie. Italie. Septembre 2011.

- 7.1. H. Ben Boubaker et M. K. Chahed. Changements climatiques et maladies réémergentes en Tunisie : cas de la leishmaniose cutanée zoonotique (LCZ)

8. 7th European Congress on Tropical Medicine and International Health. 3-6 October 2011. Spain, Barcelone.

- 8.1. H. Ben Boubaker, N. Ben Alaya, M.K.Chahed. Emerging vectorborn diseases and climate change: relationship between climate change and zoonotic cutaneous leishmaniasis in Tunisia
- 8.2. M.K.Chahed, I.Nouiri, J.Ghrab, N. Ben Alaya. Risk of exposure to the vector of Zoonotic Cutaneous Leishmaniasis in Tunisia
- 8.3. N. Ben Alaya, Z. El Ahmadi, L. Ayari, B. Zaafouri, M.K.Chahed. Perception of the climatic change inquires near the population of Sidi Bouzid.

2. Publications scientifiques ou proceeding:

- 1. I. Nouiri, J. Ghrab, J. Daaboub and M.K. Chahed. **Analysis of farmers' behaviors and the risk of exposure to the vector of Zoonotic cutaneous leishmaniasis in Tunisia.** *Proceedings of the 2010 International Conference on Environmental Science and Technology.* 23–25 April 2010; Bangkok, Thailand.

3. Rapports de recherche

- 1. Emna FOURATI. **Enquêtes Entomologiques dans un foyer de Leishmaniose cutanée zoonotique du centre tunisien.** Projet de Fin d'Etudes, pour l'obtention de la Licence Appliquée en Protection de l'Environnement ; spécialité « Environnement et sécurité sanitaire ». Institut Supérieur des Sciences et Technologies de l'Environnement de Borj Cédria. Université de Carthage. Juin 2011.
- 2. Amal Ben Hamida. **Climat et maladies à transmission vectorielle : Cas de la leishmaniose cutanée zoonotique (LCZ) dans la région de sidi Bouzid.** Mémoire pour l'obtention de l'agrégation en Géographie. Ecole Normale Supérieure. Université de Tunis. Avril 2012.

4. Projets en cours :

D'autres extrants, en cours de finalisation, devront se matérialiser dans des prochaines échéances. Ils seront prêts au cours des mois à venir. 4 Projets de publications ont été présentés, lors l'atelier de rédaction des projets « changement climatique, eau et santé humaine », organisé par le CRDI à Tunis du 28 janvier au 03 février 2012.2012. Il s'agit de :

- 1. Preventing zoonotic cutaneous leishmaniasis epidemics: Is an Early Warning System (EWS) feasible? Cet article est en cours de soumission à *Plos journal*
- 2. Psychological and psychosocial consequences of facial lesions caused by cutaneous leishmaniasis on women in Tunisia.

3. Évaluation du risque d'exposition des agriculteurs au vecteur de *Leishmania major* dans un foyer de leishmaniose cutanée zoonotique.

4. Changements climatiques et maladies réémergences en Tunisie : Cas de la leishmaniose cutanée zoonotique (LCZ).

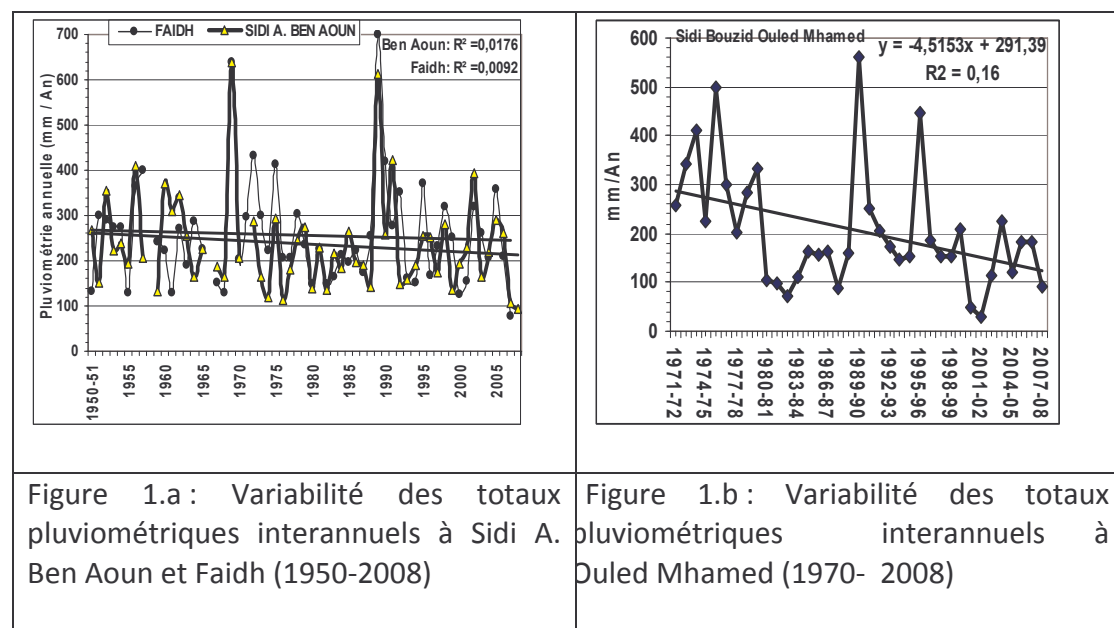
En attendant la publication de ces résultats, nous insérons dans ce rapport, les principaux resultants qui méritent d'être diffusés:

4.1. Le Climat de la zone d'étude : Quelle tendance ?

4.1. a. Les précipitations : Tendance à la baisse

Nous nous sommes intéressés à la pluviométrie dans la région de Sidi Bouzid pour la période s'étalant entre 1950 et 2008. Les totaux pluviométriques interannuels témoignent d'une légère tendance à la baisse dans les différentes stations étudiées de la région de Sidi Bouzid au cours de la période d'observation (figure 1.a).

Cette tendance est encore plus confirmée pour la période 1970-2008 (figure 1.b). Elle est également observée pour les totaux pluviométriques saisonniers.



4.1. b. Les températures : Tendance au réchauffement

Les températures extrêmes

Les températures maxi et mini moyennes annuelles

Les températures maxi et mini moyennes annuelles affichent une tendance nette à l'augmentation au cours de la période d'observation 1963-2008, soit une période de 45 ans (figure 2). Cette augmentation est estimée à 0,04°C/an (avec $R^2=0,51$) pour les températures maxi moyennes diurnes (TX) et 0,052 °C/an (avec $R^2=0,7$) pour les températures mini moyennes nocturnes (TN).

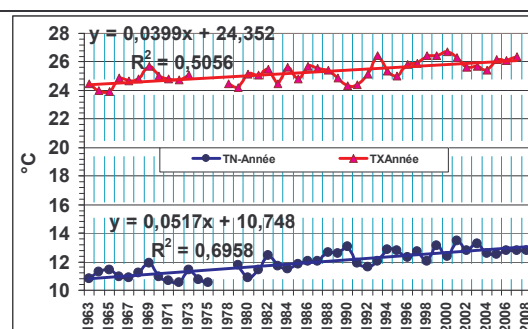


Figure 2 : Evolution des températures maxi et mini moyennes **annuelles** à Sidi Bouzid (1963-2008)

L'évolution des TX et des TN des deux mois extrêmes (janvier et juillet) témoigne également de la même tendance, qui est plus évidente pour les TX (figures 3 et 4).

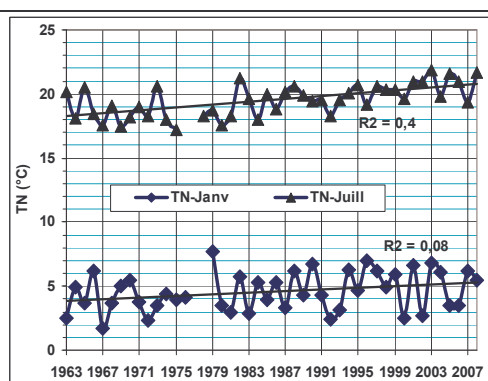


Figure 3 : Evolution des températures maxi et mini moyennes de **janvier** à Sidi Bouzid (1963-2008)

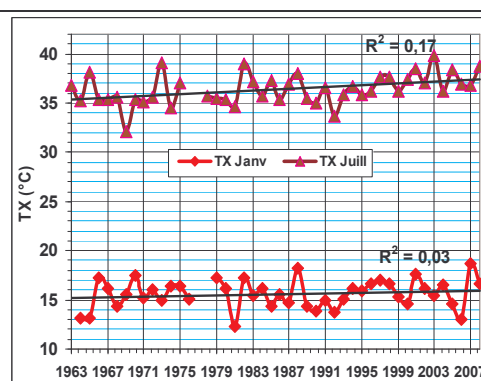


Figure 4 : Evolution des températures maxi et mini moyennes de **juillet** à Sidi Bouzid (1963-2008)

Les températures extrêmes absolues

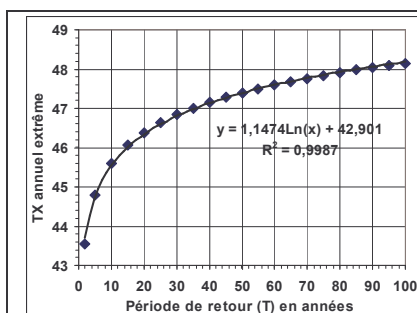


Figure 5: Période de retour des températures maximales extrêmes les plus élevées à Sidi Bouzid (observations de 1964-2008)

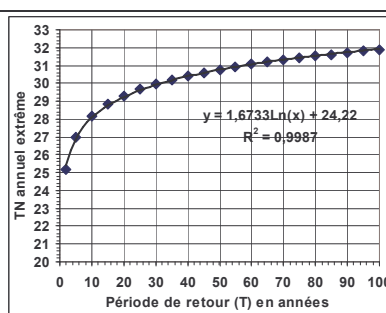


Figure 6: Période de retour des températures minimales extrêmes les plus élevées à Sidi Bouzid (observations de 1964-2008)

L'analyse de la série des températures maximales et minimales absolues au cours de la période 1964-2008) permet de prospecter les périodes de retour des températures excessives (figures 5 et 6). On peut déduire que des températures supérieures à 43°C se reproduisent tous les ans à Sidi Bouzid. Des températures maximales diurnes supérieures à 47°C sont susceptibles de se reproduire environ toutes les 3 décennies. Quant aux températures supérieures à 48°C, elles ont une période de retour presque centenaire. D'un autre côté, les températures minimales nocturnes (TN) les plus élevées, elles enregistrent des valeurs supérieures à 25°C tous les ans. En moyenne, tous les 30 ans, les températures atteignent des valeurs supérieures à 30°C.

Prépondérance de plus en plus accrue des ambiances biothermiques chaudes

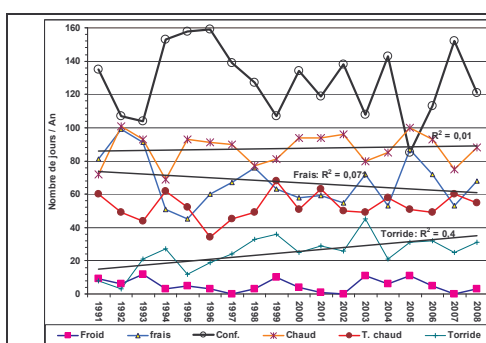


Figure 7.a : Variabilité interannuelle des types d'ambiances **diurnes** calculées d'après l'IAT à sidi Bouzid (1991-2008)

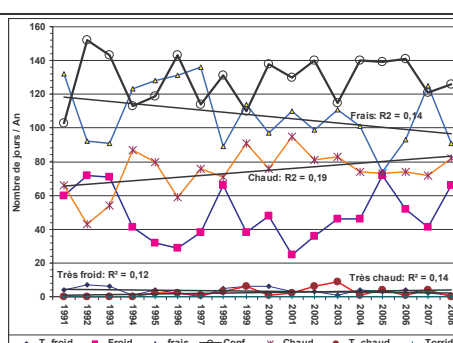
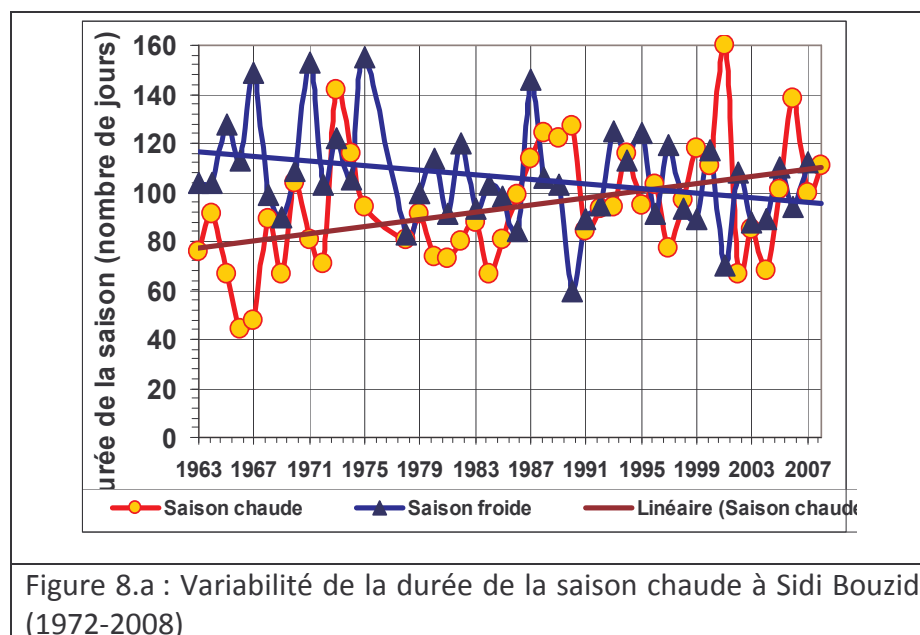


Figure 7.b : Variabilité interannuelle des types d'ambiances **nocturnes** calculées d'après l'IAT à sidi Bouzid (1991-2008)

L'analyse de la variabilité des types d'ambiances biothermiques diurnes et nocturnes à Sidi Bouzid, évaluées d'après l'Indice d'Ambiance Biothermique met en évidence de grandes fluctuations. Deux tendances principales, mais opposées peuvent être décelées :

- une tendance à l'augmentation de la fréquence des types d'ambiances chaudes aussi bien diurnes que nocturnes. En particulier, celles torrides affichent les coefficients de corrélation et de détermination les plus élevées ($R^2=0,4$).
- Une tendance à la baisse de la fréquence des types d'ambiances froides. Elle est plus claire au niveau des ambiances fraîches, à la fois diurnes et nocturnes.

4.1. c. Durée de la saison chaude : Tendance à l'allongement



La saison chaude est définie comme étant la période à partir de laquelle la moyenne des températures maximales diurnes (TX) d'une pentade (5 jours consécutifs) précédant l'été est supérieure ou égale à la moyenne des TX du mois de juin (le premier mois de l'été). Elle s'achève avec la dernière pentade dont la moyenne des TX est supérieure ou égale à celle du mois de septembre (le dernier mois de l'été) (Figure 8.a).

Quant à l'avènement de la saison froide, il est admis dès que la moyenne d'une pentade passe au-dessous de la moyenne des TN du mois de décembre (le premier mois de l'hiver astronomique). Cette saison s'achève avec la dernière pentade ayant une moyenne des TN inférieure ou égale à celle du mois de février (dernier mois de l'hiver astronomique).

La représentation graphique de la durée de ces deux saisons permet de déduire que :

- la durée des deux saisons thermiques, chaude et froide, ne correspond que rarement à celle des saisons astronomiques. Cette durée fluctue entre environ 40 et 160 jours.
- La durée de ces deux saisons affiche une évolution inverse. La saison chaude à tendance à s'allonger, contrairement à celle froide, qui a tendance à se raccourcir.

Ces deux courbes de tendance sont ainsi révélatrices d'un réchauffement climatique qui se manifeste par des hivers de plus en plus doux et courts et des étés de plus en plus chauds et longs.

Sur la base de toutes ces données, la région de Sidi Bouzid connaît un phénomène caractérisé de Changement Climatique.

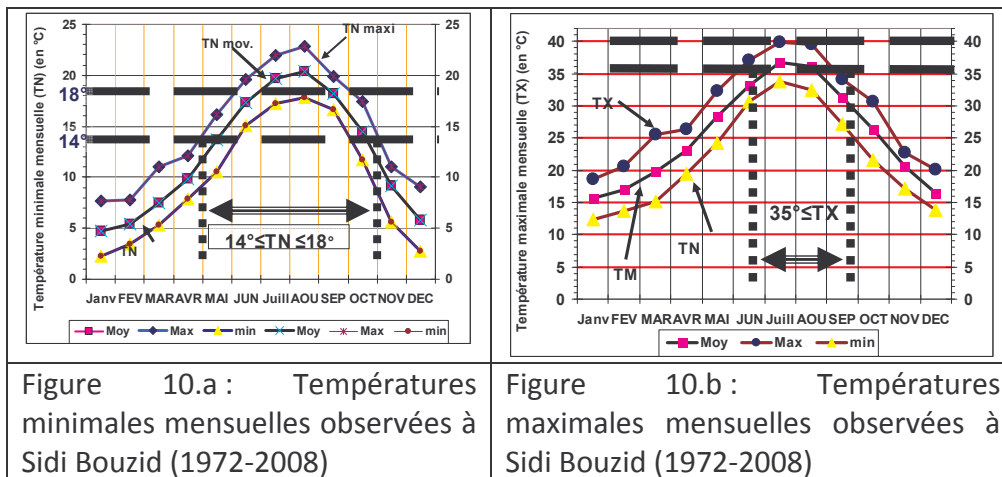
4.2. Effets potentiels des Changements Climatiques sur la LCZ :

4.2.1. Quels sont les effets potentiels du réchauffement sur la transmission de la LCZ ?

Comme semble l'indiquer les études entomologiques, les conditions thermiques optimales de la transmission de la LCZ par le vecteur se situent vraisemblablement dans l'intervalle de températures minimales (TN) comprises entre environ 14 à 18°C et des températures maximales de 35 à 40°C (figures 10.a et b). A l'extrémité supérieure de l'intervalle, la transmission pourrait cesser. Autrement dit, des températures minimales nocturnes supérieures à 18°C ne seraient pas favorables à la transmission de la LCZ. Or, ce genre de températures ne peut s'observer, généralement, qu'au cours des mois de juillet et d'août. Mais ce ne sont pas toutes les nuits qui enregistrent des températures minimales supérieures à 18°C, ce qui veut dire que le risque d'activité nocturne des phlébotomes et des vecteurs hôtes est loin d'être anéanti.

De l'autre côté, compte tenu des températures maximales diurnes, l'activité des vecteurs de la LCZ pourrait cesser au-delà d'une température maximale supérieure à 35°C. En moyenne, c'est essentiellement au mois de juillet que de telles TX sont enregistrées, sans oublier bien sûr qu'il ne s'agit là que d'une moyenne, qui est souvent franchie aussi bien en juillet qu'ailleurs, au cours des autres mois.

Autour d'un optimum de 30-32°C, la capacité vectorielle pourra augmenter de façon sensible du fait du raccourcissement de la période d'incubation extrinsèque, malgré une diminution du taux de survie des vecteurs.



En examinant les figure 10, on peut déduire, sur la base des données ci-haut citées, que la période à risque de transmission de la LCZ s'étendrait de la fin du mois d'avril jusqu'à la fin du mois d'octobre. Ce risque serait particulièrement accentué au cours des mois de mai, juin et octobre. En juillet, août et septembre, les températures **minimales** dépassant généralement l'intervalle optimal de transmission de la LCZ, pourrait générer sa cessation. En revanche, des températures **maximales** comprises entre 35 et 40° sont considérées comme étant propices à la transmission de la LCZ. Il s'avère donc que la période à risque se raccourcit, allant de la fin du mois de mai jusqu'à mi-septembre (figure 10a et 10b).

Enfin, la conjugaison des deux critères des températures maximales (TX) et minimales (TN) permet de limiter la période moyenne à risque entre la fin du mois de mai et la mi-septembre. Rappelons que la fin mai à début juin correspond à la fin du printemps, saison relativement arrosée (2^{ème} après l'automne), d'où le risque de propagation des éléments vecteurs de la LCZ.

La question cruciale qui se pose en Tunisie concerne l'évolution future des risques de transmission de la LCZ dans un contexte de changement climatique et compte tenu des projections futures des températures.

Deux conséquences majeures sont possibles si les tendances observées se confirment dans le futur : d'une part, l'élargissement de la saison à risque en rapport avec l'augmentation des températures minimales nocturnes. D'autre part, un élargissement identique de la saison à risque en rapport avec les températures maximales.

4.2.2. Quel effet de la pluviométrie sur la transmission de la LCZ ?

Un régime pluviométrique favorable aux vecteurs et aux hôtes intermédiaires

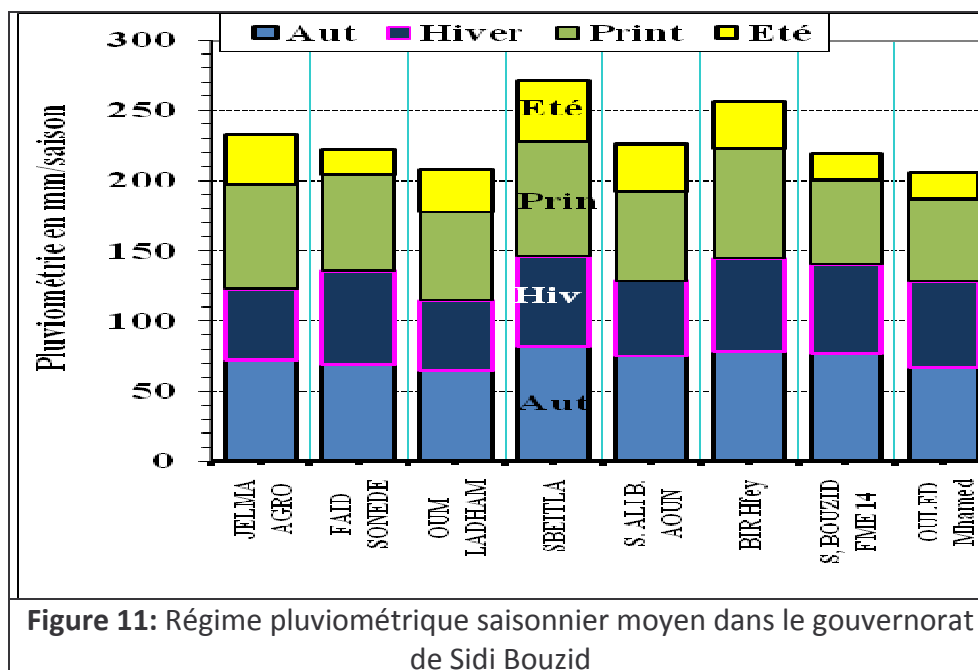


Figure 11: Régime pluviométrique saisonnier moyen dans le gouvernorat de Sidi Bouzid

Comme le montre la figure 11, le régime pluviométrique saisonnier de la région de Sidi Bouzid reproduit un climat de **type continental** (Automne - Printemps – Hiver - Été). La concomitance du maximum pluviométrique avec la saison chaude au sens large, augmente le risque de contamination par la LCZ. Comme il a été démontré plus haut, l'élargissement progressif de la saison chaude au dépend des saisons intermédiaires, donne au climat un aspect « **tropicalisé** », convenable à la fois aux parasites et aux hôtes intermédiaires (vecteurs), ce qui peut augmenter le risque épidémique.

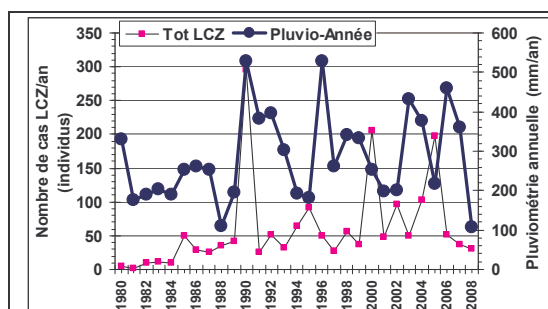


Figure 12 : Evolution de nombre de cas de LCZan dans la région de sidi Bouzid et pluviométrie annuelle à Sidi Bouzid

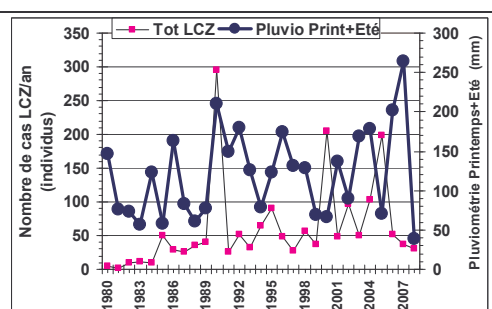


Figure 13 : Evolution de nombre de cas de LCZ dans la région de sidi Bouzid et pluviométrie du printemps + été à Sidi Bouzid

Le principal enseignement qu'on peut tirer de l'analyse de la liaison entre le total pluviométrique annuel et le nombre de cas de LCZ (figure n° 13) est cette périodicité quinquennale des pics épidémiques de LCZ. On constate, par ailleurs, que tout pic épidémique de LCZ, semble succéder soit à un pic de pluviométrie de l'année en cours, ou de l'année précédente, notamment quand ce pic survient lors de la saison chaude (printemps et/ou été). En principe, ce sont les pluies de fin d'année (printemps et été) qui favorisent les conditions les plus propices pour la contamination par la LCZ.

Au total, notre étude met en évidence de façon évidente une vulnérabilité de la région de Sidi Bouzid aux changements climatiques. Ces changements se manifestent par les tendances majeures suivantes, toutes favorables au cycle de transmission de la LCZ :

- Une tendance au réchauffement, en termes d'élévation des températures quotidiennes, extrêmes absolues, amis également en termes d'allongement de la saison chaude. L'intervalle des températures favorisant la transmission de la LCZ tend de ce fait à s'élargir.
- Une tendance à l'élargissement de la saison à risque en rapport avec l'augmentation des températures minimales nocturnes et avec les températures maximales.
- Une tendance à la régression absolue, bien que peu significative au point de vue statistique, des précipitations. Une augmentation des températures, renforçant le pouvoir évaporant du climat régional, serait responsable d'un déficit hydrique encore plus accentué.

Un régime pluviométrique favorable aux vecteurs et aux hôtes intermédiaires avec tendance à la correspondance entre saison thermique chaude et saison pluvieuse exposant la région à un risque élevé de transmission des maladies vectorielle, comme la LCZ.

4.3. Principaux Déterminants de la Vulnérabilité à la LCZ dans la zone du projet.

Dans le cadre de notre projet, nous avons conduit une enquête transversale exhaustive pour recenser, enquêter et géoréférencer toute la population de la zone de l'étude. Les données recueillies concernent les caractéristiques sociodémographiques, les conditions d'habitat et l'environnement, la présence de lésions de LCZ et la connaissance de la maladie et de son cycle de transmission. De même, un système de surveillance épidémiologique active, nous a permis de recenser tous les nouveaux cas de LCZ apparus dans la zone d'étude durant les 2 saisons de transmission de la LCZ 2009/2010 et 2010/2011 (une saison de transmission est définie comme la période s'étalant entre le début du mois de juillet de l'année en cours et la fin du mois de juin de l'année suivante).

La saisie et l'analyse des données ont été réalisées grâce au logiciel SPSS version 11.5. Les tests du chi2 et du Fisher exact ont servi pour comparer les proportions et le test t de Student a permis de comparer deux moyennes entre elles. L'analyse multivariée a été réalisée à l'aide d'une régression logistique pas à pas descendant. Toutes les variables dont le degré de signification était inférieur ou égal à 20% en analyse univariée, ont été incluses dans le modèle multivarié. La variable « distance abri animaux » mesure la distance en mètres qui sépare le domicile de l'abri des animaux. Plusieurs modèles de régression ont été testés avec différentes modalités de la variable « distance abri animaux ». En effet, cette variable a été codée en différentes classes ordinales, en classes dichotomiques et a été aussi utilisée comme variable quantitative. Le seuil de signification a été fixé à 5%.

Au total 1 967 ménages et 9 413 personnes ont été recensés. La figure 1 montre l'évolution du nombre des cas de LCZ, par année de survenue de la lésion, dans la population enquêtée. Ce graphique confirme que La LCZ sévit dans la zone de l'étude sous un mode endémo-épidémique, avec des épidémies récurrentes, en moyenne, tous les 5 ans.

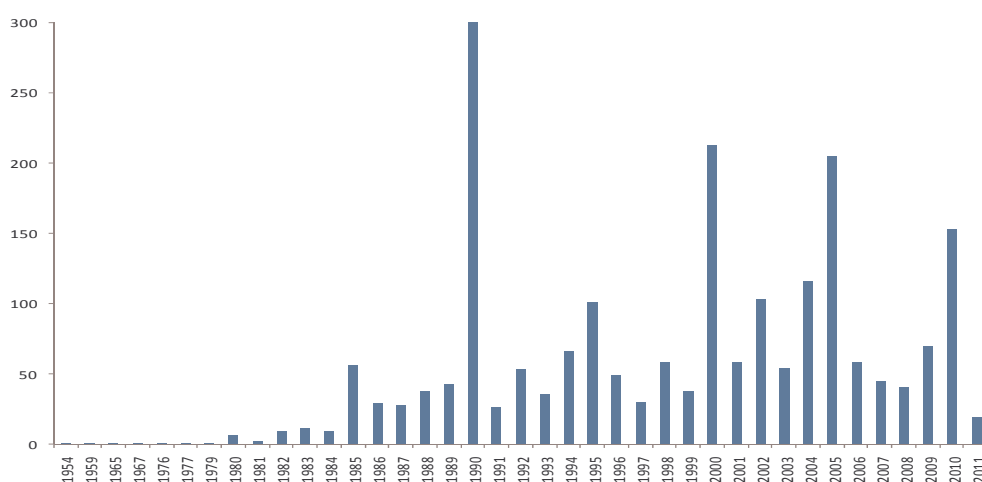


Figure 1 : Répartition des cas de LCZ dans la zone d'étude par année d'apparition de la lésion, entre 1954 et le premier semestre de 2011

La figure 1 montre aussi, que depuis 1954 des cas de LCZ ont été enregistrés dans la zone. Au total, parmi la population enquêtée, 1904 sujets avaient déjà contracté la maladie avant le démarrage de notre projet, soit une prévalence de 20 %.

Afin d'identifier les principaux déterminants de la vulnérabilité à la maladie, l'étude a porté sur les 7 509 individus indemnes de LCZ au moment du démarrage du projet (les 1904 sujets ayant déjà contracté la maladie sont exclus de l'étude). Le système de surveillance épidémiologique, mis en place par le projet, a permis de recenser parmi eux, 232 nouveaux cas de LCZ, durant la période s'étalant de juillet 2009 à juin 2011. La figure 2 présente la proportion des cas, par âge et par sexe.

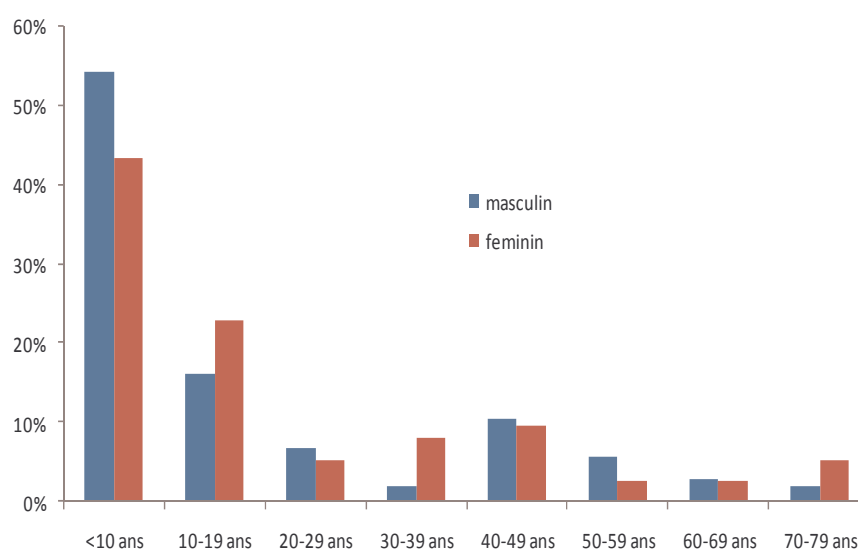


Figure 2 : Proportion des cas de LCZ, par âge et par sexe, durant période juillet 2009-juin 2011

Identification des facteurs de vulnérabilité (tableau 1)

L'analyse univariée (tableau 1) montre que le principal facteur associé à la survenue de la LCZ est **l'âge** ; les enfants sont les plus vulnérables, avec un odds ratio pour les sujets âgés de moins de 10 ans de l'ordre de 3,9 ($p < 10^{-3}$) en comparaison avec les sujets âgés de 70-79 ans. **L'existence d'un puits d'irrigation** semble être un autre facteur de vulnérabilité pour la maladie (5,1 vs 1,7 %). Les sujets ayant un **niveau de scolarisation** primaire sont plus à risque de contracter la maladie que ceux ayant un niveau secondaire ou plus. La vulnérabilité de la femme, dans cette série, n'est pas statistiquement établie, même si la proportion des cas est plus élevée chez les femmes (3,3%). La **distance moyenne qui sépare le domicile des nouveaux cas de LCZ de l'abri des animaux**, était significativement plus faible chez les sujets ayant contracté la maladie par rapport à ceux qui ne l'ont pas contracté (13,3 m vs 17,8m, $p < 10^{-3}$).

En analyse multivariée (tableau 1), la survenue de la LCZ dans la zone d'étude était associée à **l'âge** ; les enfants sont plus vulnérables que les adultes et les sujets âgés avec un odds ratio pour les enfants de moins de 10 ans de 9,4 ($p < 10^{-3}$). La présence d'un **puits d'irrigation** augmenterait le risque de développement de la LCZ (OR=2,6, $p < 10^{-3}$). Les sujets ayant un **niveau d'instruction primaire** avaient plus de risque de contracter la maladie que ceux ayant niveau secondaire ou plus. Plus la **distance qui sépare le foyer de l'abri des animaux** est faible, plus élevé est le risque de contracter la LCZ. L'OR pour chaque mètre est de 0,98, c'est-à-dire que le risque de contracter la maladie diminue de 2% chaque fois que la distance entre le domicile et l'abri des animaux augmente d'un mètre. Enfin, **l'ancienneté d'installation** dans la zone (nombre d'années de vie dans la zone) serait protectrice.

Tableau 1 : Facteurs de risque de la LCZ, analyses univariée (OR brut) et multivariée (OR ajusté)

	OR brut (IC à 95%)	p	OR ajusté (IC à 95%)	p
Age				
<10 ans	3,9 (1,9-8,1)	$<10^{-3}$	9,4 (4,0-21,9)	$<10^{-3}$
10-19 ans	1,4 (0,6-2,9)	0,4	3,3 (1,4-8,1)	0,008
20-29 ans	0,3 (0,1-0,8)	0,02	1,1 (0,4-2,9)	0,9
30-39 ans	0,4 (0,17-1,1)	0,08	0,8 (0,3-2,2)	0,6
40-49 ans	1,15 (0,5-2,6)	0,7	2,2 (0,9-5,4)	0,09
50-59 ans	0,6 (0,2-1,6)	0,3	1,3 (0,4-3,8)	0,6
60-69 ans	0,7 (0,2-2,0)	0,5	1,2 (0,4-6,6)	0,8
70-79 ans	1,0		1,0	
Puits d'irrigation				
oui	3,06 (2,3-4,0)	$<10^{-3}$	2,6 (1,8-3,7)	$<10^{-3}$
non	1,0		1,0	
Niveau d'instruction				
Primaire	3,2 (2,2-4,6)	$<10^{-3}$	1,9 (1,2-3,1)	0,008
Secondaire	1,0		1,0	
Distance abri animaux (m)				
	13,3 vs 17,8	$<10^{-3}$	0,98 (0,96-0,99)	0,011
Nombre d'années de vie dans la zone				
	1,0		1,0	
< 10 ans	0,4 (0,2-0,7)	0,002	0,4 (0,2-0,9)	0,02
10-19 ans	0,38 (0,2-0,6)	0,001	0,5 (0,2-1,1)	0,09
20-29 ans	0,16 (0,09-0,29)	$<10^{-3}$	0,3 (0,1-0,6)	0,001
30-39 ans	0,15 (0,08-0,26)	$<10^{-3}$	0,2 (0,1-0,4)	$<10^{-3}$
40-49 ans	0,21 (0,12-0,38)	$<10^{-3}$	0,6 (0,3-1,2)	0,2
50-59 ans	0,95 (0,66-1,37)	0,78	1,5 (0,9-2,46)	0,09
≥60 ans				

4.4. Conséquences psychologiques et psychosociales de l'atteinte par la leishmaniose cutanée zoonotique chez les femmes porteuses de lésions du visage.

Les investigations (quantitative et qualitative) conduites auprès de femmes porteuses de lésions LCZ touchant le visage nous ont permis de répondre à nos interrogations concernant les tribus psychologique et psychosocial que paient la femme touchée, notamment en ce qui concerne les aspects de stigmatisation et de la qualité de vie ; soit la **vulnérabilité à la LCZ liée à la dimension du genre**.

L'une des originalités de notre étude est l'utilisation, pour la première fois, de l'instrument de mesure (IPQ-R) pour étudier la leishmaniose. Il s'agit également de la première fois où les aspects psychologiques et psychosociaux de la LC sont étudiés dans le monde Arabe (pourtant l'un des grands foyers de la LC dans le monde).

Notre intérêt pour cette question relève de l'importance à accorder au statut de la femme, principale victime de la maladie, d'une part et à l'importance qu'il faut donner aux aspects de souffrance psychologique secondaire à une maladie, d'autre part, même quand il s'agit d'atteintes non douloureuses comme la LC, qui donnent plutôt des lésions disgracieuses.

Nos résultats montrent que la LCZ est perçue a priori comme une maladie commune à des générations entières de certaines régions plus que d'autres, touchant préférentiellement les femmes, ayant une évolution cyclique, due aux piqures des « moustiques », associée à la présence de rats et liée aux variations climatiques et au contexte écologique favorable à Sidi Bouzid.

Les conséquences de la LCZ sont vécues comme négatives affectant la vie personnelle, familiale, sociale et professionnelle. Les participantes sont convaincues que la LCZ altère significativement leur beauté naturelle, diminue leur chance de trouver du travail, leur chance de se marier et leur valeur dans la société.

Les participantes vivent l'atteinte par la LCZ comme un stress permanent développant des comportements d'évitement par anticipation du rejet. Cette anticipation de la stigmatisation reviendrait, a priori, au sentiment d'infériorité sociale. Les participantes perçoivent leurs cicatrices comme dégradantes et ont des sentiments accrus de honte.

Elles décrivent un sentiment d'aliénation, c'est-à-dire, l'expérience subjective d'être amoindries par rapport aux autres membres de la société, de ne pas être un individu à part entière, ou d'avoir une « identité altérée » et un vécu de discrimination, c'est-à-dire, d'isolement et de rejet de la part des autres. La stigmatisation anticipée est une expérience subjective qui aura un impact négatif potentiel sur le développement et l'adaptation psychosociale et professionnelle des personnes atteintes. Ces résultats confirment en grande partie les études similaires réalisées auprès de patients atteints de vitiligo (Papadopoulos et al., 1999).

Nos résultats montrent aussi que la nature de la stigmatisation vécue relève de certaines craintes générales et de l'anticipation du rejet, plus que du fait de vivre réellement un rejet de la part des membres de la société. Ceci n'est, en fait pas le cas dans certains pays comme le Pakistan où les réfugiés Afghans atteints de LCZ sont effectivement stigmatisés et exclus des groupes sociaux (Brooker et al, 2004) ou en

Afghanistan où les femmes atteintes de LCZ se voient séparées de leurs bébés à cause de la maladie par peur de contagion (Reithinger et al., 2005).

La stigmatisation secondaire au défigurement par la LCZ serait plus un vécu qui dépend de la façon avec laquelle on suppose qu'on est perçu par les autres. Ceci implique que l'éventuelle invalidité associée au défigurement dépendrait de la perception qu'a le patient de lui-même dans son environnement particulier (personnel, social et professionnel).

Par ailleurs, les croyances des répondantes aux questionnaires concernant l'impact de la LCZ sur la qualité de vie sont en général négatives. Cependant, les quatre dimensions de la qualité de vie (Whoqol-26) sont différemment touchées.

Il y a d'abord une insatisfaction importante par rapport à la qualité de vie environnementale et celle de la vie psychique. La qualité de vie environnementale est considérée comme la plus détériorée. Elle englobe la disponibilité des ressources financières, la liberté, la sécurité, la disponibilité et la qualité de l'habitat, les opportunités d'acquisition de nouvelles informations et compétences, la participation et opportunité de récréations et des loisirs ainsi que la disponibilité et la qualité des moyens de transport. Nous supposons que cette insatisfaction n'est pas spécifique aux personnes atteintes de LCZ. Elle reflèterait plutôt un mécontentement général de la qualité de vie environnementale de la région de Sidi Bouzid.

Concernant la qualité de vie psychologique, les participantes considèrent qu'elle est plus altérée que leur qualité de vie sociale ou physique. Cette insatisfaction concerne surtout leur image du corps et leur apparence, leur estime de soi et l'efficacité de leurs opérations cognitives.

L'axe social de la qualité de vie est corrélé, quant à lui, au facteur « Anticipation et évitement du stress ». Plus la personne anticipe le rejet et la stigmatisation, plus sa qualité de vie sociale relative aux relations personnelles et au support social est détériorée.

En définitive, la LCZ est vécue comme une maladie entraînant une sorte de défiguration du visage ou de la partie du corps piquée par les moustiques. Elle compromet les rôles sociaux et l'identité sociale, diminue les chances d'être accepté par les autres ou par les institutions pour un éventuel recrutement et entraîne une détresse psychologique.

En adoptant le modèle de Leventhal, nous avons pu apprécier le contenu des représentations mentales de la LCZ chez les patientes de Sidi Bouzid et le sens qu'elles assignent à ce problème. C'est cette interprétation personnelle de la maladie qui constitue la première étape dans le processus de recherche d'aide, d'engagement dans une stratégie d'adaptation ou d'adoption d'un régime de gestion de la maladie (Bishop et Converse, 1986).

Focaliser davantage le modèle causal de la LCZ sur les facteurs écologiques pourrait être la première étape dans la prise en charge comportementale de cette épidémie en fournissant aux personnes concernées des possibilités de contrôle personnel de l'avenir de la maladie et des risques futurs d'atteinte par d'autres piqures. Lutter contre la stigmatisation réelle et/ou perçue est une autre étape capitale dans la prise

charge du fait de l'impact négatif de la stigmatisation sur la qualité de vie, la santé mentale et l'engagement dans la vie sociale et professionnelle.

Incidences

Les **incidences** qui ont été introduites par notre projet sont le fruit de notre processus de recherche, en attendant de voir d'autres incidences se concrétiser avec l'application de nos résultats de recherche, **prochaine étape que nous voulons conduire.**

1. Le Changement de Paradigme :

On souligne comme première incidence le changement de paradigme, proposé par le projet, quant à la façon avec laquelle on doit gérer le problème de la LCZ en Tunisie. Le projet se propose de définir **une nouvelle approche pour le contrôle de la LCZ** en prenant en considération davantage ses dimensions climatique, environnementale, sociale et sexo-spécifique que celle clinico-épidémiologique. Cette approche doit aboutir à la mise en place d'un **système communautaire de gestion du risque LCZ**, dans un contexte de CC.

En effet, la LCZ est une maladie à transmission vectorielle, en émergence épidémique en Tunisie et, notamment dans le gouvernorat de Sidi Bouzid, depuis 1982. L'évolution de la situation épidémiologique montre que, **trente après**, elle continue à sévir sous un **mode endémo-épidémique**, avec des taux d'incidence qui atteignent parfois, lors de poussées épidémiques périodiques, des niveaux très élevés, confirmant **qu'aucun progrès n'a été atteint** dans le contrôle de cette zoonose émergente.

Devant ce caractère épidémique périodique et face à l'absence de traitements efficaces ou de méthodes préventives qui permettent d'éviter la propagation épidémique de la maladie, la réponse apportée par le système de santé est inopérante (traitement des lésions dans les centres de santé, quand le traitement est disponible) et la LCZ est toujours considérée, par la population et les pouvoirs publics, comme un **véritable problème de santé publique.**

L'approche suivie jusque-là pour trouver des solutions efficaces au problème s'appuie principalement sur la démarche biomédicale ou clinico-épidémiologique qui prend en considération seulement les aspects curatifs, de prévention médicale ou sanitaire en encourageant la recherche clinique pour découvrir un nouveau médicament (un essai clinique international et multicentrique, dont un bras est conduit en Tunisie par l'Institut Pasteur de Tunis (IPT), est en cours actuellement à la recherche d'un médicament efficace), la recherche fondamentale pour tenter de mettre au point un vaccin (travaux des différentes équipes de recherche de l'IPT) ou enfin la recherche environnementale (destruction du biotope des rongeurs pour protéger la population de la ville de Sidi Bouzid (30 000 habitants)), testée une seule fois car non reproductible pour les autres types d'écosystèmes.

Notre projet introduit un **changement de paradigme dans l'approche du problème**. En effet, l'analyse des conditions d'émergence de cette maladie à transmission vectorielle dans la région de Sidi Bouzid montre bien que deux facteurs principaux ont beaucoup influencé une telle émergence de la LCZ à Sidi Bouzid. D'abord, l'évolution de la région de Sidi Bouzid qui, en l'espace de 10 ans (décennie des années 1970), est passée du statut d'une zone de **steppe pastorale** à celui d'une **région agricole** dominée par les plantations arboricoles et un grand secteur de cultures irriguées. Parallèlement à cette profonde transformation environnementale, la région a connu un **important mouvement de sédentarisation** qui a donné lieu à la création de **nouveaux villages**, notamment, autour de nouveaux périmètres irrigués. D'autre part, le phénomène de **changement climatique** introduisant un réchauffement et une perturbation des cycles des pluies, avec des pluies de plus en plus fréquentes durant la saison chaude ; deux facteurs bioclimatiques nettement favorables au développement des vecteurs réservoirs et à la dynamique des populations des rongeurs réservoirs.

Dans un tel contexte, le contrôle de la maladie passe inévitablement par une bonne analyse des caractéristiques de l'écosystème local qui favorisent le cycle de la maladie en vue de trouver les solutions qui permettraient de minimiser le risque et de réduire la vulnérabilité pour une population condamnée à vivre dans cette zone à risque. C'est cette nouvelle façon de voir le problème, ce nouveau paradigme qui nous a guidé dans l'élaboration du projet. Dans notre démarche, le contrôle de la maladie, dans un tel contexte, passe par une meilleure maîtrise du risque de survenue des épidémies de LCZ et par une réduction de la vulnérabilité à la maladie en corrigeant les comportements, les pratiques ou les fausses croyances dans « le rapport à la maladie » qui sont à l'origine de l'exposition individuelle aux piqûres des insectes vecteurs. Le but ultime de notre projet consiste, sur la base des résultats de la recherche et grâce à un processus de transfert et d'échange de ces connaissances avec la communauté et les partenaires, à **élaborer un système communautaire de gestion du risque et de réduction de la vulnérabilité à la LCZ, dans un contexte de CC**.

2. L'approche écosystémique appliquée à la LCZ

Le changement d'approche dans la conduite de la recherche est une deuxième incidence de notre projet, qui a adopté la **démarche écosystémique** pour conduire la recherche. **Ce changement émane de notre prise de conscience que la LCZ constitue une problématique complexe qu'on ne peut pas aborder sous un seul angle mais nécessite qu'on croise, en même temps et dans un effort intégré, plusieurs regards à la fois, ceux de différentes disciplines de recherche et en impliquant la communauté et les partenaires et les décideurs.**

En effet, l'émergence de la LCZ est le résultat de **l'interaction entre plusieurs sous-systèmes** ; l'homme et son comportement individuel, l'homme et sa pratique agricole, l'homme et son habitat, le rongeur réservoir et sa dynamique de population, le rongeur réservoir et son habitat, l'insecte vecteur et ses habitudes

trophiques, l'insecte vecteur et son gîte de reproduction, l'insecte vecteur et son endroit de repos, la température et son influence sur les pratiques agricoles de l'homme, la température et son influence sur le développement de l'insecte, la température et son effet sur le cycle du parasite, la pluviométrie et son effet sur les disponibilités alimentaires pour le rongeur, la pluviométrie et son effet sur le cycle des insectes vecteurs et la sécheresse et son impact sur les pratiques agricoles. Tous ces facteurs jouent un rôle dans le développement du cycle de transmission de la LCZ, dans un écosystème donné, et il faut les prendre tous en considération en évaluant l'importance du rôle de tel ou tel facteur.

D'autre part, la LCZ est une maladie du milieu rural qui touche des populations pauvres, qui vivent dans des écosystèmes dégradés, disposent de peu de ressources pour améliorer leur sort et ne retiennent pas toujours l'attention des décideurs. Il convient donc de prendre en considération ces aspects de vulnérabilité pour contrôler cette maladie. Il s'agit d'une démarche de justice sociale et de protection des groupes vulnérables.

Par ailleurs, les travaux de recherche qui sont orientés vers les aspects purement scientifiques et n'intègrent pas la recherche de solutions aux problèmes courants de la population serviront beaucoup plus les chercheurs que la population cible elle-même. Il est donc important de s'attacher à conduire des travaux orientés vers la recherche de solutions.

C'est en prenant en considération tous ces aspects que notre projet a été conçu comme une **recherche-action** conduite par une **équipe transdisciplinaire** et qui se fait **dans la communauté**, en s'appuyant sur son vécu du problème et son savoir-faire local, **et avec elle** pour trouver de nouvelles solutions qui lui sont adaptées pour minimiser le risque et réduire la vulnérabilité avec sa **totale adhésion**. Elle s'écarte de l'approche clinico-épidémiologique qui s'opère, le plus souvent, par une équipe de recherche mono ou pauci-disciplinaire, sans interaction avec la population sauf pour collecter auprès d'elle des informations et sans retro-information ni rétroaction pour la faire bénéficier des retombées d'une telle recherche.

L'objectif est que la recherche menée puisse donner lieu à des changements favorables et durables pour améliorer la santé et les moyens de subsistance des populations en impliquant des **chercheurs de diverses disciplines** qui vont unir leurs efforts, obtenir la **participation des collectivités et des décideurs**, intégrer le savoir local et ancestral et tenir compte de **l'équité sociale** et de **l'égalité entre les sexes**.

La mise en œuvre de cette approche écosytémique dans notre projet nous a permis de tirer plusieurs leçons :

- C'est notre première expérience avec l'approche. Autant le paradigme nous semble très juste autant sa mise en œuvre sur le terrain est complexe à la mesure de la complexité de l'écosystème lui-même ;
- Cette démarche participative est très importante si on veut aboutir à des solutions opérationnelles et atteindre des résultats, elle est possible mais

elle est difficile devant la difficulté de concilier des intérêts parfois inconciliables des différents acteurs.

- Même si on a essayé d'organiser notre intervention écosystémique en créant un cadre de pilotage « comité local de pilotage », on s'est vite rendu compte qu'il doit y avoir d'abord une culture de travail collégial pour amener tous les partenaires à donner le même intérêt au projet et continuer à s'investir même si le projet ne rapporte pas quelque chose à soi-même.
- Quand il y a absence de tradition de débats publics et de participation active aux processus décisionnels, les acteurs du projet finissent rapidement par se démobiliser.
- L'approche écosystémique peut développer la capacité du chercheur à aller plus vers les problèmes qui concernent sa population et se rendre ainsi plus utile même sans avoir cette impression de détenteur de la science acquise avec la démarche de la recherche fondamentale et épidémiologique. C'est une nouvelle culture de la recherche qui est très utile.

3. La mise en place d'un système d'alerte précoce (SAP) des épidémies de LCZ, solution novatrice pour contrôler le risque.

La LCZ est considérée comme un véritable problème de santé publique en Tunisie parce qu'elle surprend de façon périodique (tous les 5 ans, en moyenne), par son ampleur et son caractère épidémique, la population et les pouvoirs publics. Quand une épidémie de LCZ se déclare, le recours aux structures de soins (avec absence de traitement efficace) est massif et les autorités sanitaires sont dans l'impossibilité d'agir pour infléchir l'épidémie car l'apparition des cas se fait en décalage de quelques mois par rapport à la période de contamination.

Le contrôle de la maladie passe, entre autres, par la recherche de solutions qui peuvent minimiser le risque de survenue de ces épidémies périodiques de LCZ.

Pour tenter de répondre à cette question, le projet a retenu parmi ses objectifs la recherche d'une **solution novatrice** qui consiste à mettre en place **un système d'alerte précoce des épidémies de LCZ (SAP)**. On a, pour cela, construit une base de données géographique qui regroupe, durant toute la période du projet, et sur une base mensuelle, toutes les variables qui mesurent le risque (incidence mensuelle de la LCZ) ou expliquent son apparition (températures, pluviométrie, humidité, vitesse du vent, densité des rongeurs, NDVI).

A partir du mois de juillet 2009, un système de surveillance épidémiologique active, s'appuyant sur un réseau impliquant tous les centres de santé, les écoles et les lycées de la zone de l'étude nous a permis de recenser tous les nouveaux cas de LCZ.

Parallèlement, des investigations éco-environnementales périodiques (mensuelles), pour étudier la dynamique des vecteurs et des réservoirs, ont été conduites. Des images satellites de la zone d'étude (2 par année) ont été commandées pour permettre l'analyse du couvert végétal (calculer l'indice de végétation normalisé NDVI) des zones de prolifération des rongeurs réservoirs (Garaat Njila). La station

météorologique du projet a permis de collecter les données climatiques (températures, pluviométries, caractéristiques du vent, humidité...).

Nous avons analysé la relation entre le nombre mensuel des cas de LCZ et les facteurs climatiques (température minimale, maximale et moyenne et pluviométrie). Les moyennes mensuelles de ces paramètres ont été calculées à partir des données journalières enregistrées par la station météorologique. Des tests de corrélation ont été réalisés à l'aide du coefficient de corrélation de Spearman.

Comme le montre la figure 1, la période d'observation (2009-2011), a connu un **pic épidémique de LCZ** correspondant à la saison 2010/2011.

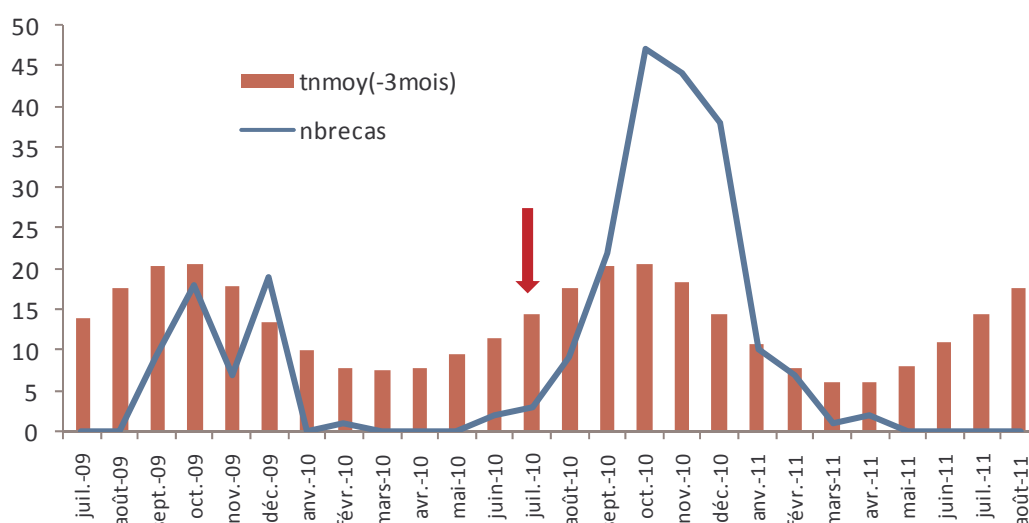


Figure 1 : Répartition des nouveaux cas LCZ recensés dans la zone d'étude entre 2009 et 2011

Le pic épidémique **semble succéder** à la période d'augmentation des températures minimales et maximales moyennes enregistrées durant les 3 mois précédents. A ce stade de notre analyse, la pluviométrie moyenne des trois mois précédents ne semble pas influencer la survenue des cas de LCZ.

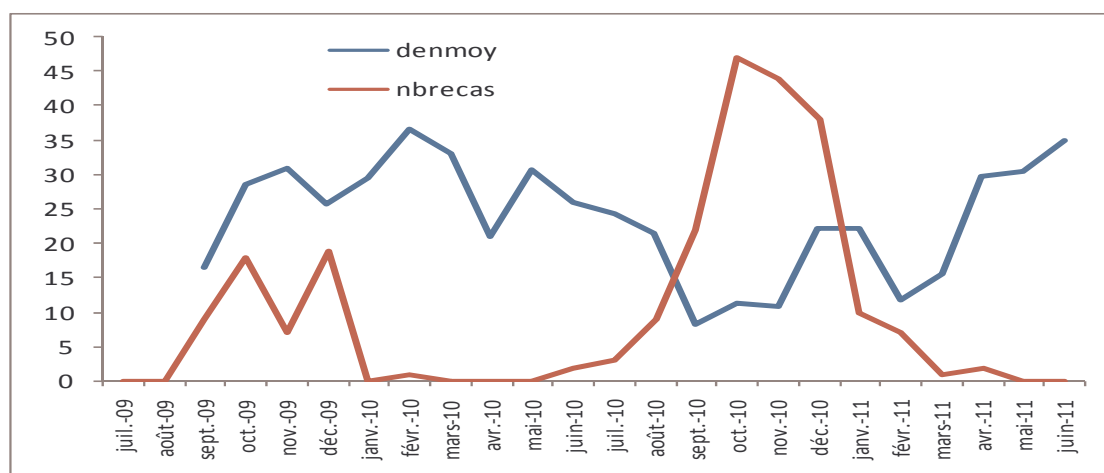


Figure 2 : nombre de cas de LCZ et densité moyenne des rongeurs

(juin 2009 - juillet 2011)

La figure 2 montre que l'augmentation du nombre des cas de LCZ a été précédée par une activité des rongeurs (densité des terriers actifs des rongeurs) qui est suffisamment importante et durable, durant la saison précédente.

De même, la densité mensuelle moyenne des rongeurs (figure 3) est corrélée avec la pluviométrie moyenne de l'année précédente ($r=0,58$, $p=0,004$).

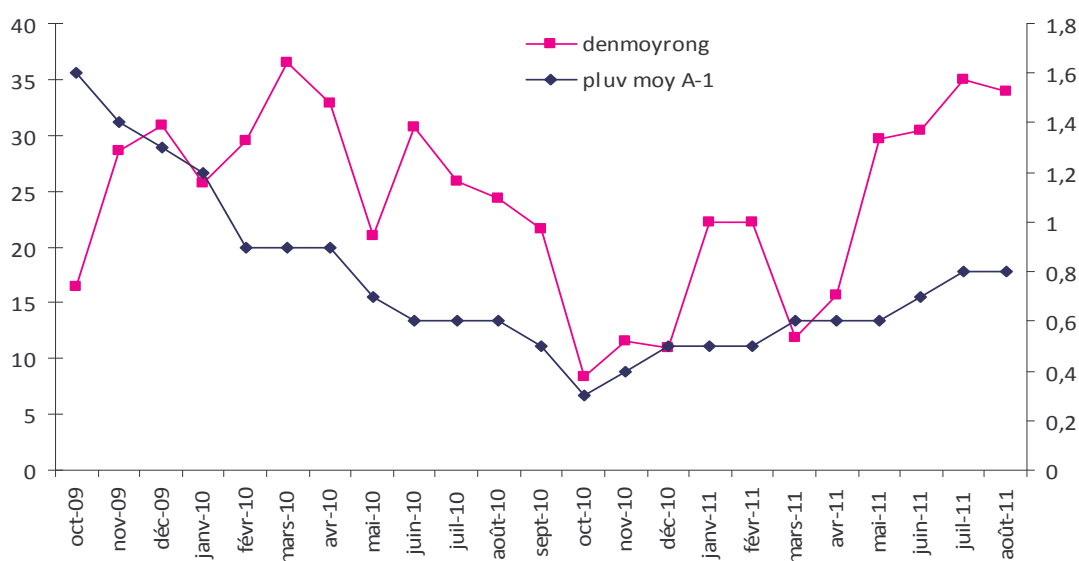


Figure 3 : densité mensuelle moyenne des rongeurs et pluviométrie (juin 2009 – juillet 2011

Paramètre	Coefficient de corrélation	p
Température maximale (moyenne des 3 derniers mois)	0.513	0.01
Température minimale (moyenne des 3 derniers mois)	0.623	0.001
Pluviométrie (moyenne des 3 derniers mois)	0.2	NS
Température maximale (moyenne des 6 derniers mois)	0.742	0.000
Température minimale (moyenne des 6 derniers mois)	0.783	0.000
Température maximale (moyenne de l'année-3)	0.684	0.000
Pluviométrie (moyenne des 6 derniers mois)	-0.224	NS
Pluviométrie (moyenne de l'année -3)	0.505	0.014
Densité des rongeurs (moyenne des trois parcelles décalée de six mois)	0.564	0.018
	0.562	0.019
Densité des rongeurs dans p1 (décalée de six mois)	0.077	NS
Densité des rongeurs dans p2 (décalée de six mois)	0.584	0.014
Densité des rongeurs dans p3 (décalée de six mois)		

Tableau 1: corrélation univariée entre le nombre des cas de LCZ et les paramètres bioclimatiques (2009-2011)

Au total, l'étude des corrélations a montré une association positive entre le nombre mensuel de cas de LCZ et les températures moyennes des trois et six mois précédents. Cependant, les coefficients de corrélations sont plus élevés pour les paramètres des six mois précédents, notamment la température minimale (tableau 1). Il existe également une corrélation positive entre le nombre des cas de LCZ et la densité des rongeurs de deux parcelles (p1 et p3) et la densité moyenne des trois parcelles des six mois précédents. La densité mensuelle moyenne des rongeurs est également corrélée avec la pluviométrie moyenne des 9 mois précédents.

Ces premiers résultats très encourageants confirment le **bien fondé de notre démarche** quant à la faisabilité d'un système d'alerte précoce des épidémies de LCZ.

En effet, la mise en évidence, à terme, d'une corrélation positive validée entre l'incidence de la LCZ et la variable "densité des terriers des rongeurs dans le biotope des rongeurs" permettra de préconiser à la communauté l'utilisation d'un système d'alerte précoce basé sur la surveillance de l'écosystème, soit le comptage des terriers des rongeurs sur des échantillons de parcelles du couvert végétal identifiées sur image satellite de HR, qui doit permettre de prédire suffisamment à l'avance la survenue des épidémies de LCZ.

Si c'est la relation entre l'incidence de la LCZ et la pluviométrie où entre l'incidence de la LCZ et la température (maximale, minimale ou les 2) qui soient les plus robustes et valides, c'est un système d'alerte météorologique qui sera suggérée à la communauté et aux partenaires.

C'est à la communauté, en collaboration avec les décideurs et les partenaires, que reviendra la décision d'initier tel ou tel type de surveillance. Il pourra s'agir d'une surveillance environnementale basée sur une surveillance saisonnière (janvier à juin) du biotope avec comptage des terriers, précédant la saison des vecteurs (juin-octobre), qui permettra de déclencher l'alerte quand la densité atteint un certain seuil (à définir selon le modèle). Le déclenchement de l'alerte conduira à une action destruction du biotope par labourage pour empêcher la pullulation des rongeurs réservoirs du parasite. Il pourra s'agir d'un monitoring des quantités de pluies qui pourra indiquer le moment où un certain seuil (défini par le modèle) est atteint et devra conduire à une action sur le biotope.

4. Relation étroite entre la gestion de l'eau, la pratique de l'irrigation et l'exposition au risque de LCZ.

S'appuyant sur la démarche écosystémique multidisciplinaire, nous avons grâce à l'application concomitante et intégrée des méthodes de l'épidémiologie, de

l'agronomie et de l'entomologie, pu mieux comprendre la dynamique locale favorisant la transmission de la maladie en examinant l'incidence des systèmes locaux d'irrigation sur l'exposition des agriculteurs aux vecteurs, ayant admis que les méthodes d'irrigation peuvent constituer un facteur de risque probable d'exposition à la maladie.

On a ainsi compris que pour que leurs récoltes absorbent davantage d'eau, les agriculteurs de la zone irriguent lorsque la température est fraîche, soit très tôt en début de journée ou pendant la nuit. Ils s'exposent ainsi à la maladie, car il s'agit des périodes d'activité des phlébotomes, vecteurs à activité nocturne. Les méthodes d'entreposage du fumier créent également des conditions favorables à la reproduction des insectes. Le risque est d'autant plus exacerbé si de grands volumes d'eau sont gaspillés sur les parcelles en raison d'un équipement défectueux ou d'une formation insuffisante. Un sol plus humide favorise en effet la reproduction des phlébotomes. **Toutes ces constatations ont été portées à la connaissance des agriculteurs et des services techniques et un grand débat, sur les solutions à appliquer et les responsabilités sur la mise en œuvre des solutions préconisées, est engagé et dure encore.**

Pour évaluer les risques d'exposition des agriculteurs, ainsi que leurs accompagnants aux *Phlebotomus papatasi*, on s'est proposé de calculer un paramètre que nous avons appelé « Risque » qui reflète l'importance de la durée de présence simultanée des agriculteurs et du vecteur de LCZ, au niveau de chaque PI. L'équation suivante formule le paramètre risque :

$$Risque = \sum_{t=1}^{t=T_{\max}} \sum_{h=1}^{24} \left(\frac{d(t,h)}{d_{\max}} \right) \times \frac{N_{ai}(t,h)}{N_{a\max}}$$

Où $T_{\max}$: la période de calcul du paramètre risque ; $d(t, h)$: la densité du vecteur de LCZ durant la journée « t » et à l'heure « h » ; $d_{\max}$: la densité maximale du vecteur de LCZ dans la zone d'étude ; $N_{ai}(t, h)$: le nombre d'agriculteur qui irriguent durant la journée « t » et à l'heure « h » ; $N_{a\max}$: Nombre maximal d'agriculteurs qui peuvent irriguer en même temps.

Dans le cadre de cette étude et vue l'absence d'études sur la variation horaire de l'activité de *Phlebotomus papatasi* dans le contexte local, il est élaboré une modulation horaire hypothétique issue des travaux scientifiques de Morsy et al (1995) et Coleman et al. (2007). Il est considéré que l'activité du vecteur démarre fortement vers la fin de la journée (coucher du soleil), qui correspond à 20 H 00 dans la zone du projet, et qu'elle est maintenue avec la même intensité (100 %) jusqu'à 24 H 00. A partir de ce moment, il est considéré que la présence des phlébotomes diminue pour s'annuler (0 %) vers 5 H 00 du matin, aux mois de juillet et Août.

Le nombre d'agriculteurs en activité lors de chaque journée et toute heure est directement pris du tableau de suivi tenu par le gestionnaire de chaque PI (2 PI ont été étudiés, PI El Hichria et PI Ouled Mhamed). Le nombre maximal d'agriculteurs qui

peuvent irriguer en même temps est conditionné par le système de distribution d'eau de chaque PI. Pour El Hichria, le réseau collectif permet d'alimenter en même temps 8 agriculteurs. Pour le PI Ouled Mhamed, le nombre maximal d'agriculteurs qui peuvent être alimentés en eau en même temps est égal à 12.

Au vu de nos observations, on peut considérer que les agriculteurs du PI El Hichria sont dans une certaine mesure exposés à la maladie puisqu'ils irriguent leurs cultures entre minuit et 5 h, tandis que les agriculteurs du PI Ouled Mhamed ne le sont pas du tout. Leur comportement et leur risque d'exposition subséquent sont donc dictés par les récoltes et les méthodes d'irrigation. Ces observations ont permis aux chercheurs de conclure que la méthode d'irrigation ne constitue pas en soi un facteur de risque déterminant, bien qu'il faille adapter les systèmes hydrauliques, ainsi que la planification et la gestion générales des activités d'irrigation collectives de manière à limiter l'exposition à la LCZ.

L'équipe de recherche travaille de concert avec l'union régionale des agriculteurs et les groupements locaux de développement agricole (GDA) qui gèrent le dispositif d'approvisionnement en eau des agriculteurs de Sidi Bouzid. Par ailleurs, de rencontres avec les techniciens de développement agricole du commissariat régional d'Agriculture de Sidi Bouzid ont permis aux chercheurs de présenter les résultats de l'étude et de discuter de stratégies de correction des méthodes d'irrigation en vue d'améliorer leur efficacité et de minimiser le risque d'exposition des agriculteurs aux piqûres des phlébotomes.

Appréciation d'ensemble et Recommandations

Notre projet de recherche a examiné dans quelle mesure les changements climatiques et les moyens entrepris localement, pour gérer la sécheresse qui en découle, peuvent accroître l'exposition à la leishmaniose cutanée zoonotique (LCZ) et a cherché des méthodes d'adaptation à ce problème, dont la dimension environnementale et écologique est déterminante.

Notre but ultime est que la recherche menée puisse donner lieu à des changements favorables et durables pour améliorer la santé (lutte contre la LCZ) et les moyens de subsistance des populations (adaptation de l'agriculture aux aléas du changement climatique) en impliquant des **chercheurs de diverses disciplines** qui ont unis leurs efforts, en favorisant la **participation des collectivités, des partenaires et des décideurs** et en tenant compte de **l'équité sociale** et de **l'égalité entre les sexes**.

S'appuyant sur une **démarche écosystémique multidisciplinaire**, l'équipe a testé des solutions visant à minimiser le risque et réduire la vulnérabilité des populations locales pour contrôler la LCZ, dans un contexte de CC.

Pour une durée aussi limitée (à peine 2 années pleines d'investigation), face à une problématique aussi complexe et avec des objectifs très ambitieux, les progrès réalisés par le projet sont considérables, très significatifs et méritent d'être valorisés pour offrir de nouvelles perspectives au contrôle d'un problème de santé dont l'émergence est très intimement lié à l'écosystème.

En effet, les travaux de recherche entrepris ont permis de mieux comprendre les spécificités du milieu local qui favorisent la transmission de la maladie. Dans ce cadre, l'équipe a examiné l'incidence des systèmes d'irrigation locaux sur l'exposition des agriculteurs aux vecteurs, étant admis que les méthodes d'irrigation constituent un facteur de risque potentiel. Ils ont, également, permis de mettre en évidence, dès ce stade de l'étude (recul de deux années de suivi), une relation entre l'incidence de la maladie et les variables climatiques et/ou environnementales, susceptible de conduire à la mise en place d'un système d'alerte précoce des épidémies de LCZ, fondé sur la surveillance des données climatiques, et/ou environnementales et/ou du couvert végétal.

Le projet a été mené entre le 16 mars 2009 et 16 mars 2012. La Tunisie a connu une révolution populaire qui a éclaté le 17 décembre 2010 et dont le point de départ a été la région de Sidi Bouzid, zone où nous avons mené le projet, suite à **l'auto-immolation de Mohamed Bouaziz** originaire de cette même région. Malgré ce contexte révolutionnaire, l'équipe de recherche a pu mener à bien ses activités grâce à une interaction favorable avec le terrain et l'efficacité du dispositif local mis en place par le projet.

A la clôture de ce projet, plusieurs leçons peuvent être tirées, dans différents domaines :

1. Dans le domaine de la recherche :

L'originalité de notre projet est incarnée par la mise en œuvre, pour la première fois, de **l'approche écosystémique** pour aborder le problème de la LCZ, démarche qui rompt complètement avec l'approche clinico-épidémiologique utilisée jusque là (depuis 30 ans) sans succès, pour faire face à cette morbidité émergente. La principale question qui se pose est celle de se dire, dans quelle mesure avons-nous été capables de mettre en œuvre cette approche ?

- C'est notre première expérience avec l'approche. Autant le paradigme qui la sous-tend nous semble être très juste, autant sa mise en œuvre sur le terrain nous paraît complexe et difficile, à la mesure de la complexité de l'écosystème lui-même ;
- Cette démarche participative est très importante, si on veut aboutir à des solutions opérationnelles et applicables ; elle est possible mais elle est difficile devant la difficulté de concilier des intérêts parfois inconciliables des différents acteurs.
- Même si on a essayé d'organiser notre intervention écosystémique en créant un cadre de pilotage du projet « comité local de pilotage » et des « sous comité » de proximité avec les principaux partenaires, on s'est vite rendu compte qu'il doit y avoir d'abord une culture de travail collégial pour amener tous les partenaires à donner le même intérêt au projet et continuer à s'investir même si le projet ne rapporte pas quelque chose à soi-même.
- Quand il y a absence de tradition de débats publics et de participation active aux processus décisionnels, les acteurs du projet finissent rapidement par se démobiliser.
- La précarité des conditions de vie de la communauté elle-même, l'absence d'organisations communautaires défendant les intérêts de la communauté et le manque de financement pour entreprendre et assurer la durabilité de leur travail, quand ces organisations communautaires existent, sont autant d'obstacles à l'application d'une démarche écosystémique.
- L'implication des partenaires techniques dans le processus de la recherche écosystémique est difficile à négocier car la recherche de solutions dans ce cadre peut contrarier leur propre processus décisionnel.
- L'approche écosystémique développe certainement chez le chercheur la capacité d'aller plus vers les problèmes qui concernent sa population sans avoir besoin d'avoir de cette impression de détenteur du savoir, conférée par la démarche classique de recherche fondamentale. Cette nouvelle culture de la recherche est très utile mais elle est plus difficile, tant elle dépend beaucoup d'un partage avec les autres.

2. Dans le domaine du renforcement des capacités :

Pour la réalisation de son protocole, l'équipe de recherche a privilégié une démarche participative impliquant les agriculteurs (communauté de la zone d'étude) à travers leurs groupements de développement agricoles (GDA) et moyennant la mise à leur disposition de quelques équipements de base (station météorologique automatique), le recours à des techniques simples de collecte d'information (logiciels) pour faciliter la gestion du « tour d'eau » ou encore les méthodes d'identification des anomalies des techniques d'irrigation et des pratiques des cultures par l'accompagnement des chercheurs durant le projet.

Cette gestion participative de proximité du protocole de recherche avec la communauté des agriculteurs a permis, d'une part de faire un diagnostic précis de la situation de l'agriculture dans la zone, en matière des méthodes d'irrigation ou de choix des cultures adaptées au contexte de sécheresse, d'identifier les solutions pour remédier aux insuffisances constatées et d'entamer des discussions avec les partenaires techniques sur les stratégies adéquates pour améliorer l'efficacité, et d'autre part, d'identifier les situations qui favorisent l'exposition au risque LCZ au regard des pratiques et des comportements des agriculteurs et de mieux les sensibiliser pour réduire leur vulnérabilité à la maladie.

En ce qui concerne l'apport de la station météorologique du projet, les données bioclimatiques qu'elle permet de collecter sont aussi intéressantes car elles permettraient d'estimer les besoins en eau quotidiens des cultures et de réduire par conséquent les consommations d'eau actuelles, jugées exagérées au niveau des PI. Toutefois, il convient de signaler que la réalisation de ces mesures doit s'inscrire dans un programme intégré impliquant différents partenaires dont l'Institut National de Météorologie, via sa station régionale, et le CRDA avec ses différents services concernés (production végétale, vulgarisation agricole, génie rural...) et donnant lieu à des applications au niveau de la conduite des cultures, des irrigations et de l'encadrement des agriculteurs. De ce fait, ce type d'action mérite de faire l'objet d'une concertation élargie avec les services techniques concernés afin de valoriser davantage les résultats du projet de recherche dans une perspective de synergie avec les autres programmes de développement de la région.

Au total, il s'agit d'une démarche de recherche-action dont les acquis ont des implications directes sur la vie des gens, objet des investigations scientifiques.

3. Dans le domaine de l'influence des politiques et des pratiques :

Le suivi de l'exposition à la LCZ de la population des agriculteurs dans les deux PI de la zone d'étude a permis de constater que la vulnérabilité à la maladie dépend avant tout du mode de gestion de l'eau dans les PI. En effet, l'irrigation en elle-même n'est pas un facteur de risque par rapport à la LCZ par contre la période et les techniques d'irrigation ainsi que le choix du type de cultures peuvent l'être. Ce résultat est très important pour la mise en place d'une stratégie de contrôle et de prévention de la LCZ dans la région, adaptée au type d'écosystème.

En effet, la prise en compte de ce risque sanitaire doit conduire les agriculteurs, les responsables de l'irrigation et les structures locales et régionales de l'agriculture à mieux planifier et définir les programmes et projets de développement agricoles de la zone en tenant compte de ce risque. Pour les PI existants qui sont exposés à la LCZ, des programmes d'adaptation peuvent également être envisagés dans un cadre de partenariat, entre le ministère de l'agriculture et celui de la santé publique, et de concertation avec les GDA des PI.

Malheureusement, ces résultats intéressants pour le secteur agricole, ne semblent pas pour l'instant partagés avec les responsables de l'administration agricole au niveau régional (CRDA). En effet, les responsables des services technique du CRDA, insuffisamment engagés vis-à-vis du projet et assez distants malgré les efforts engagés pour obtenir leur adhésion, ne tiennent pas compte pour l'instant, du risque LCZ et des mesures de protection identifiées par le programme de recherche, dans les programmes et projets d'irrigation (création ou réhabilitation) mis en place. Ce constat nous permet de dire que, même si l'équipe de recherche a eu une collaboration avec l'Arrondissement technique du CRDA chargé de l'appui aux GDA, elle n'a pas été capable d'établir un partenariat renforcé avec les deux principaux arrondissements concernés directement par l'irrigation. En outre, l'implication de la direction régionale de la santé mérite d'être renforcée afin de favoriser à l'avenir la prise en charge de ce programme par cette dernière et la valorisation de ses acquis dans le cadre de la stratégie régionale de protection contre les risques sanitaires.

D'autre part, pour valoriser davantage les résultats de ce projet de recherche et aboutir à un engagement des politiques pour une stratégie de contrôle de la LCZ adapté à ce type d'écosystème, il conviendrait de faire le lien avec le projet de la ville de Sidi Bouzid qui fait l'objet depuis plusieurs années d'un programme de lutte contre la LCZ (destruction mécanique des terriers) et expliquer qu'il s'agit là d'une autre approche du problème de lutte contre la LCZ, adaptée à un autre type d'écosystème.

Recommandations :

Notre projet a ouvert la voie pour comprendre le déroulement du cycle de LCZ dans son écosystème et identifier des solutions qui permettent de minimiser ce risque, réduire la vulnérabilité des populations locales dans un contexte de développement durable.

Pour que de tels résultats puissent être fructifiés, il est recommandé que les groupes à risque, les décideurs et les chercheurs partagent leurs pouvoirs, leurs expertises, et renforcent leurs connaissances en vue d'élaborer **un système communautaire de gestion des risques et de réduction de la vulnérabilité à la LCZ, adapté au contexte.**

Pour pouvoir mettre en place un tel système, il faut définir une stratégie qui doit reposer sur les axes suivants :

1. promouvoir le leadership communautaire :

2. Définir un cadre de gestion des risques :

- Prévention des risques, basée sur la réduction de la vulnérabilité
- Préparation aux épidémies, basée sur un système d'alerte précoce
- schéma d'intervention pour anticiper la survenue d'une épidémie de LCZ

3. Identifier les indicateurs de résilience

Résumé

En Tunisie, une équipe de recherche dirigée par l'Observatoire national des maladies nouvelles et émergentes et par l'Agence tunisienne de coopération technique a examiné les modalités d'adaptation à l'émergence épidémique de la leishmaniose cutanée zoonotique (LCZ), maladie causée par un parasite *Leishmania major* et transmise par la piqûre d'un insecte vecteur, *Phlébotomus Papatasi*. Le parasite est hébergé par un hôte réservoir principal, un rat des sables appelé *Psammomys Obesus*. Cette maladie entraîne des lésions cutanées qui apparaissent au siège de la piqûre, parfois plusieurs mois après l'infestation. Chez la femme, dont la position sociale et l'estime de soi s'appuient davantage sur l'apparence, notamment en milieu rural où la maladie sévit, les cicatrices au visage engendrées par la maladie peuvent avoir un impact psychologique et psycho-social pénalisant.

La LCZ est une maladie à transmission vectorielle, en émergence épidémique en Tunisie et, notamment dans le gouvernorat de Sidi Bouzid, depuis 1982. L'évolution de la situation épidémiologique montre que, trente ans après, elle continue à sévir sous un mode endémo-épidémique, avec des taux d'incidence qui atteignent parfois, lors de poussées épidémiques périodiques, des niveaux très élevés. Devant ce caractère épidémique périodique et face à l'absence de traitements efficaces ou de méthodes préventives qui permettent d'éviter la transmission de la maladie, la réponse apportée par le système de santé est inopérante (traitement des lésions dans les centres de santé, quand le traitement est disponible) et la LCZ est toujours considérée, par la population et les pouvoirs publics, comme un véritable problème de santé publique.

D'autre part, la LCZ est une maladie du milieu rural qui touche des populations pauvres, qui vivent dans des écosystèmes dégradés, disposent de peu de ressources pour améliorer leur sort et ne retiennent pas toujours l'attention des décideurs. Il convient donc de prendre en considération ces aspects de vulnérabilité pour contrôler cette maladie. Il s'agit d'une démarche de justice sociale et de protection des groupes vulnérables.

S'appuyant sur une démarche écosystémique multidisciplinaire, l'équipe a cherché à identifier les déterminants de la vulnérabilité des populations locales à la maladie. Ses travaux ont permis de mieux comprendre la dynamique locale favorisant la transmission de la maladie et notamment l'incidence des systèmes d'irrigation locaux sur l'exposition des agriculteurs aux insectes vecteurs. Ayant admis que les méthodes d'irrigation constituent un facteur de risque probable, les chercheurs jugent essentiel de travailler avec les agriculteurs afin de trouver des moyens de réduire l'exposition aux risques. D'autre part, un travail préparatoire a été entamé en vue de mettre en place, à terme, un système de détection précoce des épidémies de LCZ, fondé sur la surveillance des données du climat et du biotope local.

La valorisation des résultats du projet doit conduire, à travers un processus de transfert et d'échange de ces connaissances avec la communauté et les partenaires, à l'élaboration d'un système communautaire de gestion du risque et de réduction de la vulnérabilité à la LCZ, dans un contexte de CC.