

REPUBLIQUE DU SENEGAL
UN PEUPLE – UN BUT – UNE FOI

Ministère de l'Agriculture

Direction de la Protection des Végétaux

**Projet Africain de Lutte d'Urgence
Contre le Criquet pèlerin
(AELP)**



ANALYSE ECOTOXICOLOGIQUE DES PESTICIDES UTILISÉS EN LUTTE CONTRE LE CRIQUET PELERIN

**Document réalisé par le Centre Régional de
Recherches en Ecotoxicologie et Sécurité
Environnementale, Fondation CERES-
Locustox**



Dakar, mai 2008

Analyse écotoxicologique des pesticides utilisés en lutte contre le criquet pèlerin

Page 1 sur 155

REMERCIEMENTS

La Fondation CERES-Locustox adresse ses chaleureux remerciements les plus sincères au Directeur de la Protection des Végétaux, aux Directeurs chargés du Développement Rural, aux Chefs de services départementaux de Développement Rural, aux Agents de la Direction de Protection des Végétaux et à toutes les personnes qui ont, de près ou de loin, contribué à l'élaboration et à la confection de ce document en mettant à notre disposition des données des traitements de la campagne de lutte contre le criquet pèlerin 2004-2005.

RESUME EXECUTIF

Les pays du Sahel subissent, d'une manière récurrente, les invasions acridiennes. A cet effet, de grandes quantités de pesticides sont utilisées pour faire face à cette menace sur l'agriculture. Depuis 1860, neuf invasions généralisées et dix recrudescences majeures, interrompues par des périodes de rémission et des résurgences localisées, ont eu lieu. Les périodes d'invasion surviennent à la suite des phases de grégarisation et migration vers les zones du Sahel. Les impacts de ces produits phytosanitaires constituent l'une des conséquences de cette utilisation massive et parfois abusive.

La densité des essaims varie considérablement. Le chiffre communément accepté pour un essaim de taille et de densité moyennes posé au sol est de 50 millions d'individus/km² (50 criquets/m²); les valeurs minimale et maximale sont respectivement de 20 et 150 millions de criquets/km². Les essaims se déploient généralement lorsqu'ils sont en vol et couvrent alors entre deux et trois fois la superficie occupée lors du perchage.

La lutte contre le criquet pèlerin au Sénégal, au cours de l'invasion de 2004-2005, est caractérisée par une forte implication des militaires sur le terrain et leur niveau de responsabilité dans la coordination et l'organisation de la campagne de lutte antiacridienne. Les différents corps de commandements des militaires, le Service d'Hygiène et les Sapeurs Pompiers ont activement appuyé les unités techniques de la Direction de la Protection des Végétaux. Les Comités Villageois de Lutte et les techniciens de la Direction de la Protection des Végétaux ont servi d'appui technique aux militaires. Le dispositif aérien a utilisé des aéronefs grâce à la coopération bilatérale et multilatérale. Cette campagne de lutte contre le criquet pèlerin a été accompagnée par une analyse écotoxicologique afin de suivre les effets probables des pesticides utilisés au cours des phases opérationnelles.

Le suivi et l'évaluation écotoxicologiques sont des tâches qui requièrent la connaissance et l'étude d'un ensemble complexe de problèmes étroitement liés. Il s'agit d'apprécier les effets des émissions des produits phytosanitaires, ainsi que les contaminations accidentelles de l'homme et de l'environnement. Le risque qu'un produit phytosanitaire présente un effet négatif dépend de la toxicité du produit en question (substance active de produits phytosanitaires utilisée dans la formulation) et de l'exposition subie par le milieu étudié, incluant l'homme. Ces types d'étude

s'appuient, pour un milieu écologique donné, sur la compréhension du traitement proposé (calendrier d'application, dose appliquée, échelle), de la nature du produit chimique utilisé, des études écotoxicologiques existantes et des biotopes concernés. Au Sénégal, la zone sylvopastorale qui abrite la réserve de faune du Ferlo nord, les réserves des six forages, la zone des Niayes et les parcs de la région de Saint Louis, les zones humides de la vallée du fleuve Sénégal ont été des zones d'invasion du criquet pèlerin en 2004-2005. Ces zones sensibles concernées par le péril acridien, nécessite une attention particulière avec l'utilisation des pesticides et une prise en compte de nombreux facteurs relatifs aux caractéristiques des espèces inféodées dans ces milieux. Dans les systèmes naturels, les connaissances des paramètres environnementaux et de celles des caractéristiques physico-chimiques des pesticides aident à prévoir le comportement de ces derniers sur l'environnement et par conséquent leur impact sur les organismes. L'analyse écotoxicologique est réalisée au niveau d'organisation biologique relatif à la population et à l'écosystème dont l'appréciation de l'effet des pesticides peut être rendu complexe par l'influence des facteurs abiotiques. Les études écotoxicologiques des principaux insecticides utilisés en lutte contre le criquet pèlerin, réalisées par le Projet LOCUSTOX ont mis en exergue le devenir des pesticides dans l'environnement et aussi les risques sur les organismes clés dans le fonctionnement des écosystèmes aquatiques et terrestres du Sahel.

Au cours de la campagne 2004-2005, l'analyse des données de traitement des mois de juillet à septembre 2004, a révélé certains manquements, comme:

- l'utilisation de pesticides non recommandés pour la lutte contre le criquet pèlerin : 46 applications ont été réalisées avec le monocrotophos, principalement dans les Niayes de Thiès et Dakar ; 27 applications avec Agrisec orga (diméthoate+fénitrothion) et Agrisec bêta (deltaméthrine), principalement dans la zone sylvopastorale.
- Les doses d'application ne sont pas toujours respectées : avec le chlorpyrifos qui est le pesticide le plus utilisé, près 70 % des traitements ont été sous dosés et 7,8 % surdosés.
- La non maîtrise des règles et des conditions d'application : la formation de militaires a été de courte durée, ce qui ne laisse pas le temps d'assimiler les exigences des opérations de lutte ; pour près de 15 % des traitements effectués par les militaires, ni les pesticides ni les superficies n'ont été identifiés.

L'analyse des données a permis de faire ressortir les points à prendre en compte pour un suivi correct de l'impact des pesticides. Il s'agit (i) d'une bonne connaissance des systèmes écologiques des zones concernées par les traitements ; (ii) de la connaissance des pesticides utilisés et de leur devenir dans l'environnement ; (iii) de l'identification et la connaissance de l'écologie et l'éthologie des espèces caractéristiques du fonctionnement des écosystèmes du Sahel et concernées par l'étude.

SOMMAIRE

INTRODUCTION	10
1. LE PROBLEME DU CRIQUET PELERIN	12
DANS LE SAHEL	12
1. 1- Bio- Ecologie du criquet pèlerin	12
1. 1. 1- L'oeuf et le développement	12
1.1. 2- L'effet de la végétation sur le comportement journalier des larves	15
1. 1. 3- Les ailés.....	16
1. 2- Les grandes invasions	18
1. 3- Les méthodes de lutte	20
1. 3. 1- La lutte chimique	20
1.3. 2- La lutte mécanique.....	21
2. LES PESTICIDES ANTI-ACRIDIDIENS	22
2. 1- Généralités sur les pesticides	22
2. 1. 1- Définition	22
2. 1. 2- Types de pesticides.....	22
2. 1. 3- Composition d'un pesticide	22
2. 1. 4- Les dangers des pesticides	23
2. 2- Les principaux groupes de pesticides	24
2. 2. 1- Les pesticides inorganiques	24
2. 2. 2- Les pesticides organiques	24
2. 2. 2.1- Les inhibiteurs de cholinestérase	25
2. 2. 2.2- Les Organophosphorés	25
2. 2. 2.3- Les carbamates.....	26
2. 2. 2.4- Les pyréthrinoides des synthèse.....	27
2. 2. 2.5- Les dérégulateurs de croissance (IGR)	27
2. 2. 3- Les biopesticides	28
2. 3- Les formulations	28
2. 4- Les propriétés physico-chimiques	29
3. LA LUTTE ANTIACRIDIDIENNE	30
3. 1- Historique et organisation	30
3.1. 1- Historique	30
3.1. 2- La campagne 2004	31
3. 1. 2.1. Les unités opérationnelles de traitement	34
4. ANALYSE ECOTOXICOLOGIQUE	36
4.1. Les systèmes écologiques.....	36
4.1.1. Les zones protégées.....	36
4.1.2. Les systèmes naturels.....	40
4.1.2. 1- les Niayes.....	40
4.1. 2. 2- La zone sylvo-pastorale	44
4.1..2. 3- La vallée du fleuve Sénégal	47
4.1. 2.4. Le bassin arachidier.....	48
4.2. Le devenir des pesticides dans l'environnement.....	51
4.3. Effets sur les organismes non cibles	53
4.3.1. Les espèces indicatrices	55
4.3.2. Le niveau d'organisation	55

4.3.2.1. Les organismes inféodés en milieu aquatiques	57
4.2.4.2. 2. Les organismes inféodés en milieu terrestre	60
4.3.2.2. L'évaluation des impacts sur les organismes non cibles	63
4.4. Etudes de cas : Analyse écotoxicologique de deux zone touchées par le péril acridien : Niayes et zone sylvopastorale.....	66
4.4.1. La Méthodologie.....	66
4.4.2. Les entretiens.....	66
4.4.3. Le dépouillement.....	66
4.4.4. Les pesticides utilisés	67
4.4.5.- Distribution spatiale des traitements.....	70
4.4. 6- Les traitements effectués dans les Niayes	72
4.4.7. Les traitements effectués en zone sylvo-pastorale.....	75
4.4.8. Commentaires sur les pesticides antiacridiens	78
4.5. RECOMMANDATIONS	83
5. TOXICOVIGILANCE : NIVEAU DE BASE AChE DU PERSONNEL DE DIRECTION DE LA PROTECTION DES VEGETAUX	85
5.1. Niveau de base des employés de la DPV.....	86
5.1.1. Le personnel la DPV, des DRDR et SDDR.....	87
5.1.2. Le personnel des Bases Phytosanitaires	92
5.1.3. Le personnel des Comités de Lutte Villageois	93
5.2. Corrélation entre le taux de cholinestérase et les paramètres âge, poids et taille.....	96
BIBLIOGRAPHIE	101
ANNEXES	104

Liste des Figures

Figure 1. Vitesse de développement de l'œuf en fonction de la température du sol.(Symmons & Cressman, 2001).....	13
Figure 2: Quantités par formulation de pesticides utilisés dans la protection des végétaux (DPV, 1999).....	31
Figure 3: Organigramme structurel de la campagne de lutte antiacridienne de 2004 (CERES/LOCUSTOX, 2005).....	33
Figure 4 : les différentes aires protégées du Sénégal avec les Parcs Nationaux, Réserves naturelles, Réserves naturelles communautaires et les Aires marine protégées (source DPN, septembre 2007).....	39
Figure 5. Typologie des sols de la région de Dakar (Sall et al., 2004).	43
Figure 6: Ressources en eau: niveau de fluctuation de la nappe suivant les saisons (Sall et al., 2004).	44
Figure 7 : Niveau d'organisation de la biocénose au niveau des écosystèmes.	57
Figure 8 : organismes non cibles inféodés en milieu terrestre (photo, CERES-Locustox, 2005).....	62
Figure 9 : les proportions des différentes formulations de pesticides utilisés au cours de la lutte antiacridienne de la campagne 2004-2005.....	68
Figure 10 : Quantité et type de pesticides UL utilisés en lutte antiacridienne aout et septembre 2004 (source DPV).	68
Figure 11: Cartographie des traitements effectués dans les Niayes et en zone syvopastorale	70
Figure 12 : Superficies traitées par type de pesticides chimiques durant les deux mois de traitement.....	75
Figure 13: Quantité de pesticide utilisée par formulation (a) et par matières actives (b)...	77
Figure 14: Traitements sur les différents stades de vie du criquet pèlerin dans les départements de Louga	78
Figure 15: Classification des risques des pesticides anti-acridiens sur les non cibles.	80
Figure 16 : variation du taux de AChE en fonction de l'âge sur des individus adultes.	97
Figure 17 : variation du taux de AChE en fonction du poids des individus adultes	97
Figure 18 : moyenne des taux d'hémoglobine en fonction des classes âge	99

Liste des Tableaux

Tableau1: Grandes invasions acridiennes au Sahel (Symmons & Cressman, 2001).....	20
Tableau 2 : les différents groupes des formules et leur code (Agromisa, 2001).....	28
Tableau 3 : devenir des insecticides les plus utilisés en lutte antiacridiennes dans les milieux aquatiques et terrestres.....	51
Tableau 4 : danger relatif aux pesticides étudiés par la FAO pour les organismes non-cibles.....	65
Tableau 5 : Nombre d'application de pesticides non autorisés dans les régions de Dakar et Louga au cours du mois de septembre 2004.....	69
Tableau 6- Vérification des paramètres de traitements des pulvérisateurs montés sur véhicule. Vérification effectuée avant le traitement du 23 août 2004.....	71
Tableau 7: Quantités et superficies traitées par matière active.....	73
Tableau 8: Différents types de pesticides utilisés et leurs quantités.....	76
Tableau 9 : variation du taux d'hémoglobine par rapport à la structure de la population observée.....	98

INTRODUCTION

Pendant de longues années les pays sahéliens ont été touchés par les invasions acridiennes. En effet, durant les années 1930 à 1960, au cours desquelles leurs attaques n'ont pas ralenti, plusieurs établissements de recherche ont mis au point des stratégies efficaces de lutte (Brader, 1991). Ces stratégies s'appuyaient sur une surveillance, une prévision, ainsi que sur l'emploi des produits phytosanitaires du groupe des organochlorés.

Des années 1960 à 1985, l'accalmie fut remarquable, la plus longue observée jusque-là entre deux infestations. En effet, à la fin des années 1970, les inquiétudes exprimées sur les effets des pesticides rémanents sur l'environnement dans beaucoup de pays (y compris les pays ravagés par les acridiens) forcèrent à l'abandon des produits phytosanitaires du groupe des organochlorés.

Ainsi, lorsque le fléau acridien frappa de nouveau en 1985, non seulement les organisations chargées de la surveillance et de la lutte, –l'OCLALAV, le DLCOEA, la FAO-, n'étaient pas préparées mais elles étaient aussi privées de leur arme la plus puissante –la dieldrine-. Plusieurs pesticides de différents groupes chimiques furent alors utilisés : les organophosphorés, les carbamates et les pyréthriinoïdes de synthèse, tous moins persistants que la dieldrine qu'ils ont remplacé. Ces pesticides compliquèrent également la tâche ; car il fallait les pulvériser en pleine surface de façon répétée et sur de vastes superficies, pour en arriver au résultat que procurait une seule application de la dieldrine sur une fraction de la superficie (Brader, 1988 ; OTA, 1990 ; Greathead, 1991). Ainsi, ces pesticides eurent eux aussi des effets indésirables sur l'environnement (Brader, 1991).

Aujourd'hui, il existe théoriquement d'autres solutions aux infestations acridiennes. Plusieurs instituts de recherche tel que l'IIAT ont étudié des options de lutte biologique, visant à faciliter la reproduction de prédateurs de criquet pèlerin régulant ainsi les populations. Malgré les progrès enregistrés dans la mise au point de méthode de lutte non chimique, les pesticides demeurent l'unique solution pour

juguler les infestations à grande échelle (Lomer & Prior, 1991 ; CILSS, 1994 ; Krall & Wilps, 1994 ; Everts & Bâ, 1997).

Même si l'on note, à la suite des dernières invasions, une accélération du processus d'élaboration de nouvelles techniques de lutte, l'utilisation des pesticides va se poursuivre pour les raisons ci-après :

- Les nouvelles techniques ne sont pas disponibles dans un futur proche ;
- Les dites techniques ne sont pas applicables à toutes les situations ;
- La lutte biologique est souvent utilisée dans un système intégré ;
- Et les pesticides sont, en règle générale, plus faciles à acquérir et à manier. Ce constat en vaut autant pour les ravageurs tels que les criquets, dont les apparitions sont très irrégulières.

Pendant les grandes invasions acridiennes, le recours aux moyens de traitement non sélectifs, pour les milieux à traiter, comme les avions de traitement sont souvent inévitables à cause des caractères limités des infrastructures. Dans ce cas, la contamination des biotopes par les pesticides affecte non seulement l'ensemble des compartiments des milieux traités : culture ; mais encore contamine des zones qui, dans certains cas, peuvent être situées fort loin des régions d'épandage (Ramade, 1991).

En outre, l'urgence des traitements et l'étendue des superficies à traiter pour maîtriser les fléaux peuvent entraîner le recrutement de personnel mal formé et l'utilisation des pesticides non recommandés en matière d'application des pesticides.

Il convient dès lors, d'accorder une attention toute particulière aux risques résultant de l'utilisation de ces produits toxiques. Il devient alors urgent, après une exécution des traitements de grande échelle par de fortes quantités de pesticides dans des écosystèmes déterminés, d'évaluer leurs effets par rapport aux organismes non cibles et à la santé humaine et animale. Les techniciens doivent alors être outillés de connaissances solides des différents paramètres environnementaux, des propriétés des pesticides utilisés et le fonctionnement de l'écosystème ciblé par les traitements. C'est dans ce cadre que se justifie cette analyse écotoxicologique des pesticides utilisés en lutte antiacridienne au Sénégal.

1. LE PROBLEME DU CRIQUET PELERIN

DANS LE SAHEL

1. 1- Bio- Ecologie du criquet pèlerin

Le Criquet pèlerin, comme tous les autres acridiens, passe par trois stades successifs: l'œuf, la larve et l'ailé.

1. 1. 1- L'œuf et le développement

Les individus femelles matures pondent souvent leurs oothèques en groupes denses, à des densités de quelques dizaines à quelques centaines d'oothèques par m². Des tests de laboratoire indiquent qu'une femelle en ponte laisse une phéromone qui incite les autres femelles à pondre à proximité (Symmons & Cressman, 2001). Ce comportement signifie que la ponte a seulement lieu dans quelques-uns des sites apparemment appropriés. Ce type de comportement ainsi qu'une substance chimique ajoutée à la matière spumeuse de l'oothèque lorsque la densité des femelles adultes est élevée permettront d'induire la grégarisation de la génération suivante.

Le nombre d'oothèques pondues par une femelle dépend du temps que celle-ci met à développer chaque oothèque et de sa propre longévité. Sur le terrain, l'intervalle entre chaque ponte est d'environ 10 jours. Les ailés deviennent rares six ou sept semaines après la première ponte bien synchronisée, sauf peut-être quand les températures sont basses.

Dans des conditions optimales, de température et d'habitat, les taux de multiplication peuvent atteindre 16 à 20. En d'autres termes, une seule femelle peut produire de 16 à 20 criquets viables en une seule génération.

Le Criquet pèlerin pond presque toujours ses œufs dans un sol suffisamment humide pour que les œufs puissent absorber l'humidité nécessaire à leur développement. La vitesse de développement des œufs est donc exclusivement fonction de la température du sol à la profondeur de l'oothèque (figure 1).

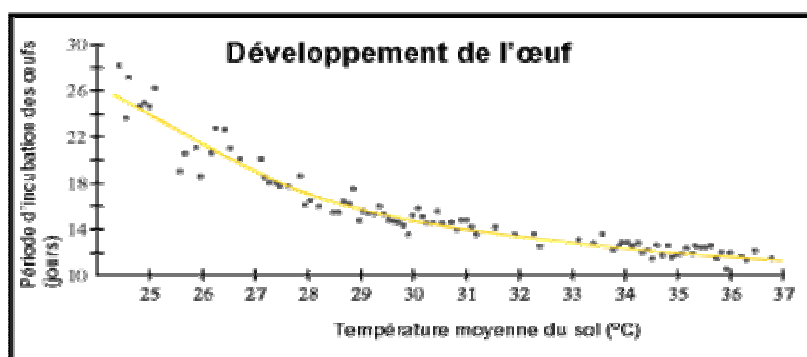


Figure 1. Vitesse de développement de l'œuf en fonction de la température du sol.

(Symmons & Cressman, 2001)

La vitesse du développement larvaire, comme celle du développement embryonnaire, est une fonction de la température. La corrélation avec la température de l'air est toutefois moins claire que pour les œufs car les larves peuvent, dans une certaine mesure, contrôler la température de leur corps en se chauffant au soleil ou en cherchant de l'ombre.

Avec l'accroissement de leurs effectifs dans certains habitats, le comportement des larves change et favorise des accumulations et des concentrations. Cela peut se produire lorsque les larves s'abritent dans la végétation, s'échauffent au soleil, s'alimentent, se perchent ou se déplacent sur le sol. Au cours de ces périodes, les larves commencent à se sentir attirées les unes par les autres et à former des groupes. L'apparition de taches noires sur les larves solitaires vertes constitue un autre indicateur mais le changement de comportement précède le changement de couleur. Le regroupement peut être considéré comme une étape intermédiaire dans le changement qui s'opère entre des larves en phase solitaire et des bandes de phase grégaire.

En raison de la diversité des habitats et de la variabilité du comportement acridien, les groupes ne se forment à partir d'un seuil densitaire précis. Le regroupement se produit souvent dans des habitats ouverts, moins homogènes, dans lesquels des taches de végétation relativement dense sont séparées par de vastes superficies de sol nu comme, par exemple, dans des sites à *Panicum sp.* et *Heliotropium sp.* D'autre part, lorsque des larves solitaires en faible densité sont présentes dans des habitats homogènes alternant plantes basses et sol nu ou dans des habitats à la végétation uniformément dense, la probabilité que des groupes se forment devient plus faible.

Sur le terrain, la présence de groupes larvaires indique que les populations larvaires deviennent grégaires et que des bandes vont vraisemblablement se former. Ce processus peut être accéléré lorsque des effectifs élevés de sauteriaux et d'autres locustes sont présents sur le même site.

Les densités au sein des bandes larvaires varient selon le comportement des bandes et le stade larvaire ainsi qu'en fonction de l'habitat et des conditions météorologiques. Par exemple, les bandes au sol sont plus denses que les perchées, elles-mêmes plus denses que celles en déplacement. Les densités maximales des bandes au sol sont de plus de 30 000 larves par m² pour les premiers stades et d'à peine plus de 1 000 larves par m² pour le stade 5. Les densités moyennes sont beaucoup plus faibles; pour les bandes de dernier stade, elle est de l'ordre de 50 à 100 larves par m². Les densités relatives des différents stades ne signifient pas grande chose car les larves grandissent.

La surface occupée par les larves augmente avec le développement de celles-ci et de la fusion des bandes voisines. Il en résulte la formation de bandes beaucoup plus grandes. Ce processus se poursuit jusqu'au stade 4. Des larves des stades 1, 2 et 3 se retrouvent parfois mélangées à des bandes larvaires de stade plus âgé. L'augmentation en taille des bandes avec l'âge peut même être supérieure à la diminution en densité. Au dernier stade, les bandes ont cependant tendance à se disperser et à devenir moins cohérentes.

La vitesse de déplacement d'une bande varie avec la température, le couvert végétal et même avec la taille et la cohésion de la bande. Par exemple, les mesures effectuées pour des bandes de stade 4 dominant indiquent que les déplacements varient de 200 à 1700m par jour.

Généralement, les bandes se déplacent seulement de jour, à partir de deux à trois heures après l'aube jusqu'à une heure environ avant le coucher du soleil. Il existe cependant des signalisations de déplacements nocturnes lors de températures exceptionnellement élevées ou par pleine lune. Si la végétation est très sèche, les bandes peuvent continuer à se déplacer de nuit à la recherche de végétation verte. La bande maintient généralement une direction constante pendant le jour et un obstacle, même majeur, n'est pas toujours suffisant pour changer sa trajectoire. Le déplacement se fait souvent, mais pas toujours, dans le sens du vent. A la mi-journée, les bandes se perchent généralement dans la végétation.

1.1. 2- L'effet de la végétation sur le comportement journalier des larves

Durant la journée, le comportement des larves est influencé par l'habitat. Le comportement des larves dans quatre principaux types d'habitat :

- Sol nu : Les larves passent la majeure partie de la journée à se déplacer sur le sol nu, alternant repos et réchauffement au soleil (en se plaçant de face ou de profil par rapport au soleil).
- Couvert végétal bas et homogène : Dans un habitat où la végétation est répartie de façon régulière et consiste en petites plantes basses séparées par de petites plages de sol nu, le comportement des larves est similaire à celui qu'elles ont sur le sol nu et s'y ajoutent des déplacements d'entrée et de sortie dans la végétation. Le déplacement des larves est réduit quand le ciel est nuageux ainsi que le matin de bonne heure, quand le ciel est dégagé et la température basse.
- Couvert végétal hétérogène : Dans les habitats où se rencontrent de grosses plantes denses et basses (ex.: *Heliotropium sp.*) séparées par de grandes plages de sol nu, les larves, au cours de la journée, passent la majeure partie de leur temps à grimper et à descendre dans la végétation et très peu de temps au sol. Lorsque le ciel est couvert, les larves passent presque tout leur temps dans la végétation.

- Couvert végétal hétérogène avec de grandes plantes : Dans les habitats ouverts composés de plantes relativement hautes (ex: *Panicum sp.*, *Dipterygium sp.* et *Pennisetum spp.*), les larves montent et descendent dans la végétation du côté du soleil levant et du soleil couchant.

Lors de la mue imaginale, les ailes de l'adulte durcissent et l'ailé reste immature jusqu'à ce que sa maturation soit stimulée par les précipitations. S'il fait chaud et si la végétation est abondante, il faut environ trois semaines aux ailés pour atteindre leur maturité et pondre des œufs. Si le temps est sec et frais, les ailés peuvent rester immatures pendant six mois.

1. 1. 3- Les ailés

Les conditions favorables à la maturation sont généralement associées à la pluie. A leurs arrivés dans une zone de pluie récente, les ailés immatures commencent généralement leur maturation. Un criquet mature déclenche la maturation de ses congénères, ce qui peut expliquer la maturation bien synchronisée des essaims.

Si la végétation est abondante, les températures journalières maximales égales ou supérieures à 35°C et que les précipitations permettent la croissance de la végétation, les ailés pourront probablement pondre leurs œufs trois semaines après la mue imaginale. A l'inverse, dans des conditions sèches, les ailés peuvent survivre à l'état immature pendant six mois ou plus. Par contre, les ailés ne peuvent pas survivre longtemps dans des conditions chaudes et sèches avec peu de nourriture. Bien que les ailés puissent survivre pendant l'hiver en Afrique de l'Ouest, au sud du Sahara, où il fait relativement chaud, ils ne s'y reproduisent pas.

Dans la plupart des cas, il faut environ dix jours pour que les œufs puissent être pondus. Quand les températures sont élevées et la végétation abondante, cette durée peut être réduite. Il est peu probable que le développement des œufs s'effectue à des températures inférieures à 15°C et, même lorsque les températures journalières atteignent 20°C, les ailés restent généralement immatures.

La formation. Les premiers essaims se forment généralement à quelques dizaines ou même à quelques centaines de kilomètres sous le vent de la zone de ponte principale. Les jeunes ailés s'éloignent de la zone de reproduction; des agrégations se forment alors, rassemblant d'autres criquets autour d'elles.

La structure. Les essaims peuvent prendre la forme de nappes volant à basse altitude (essaims stratiformes) ou les criquets peuvent s'accumuler à haute altitude, semblables à des rideaux qui pendraient (essaims cumuliformes), le sommet pouvant se trouver à une altitude de 1 500 m. Les essaims stratiformes sont plats et mesurent généralement plusieurs dizaines de mètres de large; ils se forment souvent lorsque le temps est frais et couvert ou en fin d'après-midi. Les essaims cumuliformes sont associés à des courants de convection thermique lors d'après-midi chauds, particulièrement fréquents au cours des mois les plus chauds et les plus secs de l'année. Au sein des essaims cumuliformes, les criquets des 400 m inférieurs volent sous forme de courants qui peuvent prendre n'importe quelle direction. Les courants qui s'écartent de l'essaim le réintègrent ultérieurement. Les criquets situés plus haut dans l'essaim peuvent également constituer des courants à la direction aléatoire ou former des nappes tourbillonnantes.

La densité des essaims varie considérablement. Le chiffre communément accepté pour un essaim de taille et de densité moyennes posé au sol est de 50 millions d'individus/km² (50 criquets/m²); les valeurs minimale et maximale sont respectivement de 20 et 150 millions de criquets/km². Les essaims se déploient généralement lorsqu'ils sont en vol et couvrent alors entre deux et trois fois la superficie occupée lors du perchage. La densité volumique des essaims en vol peut atteindre un maximum de 10 criquets pèlerins par m³.

Avant l'envol, la première activité matinale des essaims consiste à descendre de la végétation sur laquelle ils étaient perchés pour la nuit. Les criquets pèlerins posés sur le sol nu exposent leur corps perpendiculairement au soleil pour se réchauffer le plus vite possible. Avec l'augmentation de la température, des groupes de criquets s'envolent puis atterrissent plusieurs fois. Comme les avions, les acridiens se posent et s'envolent face au vent. Les vols intermittents sont de type déroulant. Au niveau du front de l'essaim, les ailés descendent groupés, virant face au vent pour atterrir; à

l'arrière de l'essaim, ils s'envolent face au vent. Au fur et à mesure que l'essaim passe au-dessus d'eux, les ailés virent pour le rattraper.

Le vol s'opère vers le milieu de la matinée, ou plus tôt si la température est suffisamment élevée pour permettre un vol soutenu, tout l'essaim prend son envol. Les vols soutenus sont rares si la température est inférieure à 20°C. Cette température limitante est plus élevée si le ciel est couvert (environ 23°C).

Les essaims peuvent voler jusqu'à neuf ou dix heures par jour, se déplaçant sous le vent bien que des essaims matures puissent parfois se déplacer sur une courte distance face au vent si celui-ci est faible. Un essaim se déplace généralement à une vitesse légèrement inférieure à la vitesse du vent et peut facilement couvrir 100 km ou plus en une journée. Le niveau de vent qui détermine le déplacement des essaims cumuliformes n'est pas clair. Les essaims peuvent être poussés par des vents d'altitude ou bien être freinés par des vents de surface, souvent plus lents et soufflant fréquemment d'une direction différente. Bien que, dans un essaim, les criquets puissent voler dans des directions différentes, le résultat global est un déplacement dans le sens du vent. Comme dans beaucoup d'essaims une proportion considérable de criquets passe du temps au sol, l'essaim se déplace presque toujours à une vitesse inférieure à celle du vent. S'il n'y a pas de vent, les criquets volent à une vitesse de 3 à 4 m/s environ.

Il arrive parfois que les jeunes essaims immatures continuent à voler après le coucher du soleil lors de soirées chaudes mais, normalement, les essaims commencent à se poser une heure environ avant le coucher du soleil, lorsque les courants de convection disparaissent. Les densités aériennes peuvent être très élevées à ce moment de la journée.

1. 2- Les grandes invasions

Le Sahel est une région géographique qui couvre une zone considérable en Afrique de l'Ouest entre la limite sud du désert du Sahara et la limite nord des savanes guinéennes. Il s'étend sur une longueur de près de 6000km et une largeur de 500km,

ce qui correspond approximativement à la zone comprise entre les isohyètes de 100mm et 500mm (Thiam, 1991).

La zone du Sahel peut être divisée en trois types d'écosystèmes :

- A la limite Nord une zone dite Sahélo saharienne qui correspond à un écosystème constitué par des steppes semi-désertiques,
- Au Sud lui succède la région Sahélienne, zone de savanes caractérisées par la prédominance du tapis graminéen sur les végétaux ligneux constitués d'espèces particulièrement adaptées à la sécheresse (*Commiphora africana*, *Balanites aegyptiaca*, *Acacia toryilis*, *A. senegal*, etc.).
- Enfin la limite méridionale du Sahel se caractérise par la présence de savanes dites soudaniennes qui demandent des pluies plus abondantes. Les espèces ligneuses sont assez diversifiées. Elles jouent un rôle particulièrement important dans la couverture des sols.

Les invasions généralisées du Criquet pèlerin se produisent suite à conditions écologiques au cours desquelles les effectifs acridiens se sont accrus. Cela commence par une période de rémission normalement calme, suivie par des résurgences localisées et des recrudescences à partir desquelles une invasion généralisée peut se développer et finalement se résorber, permettant un retour à une période de rémission.

Depuis 1860, neuf invasions généralisées et dix recrudescences majeures, interrompues par des périodes de rémission et des résurgences localisées, ont eu lieu. Ces dernières ont duré de quelques mois à plusieurs années (**tableau 1**).

Tableau1: Grandes invasions acridiennes au Sahel (Symmons & Cressman, 2001)

Rémission	Recrudescence	Invasion	Déclin
---	---	1861-67	---
1868	---	1869-81	---
1882-88	---	1889-1910	---
1911	1912	1912-19	1917-19
1920-25	1925-26	1926-34	1932-34
1935-39	1940-41	1940-48	1946-48
1948	1949-50	1949-63	1961-63
1964-67	1967-68	1968	1969
1969-72	1972-74	---	---
1975-76	1977-80	---	---
1981-85	1985	1986-88	1988-89
1990-92	1992-94	---	---
1995	1996-98	---	---
1999-	---	---	---

En temps normal, le criquet pèlerin est présent à de faibles densités dans des zones semi-arides ou arides, loin des principales régions agricoles. Il ne provoque alors pas de dégâts significatifs aux cultures et, les bandes larvaires et les essaims sont rares ou totalement absents. Ces périodes sont appelées rémissions.

La zone au sein de laquelle ces populations sont confinées et se déplacent est appelée aire de rémission. Elle couvre 16 millions de km² environ et inclut environ 30 pays.

1. 3- Les méthodes de lutte

Actuellement, les pesticides constituent le moyen le plus utilisé pour combattre les acridiens.

1. 3. 1- La lutte chimique

Depuis l'avènement des insecticides organiques de synthèse, à la fin de la seconde guerre mondiale, de nombreuses substances actives ont été utilisées dans la lutte

contre les criquets migrateurs et insectes en général. Ces substances ont ainsi occasionnées des effets environnementaux importants tels que les échecs de reproduction des oiseaux contaminés par des insecticides organochlorés (Ramade, 1991), le déclin des populations des rapaces comme par exemple les faucons pèlerins (Diallo, 2000), etc.

Malgré ces progrès scientifiques, l'humanité passe d'une situation à la merci des phytophages et des vecteurs de maladies à une situation où l'environnement est largement conditionné par les pesticides et leurs résidus.

Les années 1960 voient un bouleversement dans l'utilisation de ces substances. L'industrie prospère va donc être secouée par le livre d'une biochimiste américaine, Rachel Carson : « *Silent Spring* » (le printemps silencieux), l'un des premiers ouvrages à expliquer au large public le danger encouru par l'humanité. Ses écrits amènent les gouvernements, les compagnies et utilisateurs à revoir les conditions dans lesquelles les pesticides sont utilisés et leur spectre d'action.

Les industries s'investissent alors à trouver des pesticides plus sélectifs et moins rémanents. Les recherches conduisent à la découverte des insecticides moins toxiques. D'abord, on assiste à l'utilisation importante des organochlorés notamment la dieldrine et puis les organophosphorés, les carbamates, les pyréthriinoïdes et enfin les dérégulateurs de croissance et les biopesticides.

1.3. 2- La lutte mécanique

La lutte mécanique est simple. Elle se caractérise en une mobilisation des paysans par les autorités locales et dirigés vers les zones où les oeufs déposés par les criquets sont entrain d'éclore ; ils creusent des tranchées autour des oeufs et poussent les insectes à peine nés dans ces excavations puis ils les enterrent.

Cette méthode mécanique est limitée par une large infestation des zones.

2. LES PESTICIDES ANTI-ACRIDIENS

2. 1- Généralités sur les pesticides

2. 1. 1- Définition

Un pesticide est défini comme tout produit destiné à être utilisé pour prévenir ou combattre les maladies et les fléaux des végétaux ainsi que les mauvaises herbes.

2. 1. 2- Types de pesticides

Des milliers de pesticides ont été mis au point. En vue de mieux comprendre ces substances, l'homme les a classés en utilisant divers critères. Ils comprennent le classement par groupe de parasites, par groupe chimique, par formulation et par toxicité.

- Classement par groupe de parasites visés: Les pesticides se divisent en catégories selon les organismes qu'ils sont destinés à supprimer (insecticides → insectes; avicides → oiseaux ; etc.). Certains pesticides appartiennent à plus d'une catégorie parce qu'ils détruisent plus d'une catégorie de parasites.
- Classement par groupe chimique: Les pesticides organiques et inorganiques.
- Classement par formulation: Les poudres, les granulés, les poudres mouillables, les appâts, les concentrés émulsifiables, les formulations huileuses concentrées et les formulations ultra bas volume (UBV).
- Classement par toxicité: La toxicité des pesticides se divise en deux catégories d'après le temps durant lequel un organisme est exposé au pesticide. Il s'agit de toxicité « aiguë » et de toxicité « chronique ». La toxicité d'une substance est sa capacité inhérente de provoquer des dommages lorsqu'elle est absorbée par un organisme.

La toxicité aiguë intervient après absorption en une seule fois une forte dose de substance toxique.

La toxicité chronique est l'ensemble des manifestations consécutives à l'absorption répétée et régulière de faibles doses de substance.

2. 1. 3- Composition d'un pesticide

Un pesticide est un mélange de plusieurs composés :

- une ou plusieurs matières actives (**m.a.**) et

Analyse écotoxicologique des pesticides utilisés en lutte contre le criquet pèlerin

- Un certain nombre de substances ajoutées ou substances d'appoint.

L'ensemble, la substance active et la substance d'appoint, constitue la formulation.

Les substances d'appoint améliorent la substance active et/ou ajoutent certaines propriétés au produit. Les différentes substances d'appoint sont :

- Les solvants; liquides dans lesquels, la substance active est dissoute dans l'emballage;
- Les émulsifiants; substances qui facilitent la dilution du liquide concentré dans l'eau;
- Les substances coulantes; elles permettent aux pesticides de bien s'écouler;
- Les substances portantes; elles fixent la substance active d'une formule sèche;
- Les dispersants; ajoutés aux pesticides en poudre insoluble dans l'eau, ils permettent de la disperser dans l'eau en particules très fines;
- Les agglutinants; ils permettent le maintien du pesticide sur les surfaces lisses;
- Les colorants; ils sont ajoutés pour diminuer les risques d'accidents. Ils rendent visible la différence entre graine traitée, donc toxique et in comestible, et graine non traitée par exemple;
- Les synergistes : substances qui renforcent l'effet de la substance active.

Une substance active peut avoir plusieurs formules, c'est-à-dire qu'elle est mise en vente avec différents types de substances d'appoint par différentes quantités.

Les pesticides sont des toxiques neurotropes qui, même à faible dose, créent des effets neurologiques perturbant divers réflexes conditionnés (Diallo, 2000). De là il est important de connaître à quoi tiennent les dangers d'un pesticide.

2. 1. 4- Les dangers des pesticides

Les facteurs de danger d'un pesticide tiennent:

- De la substance active;
- Des modes d'application;
- De la durée d'exposition;
- Biens d'autres facteurs.

La substance active: c'est le véritable produit traitant c'est-à-dire responsable de l'effet chez un organisme. La toxicité de tout pesticide est influencée par des facteurs extérieurs tels que la température, l'air et la lumière qui peuvent modifier ses propriétés (Jäger, 1993).

L'application: le danger d'**intoxication** dépend en large mesure de la **forme** sous laquelle le pesticide est utilisé (poudre, granulé, poudres mouillables, concentrés émulsifiables, solutions huileuses et liquides pour application à ultra bas volume) et de la **façon** dont il est utilisé (traitement). C'est ainsi que les poudres pour poudrage, les fines gouttelettes et les gaz peuvent facilement être inhalés ; les pesticides liquides pénètrent plus facilement par la peau que les poudres (Aredson et al., 2001).

La durée d'exposition : le danger d'intoxication augmente avec la durée pendant laquelle un organisme est exposé au produit.

Autres facteurs: le danger d'un pesticide tient également de l'état physique et de la sensibilité de l'organisme exposé.

2. 2- Les principaux groupes de pesticides

2. 2. 1- Les pesticides inorganiques

Ces pesticides sont dérivés des minerais et ne contiennent pas de carbone. La plupart des composés de cette catégorie sont des métaux lourds. Les composés dérivés du cuivre, de l'arsenic, du mercure, du plomb et du soufre font partie de ce groupe. C'est le groupe de pesticides le plus ancien (de *première génération*) et bon nombre d'entre eux sont très toxiques et très tenaces (Overholt & Castleton, 1989). Ils ne font pas l'œuvre d'une utilisation contre les acridiens.

2. 2. 2- Les pesticides organiques

La catégorie organique, est de loin la plus utilisée. Elle se divise en quatre principaux groupes, à savoir les organochlorés, les organophosphorés, les carbamates et les pyréthriinoïdes.

En outre, il existe de nouveaux groupes de pesticides tels que les Dérégulateurs de Croissance (IGR) des insectes appelés également IGR.

Les organochlorés, utilisés autre fois, sont très rémanents et considérés comme groupe à haut risque pour l'environnement et ne sont plus autorisés pour la lutte antiacridienne (Brader, 1991) au regard de la liste positive des pesticides recommandés par la FAO et de certains Accords internationaux ratifiés par le Sénégal : la Convention de Stockholm, la Convention de Rotterdam et la Réglementation Commune aux Etats membres du CILSS sur l'homologation des pesticides. Les pesticides à utiliser doivent respecter toutes les normes environnementales requises (sélectivité) pour faire valoir d'une approbation quant à leur utilisation dans la lutte antiacridienne.

2. 2. 2.1- Les inhibiteurs de cholinestérase

Les organophosphorés et les carbamates contiennent des pesticides de persistance et de vitesse d'action (effet de choc) variables mais ils ont une persistance moins longue comparée aux organochlorés en générale. En cas d'intoxication aiguë ou chronique, ces pesticides inhibent l'action catalytique des pseudo - cholinestérases tissulaires et plasmatiques sur l'acétylcholine. Les conséquences directes sont des troubles respiratoires aiguës, hypertension artérielle, convulsions, inconsistance fécale et urinaire, etc. (Agromisa, 2001).

2. 2. 2.2- Les Organophosphorés

Ils représentent le groupe d'insecticides le plus fréquemment utilisé, et sont à l'origine de la plupart des intoxications aiguës par pesticides (IOCU, 1986 ; PNUE et al, 1990).

Ces pesticides vont des produits phytosanitaires hautement toxiques à relativement peu toxiques. Ils ne sont pas persistants puisqu'en moins d'un mois ils sont métabolisés en substances non toxiques.

La dose létale 50 (orale sur rat) des organophosphorés est comprise entre 10 mg/kg pour le chlorfenvinphos et 2100 mg/kg pour le malathion (PNUE et al., 1990). Ils sont classés selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) entre les pesticides extrêmement dangereux (classe Ia) pour le parathion et peu dangereux pour le

malathion (classe III). Leur délai d'attente avant récolte est compris entre 10 pour le fenitrothion jusqu'à plus de 80 jours pour le chlorfenvinphos (PNUE et al., 1990). Ils sont reconnus très toxiques pour les abeilles, toxiques pour les poissons et, moyennement à très nocifs pour les auxiliaires (termites, etc.).

L'absorption est très rapide: lorsqu'elle se fait par les poumons, les symptômes d'intoxications aiguës apparaissent après quelques minutes à une demi-heure ; lors de la résorption par le tube digestif, après quinze à soixante minutes ; par la peau intacte, après deux à trois heures.

Quelques composantes organophosphorés peuvent être retenus dans les tissus adipeux, pour être ensuite relâchés lentement dans la circulation sanguine. L'apparition des symptômes peut en être retardée jusqu'à 24 heures après l'exposition (Playstation, 1986).

Dans la nature, les organophosphorés sont dégradés très rapidement et intégralement, il ne produit pas des problèmes d'accumulation. Dans l'organisme, la dégradation se fait en quelques heures après résorption dans le foie. Les substances moins toxiques sont éliminées dans l'urine et les selles.

2. 2. 2.3- Les carbamates

La toxicité des carbamates varie entre les pesticides hautement toxiques à relativement peu toxiques. On peut citer le bendiocarbe, le carbaryl et le propoxur.

La dose létale 50 (orale pour rat) des carbamates est comprise entre 0,93 mg/kg pour l'aldicarbe et 300 mg/kg pour le carbaryl. Ils sont classés selon l'OMS entre les pesticides extrêmement dangereux pour l'aldicarbe (classe Ia) et modérément dangereux pour le propoxur (Baygon), pyrimicarb (Pirimor) et le carbaryl (Sevin) (classe III). Leur durée d'utilisation avant récolte varie de 14 jours pour le méthomyl (Lannate) à plus de 70 jours pour le carbofuran (Furadan) (PNUE et al., 1990).

Par conséquent, les symptômes commencent immédiatement sur le lieu d'intoxication pendant le travail ; ils sont violents, mais ne durent que quelques heures.

2. 2. 2.4- Les Pyréthrinoïdes des synthèse

Il s'agit de l'une des catégories de pesticides les plus nouvelles et leur emploi gagne en popularité. Ce sont des produits chimiques synthétisés par l'homme pour les faire ressembler à une substance naturelle appelée pyrèthre qui se trouve dans les plantes appartenant au genre du *Chrysanthemum*.

Les pyréthrinoïdes sont toxiques pour de nombreux insectes mais ne le sont que faiblement pour les mammifères. Certains pyréthrinoïdes sont très toxiques pour les poissons et ne doivent pas s'employer dans les environs des régions aquatiques (Overholt & Castleton, 1989). On trouve parmi les pyréthrinoïdes la deltaméthrine (Décis), le lambda-cyhalothrine (Karaté), etc.

Les pyréthrinoïdes synthétiques ont un effet rapide sur le comportement des criquets, ainsi par exemple les larves en marche perdent leur orientation et cherchent de l'ombre. Ils ont un « effet de choc » rapide, néanmoins si la dose est trop faible ou la technique d'application n'est pas adéquate les criquets ne meurent pas (FAO, 1992).

2. 2. 2.5- Les dérégulateurs de croissance (IGR)

Ces pesticides interrompent la croissance normale des insectes. Certains reproduisent une hormone (ecdysone) que l'on trouve dans tous les insectes et qui est essentielle à la croissance et au développement. D'autres empêchent la production de chitine qui est un composant majeur de l'exosquelette des insectes et des autres arthropodes. Le principal avantage des dérégulateurs de croissance des insectes est qu'ils sont spécifiques aux arthropodes et peu toxique pour l'homme et les autres organismes non ciblés.

Leur mode d'action fait qu'ils ne sont efficaces que contre les larves. Des résultats récents de recherches en champ dans des zones de reproduction du criquet pendant l'été, rapportent que les dérégulateurs de croissance ont une durée de rémanence de quatre (4) à six (6) semaines sur la végétation (FAO, 1992).

2. 2. 3- Les biopesticides

Depuis plusieurs années, des centres de recherches scientifiques et des industries (IITA) évaluent des agents pathogènes des acridiens, dans le but de mettre au point des bioinsecticides. A ce jour, les champignons offrent les meilleures perspectives.

Plusieurs souches récoltées sur des criquets malades originaires d’Afrique, d’Asie et des Etats-Unis s’avèrent intéressants : *Beauvaria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* et *M. flavoriride*. La mort survient une à deux semaines après traitement. Le gros avantage de ces myco - insecticides est bien sûr leur innocuité pour la faune non cible (Beys, 1999).

2. 3- Les formulations

On distingue les formules liquides, solides et autres.

Tableau 2 : les différents groupes des formules et leur code (Agromisa, 2001)

Formules	Groupes	Code
Solides	-Poudres pour poudrage	DP
	-Granulés	GR
	-Poudres mouillables, solubles dans l’eau	SP et SG
	-Autres poudres mouillables	WP et WG
Liquides	-Solutions concentrées	SL et EC
	-Suspensions concentrées	SC
	-Liquides pour application à TBV	ULV et UL
Autres	-Produits avec appât	RB
	-Produits fumigatoires et les gaz	

Mis à part le nom de la substance active, il est important de connaître sa concentration c’est-à-dire la part de la formule totale tenue par la substance active dans le produit.

La dose létale d’une formulation est toujours une fonction de la dose létale pure de la matière active et de l’inverse de la teneur en cette **m.a.** Par conséquent les formulations sont toujours moins toxiques que la substance pure.

2. 4- Les propriétés physico-chimiques

Chaque pesticide est caractérisé par de nombreux paramètres dont la connaissance aide à prédire le compartiment où il est susceptible de se retrouver après émission.

Les principaux paramètres physico-chimiques des pesticides sont:

- La tension de vapeur (V_p): Elle détermine la tendance d'un pesticide à s'évaporer et doit se combiner avec la solubilité dans l'eau pour d'éventuelles interprétations. Ainsi, une substance avec une forte tension de vapeur et une faible solubilité dans l'eau aura tendance à se volatiliser dans l'atmosphère (Diallo, 2000).
- La solubilité (S): Elle définit la tendance d'un pesticide à se dissoudre dans l'eau (Diallo, 2000).
- Le coefficient d'adsorption/ désorption (K_s , K_{mo}): il décrit la partition d'une substance entre le sol, la matière organique et la phase aqueuse. Il atteste l'hydrophobicité et la disponibilité de la substance pour les organismes du sol (Diallo, 2000).
- Les facteurs de bioaccumulation ou bioconcentration (FBA, FBC): ils donnent la tendance d'un pesticide à s'accumuler dans les écosystèmes : dans l'eau, l'air et le sol (Diallo, 2000).
- Le coefficient de mobilité (R_f): il donne la tendance d'un pesticide à se laisser entraîner par les eaux de drainage ou de lessivage. Il est le rapport entre la vitesse du pesticide et la vitesse de l'eau (Diallo, 2000).

3. LA LUTTE ANTIACRIDIENNE

3. 1- Historique et organisation

3.1. 1- Historique

Le Sénégal a été traversé par plusieurs cycles acridiens notamment avec de fortes invasions en 1988 et en 2004 (figure 2). Les valeurs concernant ce graphique représentent à la fois les quantités utilisées contre les acridiens et autres insectes parasites.

A l'instar des pays du Sahel, le Sénégal est passé de l'utilisation des organochlorés produits très rémanents à des produits moins persistants tels que les organophosphorés, les carbamates et les pyréthrinoïdes de synthèse.

La figure 3 montre, une forte utilisation des UL. Du fait de l'ampleur des infestations, l'utilisation du matériel à grand débit monté sur avion ou sur véhicule pour lutter contre des essaims en vol sur de grandes étendues a été de vigueur.

Conformément à la recommandation de la FAO (1992) pour la lutte contre les criquets pèlerins, les UL utilisés à de faibles doses sont moins toxiques et plus adaptés. Les poudres et les concentrées émulsionnables ont été faiblement utilisées par rapport aux UL. Tout de même ces deux formulations ont été utilisées à de fortes quantités.

En conséquence, il a été utilisé pour cette campagne de 2004; 565.946 litres de UL, 11.761 litres de CE et environ 71 tonnes de DP sur une superficie de 765.987 hectares.

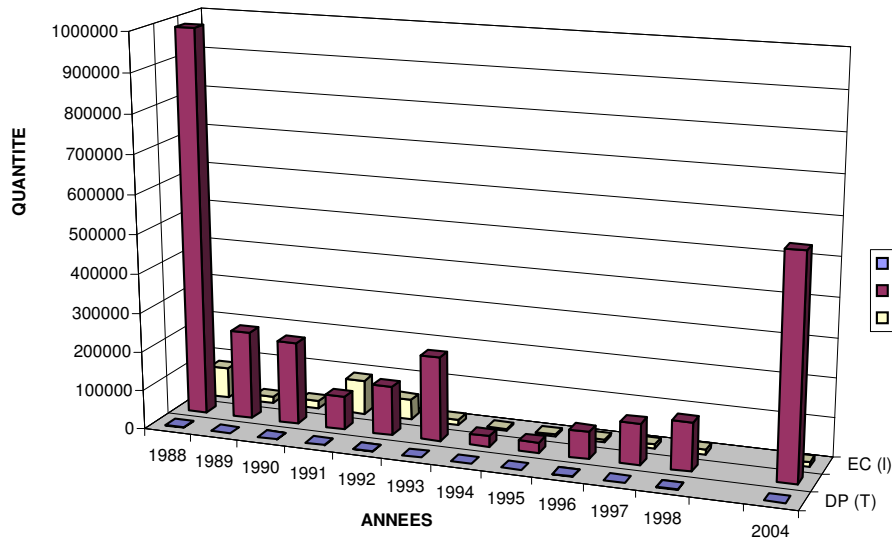


Figure 2: Quantités par formulation de pesticides utilisés dans la protection des végétaux (DPV, 1999)

3.1. 2- La campagne 2004

Le Sénégal a connu une grande invasion acridienne au cours de la campagne agricole 2004-2005. Les régions de Matam et Saint Louis ont été les premières touchées pour une vague de criquet dans la première décennie de juin 2004. Cette invasion s'est rapidement étendue dans la région de Tambacounda et les régions centrales notamment Louga, Diourbel et Kaolack. Huit des onze régions ont connu des infestations à différentes intensités

D'après le rapport de la DPV (2005), la pression des infestations notée dans certaines régions ont été liées au fait que certains étaient composés de d'individus jaunes mûres et ont réussi à pondre dans les régions avant d'être éliminés par les traitements. C'est ainsi qu'à partir de la deuxième décennie d'août 2004, des éclosions larvaires ont été notées dans ces 7 régions en plus des signalisations éparpillées d'essaims jaunes dans les régions de Saint Louis, Matam et Louga. Des essaims d'ailés roses autochtones ont été ainsi notés est venu s'ajouter des apports d'essaims allochtones roses en provenance de la Mauritanie. Dans le Centre nord du pays (Dakar, Diourbel, Thiès, Louga, Saint Louis et Matam). Cette situation a généré une présence quasi permanente d'essaims roses en mouvement vers le Nord dans les

Analyse écotoxicologique des pesticides utilisés en lutte contre le criquet pèlerin

départements de Diourbel, Bambey, Mbacké, Linguère Dagana et Podor durant tout le mois d'Octobre et la première quinzaine du mois de Novembre accentuée par de timides migrations dans le sens inverse (Nord-Sud) de quelques essaims ayant échappé aux opérations de lutte au Nord du Sénégal et en Mauritanie.

Face à cette menace sur les cultures vivrières et les cultures de rentes, le recours aux pesticides étaient la seule solution contre l'invasion acridienne. Le Sénégal avait alors développé une stratégie qui s'est appuyée sur une intervention conjointe de l'armée et les services de la Direction de la Protection des Végétaux. L'organisation des traitements antiacridiens (Figure 3) est un facteur important dans la mise en œuvre des plans d'intervention des équipes. Au Sénégal, un arrêté ministériel N° 006499 du 10 août 2004 a créé le Comité National de Lutte Antiacridienne. Conformément à l'article 3 dudit arrêté trois organes ont été mis en place :

- la Cellule d'intervention présidée par l'armée est chargée de coordonner les équipes opérationnelles terrestres et aériennes en liaison avec la Direction de la Protection des Végétaux ;
- la Cellule de communication présidée par le Ministre chargé de l'Information. Elle a pour mission la gestion et la diffusion de l'information relative au criquet pèlerin ;
- la Cellule de contrôle et de suivi environnemental, présidée par la Direction de l'Environnement et des Etablissements Classés. Elle est chargée de veiller sur l'utilisation des produits dans le respect des normes sanitaires et phytosanitaires en vigueur.

Au niveau décentralisé, les comités locaux sont créés par arrêté de l'Autorité Administrative compétente. Ainsi conformément à l'article 4, ces comités sont respectivement présidés par les Gouverneurs, Préfets ou Sous-Préfets. Ils ont entre autres missions de :

- sensibiliser les populations rurales pour la signalisation des mouvements de criquet pèlerin, leur participation à la lutte et les mesures de sécurité qu'elles doivent observer avant et après les traitements phytosanitaires ;

- mobiliser les ressources humaines, matérielles et financières disponibles à l'échelle régionale ;
- surveiller le périmètre régional et de mettre en place un dispositif de veille et d'alerte ;
- rendre compte régulièrement au Ministre de l'Agriculture et de l'Hydraulique, de toute évolution de la situation dans les circonscriptions territoriales du pays.

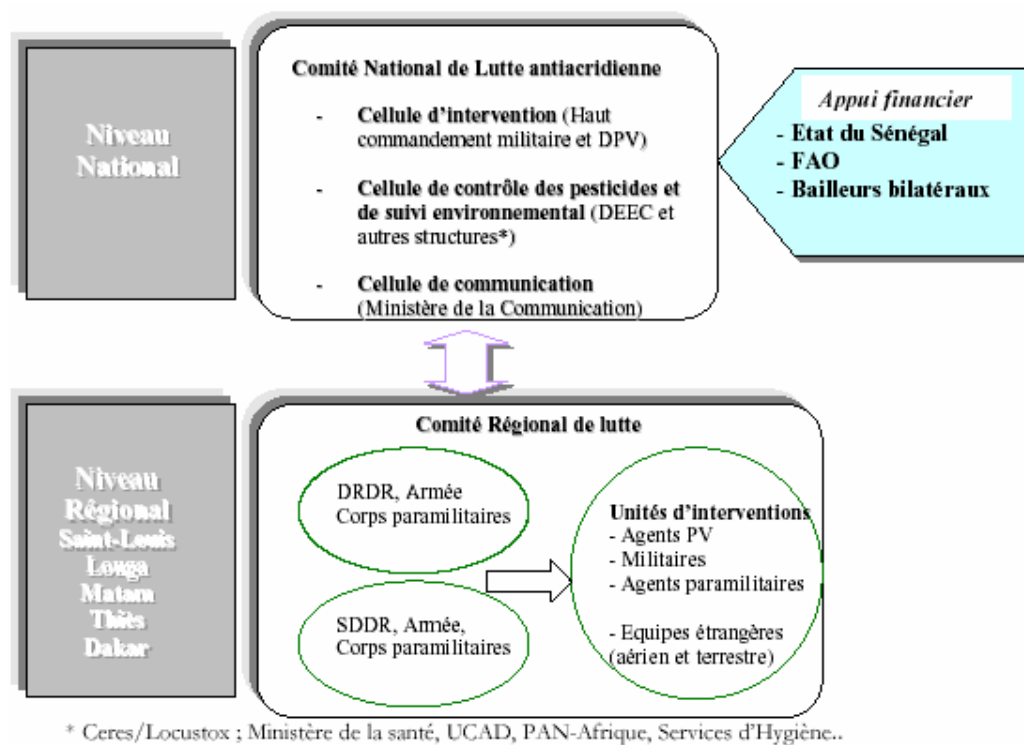


Figure 3: Organigramme structurel de la campagne de lutte antiacridienne de 2004 (CERES/LOCUSTOX, 2005)

3. 1. 2.1. Les unités opérationnelles de traitement

- **les corps militaires et para militaires** ont constitué les brigades mobiles d'intervention. Ils ont utilisé des atomiseurs motorisés à dos comme appareils de traitements. Plusieurs équipes ont été déployées dans différentes régions infestées. Cette forte implication des militaires sur le terrain et liée à leur niveau de responsabilité dans la coordination et l'organisation de la campagne de lutte antiacridienne. Les différents corps de commandements des militaires, le Service d'Hygiène et les Sapeurs Pompiers ont activement appuyé les unités techniques de la Direction de la Protection des Végétaux.
- **Les Unités de Protection des Végétaux** sont constituées de personnel recruté par la DPV. Elles utilisent des pulvérisateurs à grand débit type Berthoud et des ULVA-mast montés sur des véhicules de traitement.
- **Les Comités Villageois de Lutte** sont constitués de paysans qui utilisent pour les traitements de leurs champs, des sacs poudreurs ou des pulvérisateurs à dos motorisés ou des pompes manuels. Les équipements et les produits sont fournis par la DPV.
- Un important appui a été aussi obtenu grâce à la **coopération bilatérale et multilatérale**. Le dispositif aérien a utilisé les aéronefs suivants : 6 des Etats-Unis, 3 du Maroc, 5 de la Libye et 2 de la FAO. Pour les traitements terrestres, le Sénégal a bénéficié de l'appui de :
 - 1 équipe algérienne avec 1 véhicule de traitement ;
 - 1 équipe libyenne avec 6 véhicules de traitements dont un camion ;
 - 1 équipe gambienne avec 6 unités de traitement ;
 - 3 équipes de traitement de la Mauritanie ;

Pour une mise en oeuvre de l'intervention des équipes opérationnelles, la FAO a appuyé le Sénégal et d'autres pays du sahel pour un renforcement de capacité des techniciens sur les différents outils de lutte antiacridienne. Des sessions démultiplication au niveau des acteurs intervenant dans la lutte antiacridienne ont été ensuite organisées à travers le Sénégal à raison de 30 sessions par formateur. Les militaires et les agents paramilitaires, qui n'ont pas de connaissance sur le criquet et les stratégies de lutte antiacridienne, ont reçu une formation de trois jours sur la biologie et l'écologie du criquet pèlerin et sur les techniques d'application des pesticides. La durée des sessions était très courte pour une bonne compréhension des notions de base sur les campagnes de lutte antiacridienne.

Des équipes de contrôle de qualité des traitements ont été formées pour une réduction des impacts négatifs des pesticides sur l'environnement et la santé humaine. Il est à noter cependant que ces équipes n'ont pas pu intervenir au cours de cette campagne car les équipes formées ont été mises en place à la fin des opérations de lutte.

4. ANALYSE ECOTOXICOLOGIQUE

Le suivi et l'évaluation écotoxicologiques consistent à apprécier les effets des émissions éventuelles des produits phytosanitaires, ainsi que les contaminations accidentelles sur l'environnement et la santé. Ces activités requièrent la connaissance d'un ensemble complexe de problèmes étroitement liés ; Il s'agit des écosystèmes avec les interactions entre les organismes et l'influence des facteurs environnementaux. La lutte antiacridienne constitue au niveau du Sahel l'une de plus grandes occasions d'utilisation massive de pesticides et à cet effet, cette évaluation doit toujours accompagner les programmes de lutte contre les ravageurs. Le suivi environnemental doit donc essayer de répondre aux questions suivantes : où, quand et comment faire le suivi. Sa mise en œuvre doit être soutenue par des connaissances des paramètres suivants :

4.1. Les systèmes écologiques

4.1.1. Les zones protégées

De nombreux types de milieux peuvent être soumis à un traitement contre le criquet pèlerin. Il est alors important d'*identifier les espèces caractéristiques de ces écosystèmes* ; les ressources ou les systèmes exposés ; l'amplitude, la durée et la signification des dangers potentiels. Le risque qu'un produit phytopharmaceutique présente un effet négatif dépend de la toxicité du produit en question (substance active et/ou produits chimiques utilisés dans la formulation) et de l'exposition subie par le milieu étudié, incluant la vie sauvage et les humains. C'est au moment de l'étude documentaire et la préparation des opérations de lutte (phase de prospection) qu'il est pertinent de déterminer quels groupes fauniques ou quels mécanismes, fonctions ou indicateurs écologiques sont les plus exposés à une opération, un essai ou un programme de pulvérisations données afin d'organiser le programme d'échantillonnage/de suivi.

Ces types d'étude s'appuient, pour un milieu écologique donné, sur la compréhension du traitement proposé (calendrier d'application, dose appliquée, échelle), de la nature du produit chimique utilisé, des études écotoxicologiques existantes et des biotopes concernés. Ces milieux peuvent être ainsi classifiés :

- Les zones classifiées au niveau international seront soumises à la législation au niveau national.
- Les Zones écologiquement sensibles qui ne bénéficient d'aucune protection peuvent être soumises à un traitement par les produits phytosanitaires. Un suivi environnemental des organismes non cibles est bien recommandé dans de telles zones.
- Les réserves naturelles strictes et scientifiques, les parcs nationaux, les monuments naturels et les résidences des communautés autochtones doivent être préservés de l'utilisation des produits chimiques toxiques, mais les zones ne bénéficiant que d'une classification nationale peuvent cependant être soumises à un tel traitement.

Les zones non classifiées et non protégées (forêts, zones humides ou zones agricoles) sont les plus susceptibles d'être traitées avec les produits phytosanitaires.

Au Sénégal, les réserves naturelles se trouvent dans les zones qui sont le plus souvent concernées par les invasions acridiennes (figure 4). La réserve de faune du Ferlo nord, les réserves des six forages, la zone des Niayes et les parcs de la région de Saint Louis ont été des zones d'invasion du criquet pèlerin en 2004-2005.

Lors d'une application de produits phytosanitaires sur des zones où la législation nationale n'impose aucune EIE, la décision d'effectuer le suivi d'un traitement particulier doit prendre en compte de nombreux facteurs relatifs aux caractéristiques des espèces inféodées dans ces milieux. Le suivi écologique est essentiel quand des populations et des mécanismes écologiques clés sont confrontés à un risque significatif dû aux traitements par les produits phytosanitaires. Les situations touchant des espèces en danger critique d'extinction ou rares, des fonctions écologiques ou des espèces clés doivent faire l'objet d'un suivi.

L'analyse écotoxicologique est toujours souhaitée même quand les espèces sont abondantes, car les pesticides appliqués peuvent toujours constituer un facteur aggravant les perturbations qui ne sont perçues auparavant dans ces systèmes

écologiques. La suppression d'un maillon dans le fonctionnement écologiques (réseau trophique, cycle de fertilité...) peut entraîner la disparition d'un groupe caractéristique de l'écosystème.

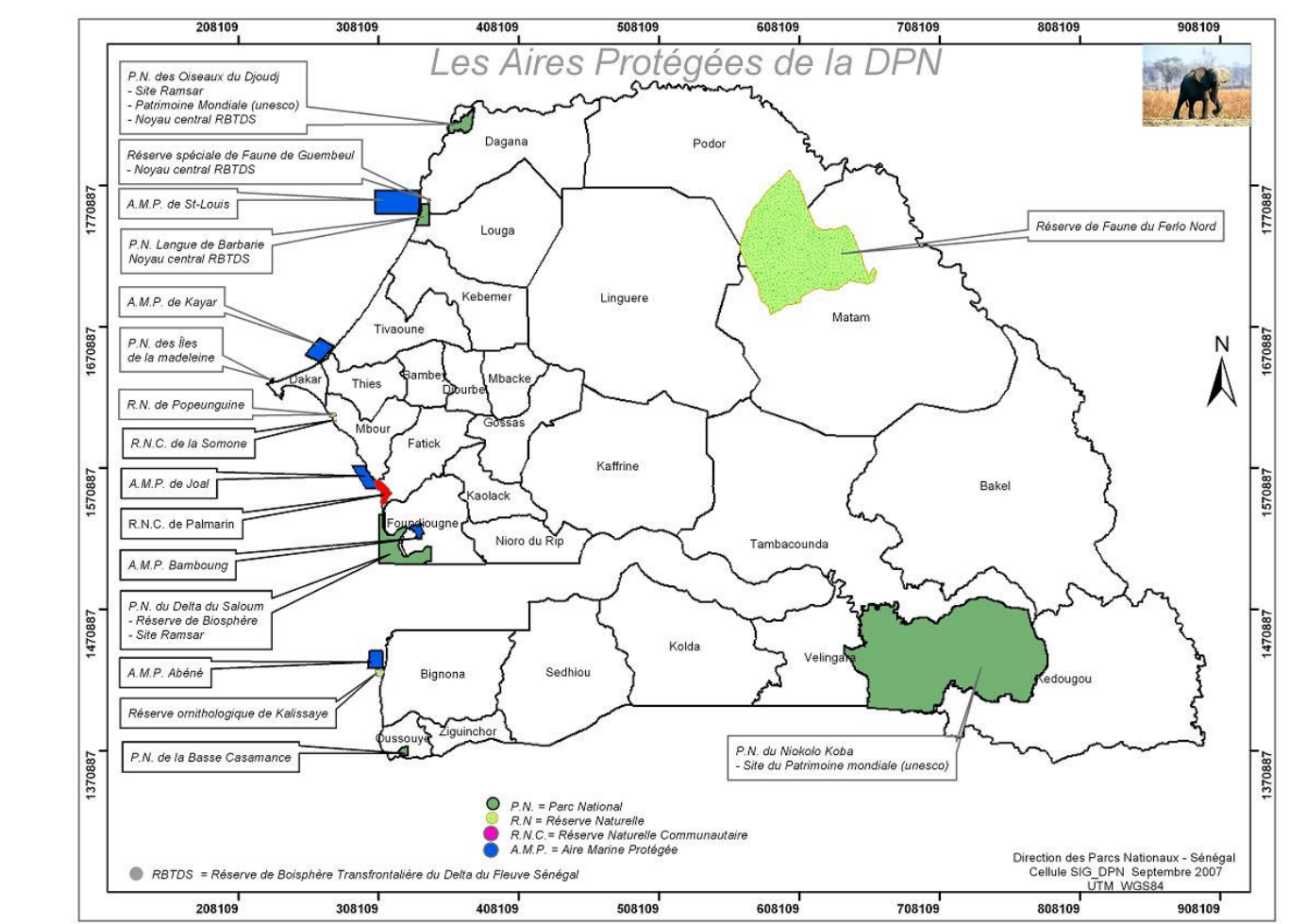


Figure 4 : les différentes aires protégées du Sénégal avec les Parcs Nationaux, Réserves naturelles, Réserves naturelles communautaires et les Aires marine protégées (source DPN, septembre 2007)

4.1.2. Les systèmes naturels

4.1.2. 1- les Niayes

La région de Dakar est caractérisée par des formations sédimentaires du quaternaire qui reposent sur des formations plus anciennes. Les formations du quaternaire sont constituées d'un matériel sableux qui couvre la majeure partie du territoire sénégalais. Sur le littoral Nord, ces formations se caractérisent par une succession de dunes d'âge, de textures et de couleurs différentes depuis la côte jusqu'à l'intérieur des terres. Trois systèmes dunaires prédominent:

- Les dunes littorales, appelées également dunes blanches ou dunes vives à cause de leur mobilité, sont caractérisées par des plages de sable coquillier constamment repris par le vent. Elles présentent une couverture végétale faible essentiellement composée d'essences halophiles à cause de la présence de l'embrun marin.
- Les dunes jaunes ou dunes semi fixées occupent l'arrière-plan des dunes vives. Par endroits, elles sont interrompues par des lacs, dans la région de Dakar (Retba, Mbeubeuss, Youi, Malika).
- Les dunes rouges continentales, ou dunes intérieures, forment un important erg depuis le sud-ouest de la Mauritanie jusqu'à l'ouest du Sénégal. Elles sont constituées de sols rouges, appelés communément sols « *diors* » dans la terminologie locale. La couverture végétale y est assez importante, formant même par endroits des savanes boisées.

La zone des Niayes est caractérisée par l'alternance de deux saisons annuelles: une saison humide concentrée sur trois mois (juillet, août et septembre) et une saison sèche qui dure les autres neuf mois.

La détérioration climatique consécutive au changement global du climat a entraîné une irrégularité interannuelle des précipitations, mais aussi une diminution des volumes précipités qui s'est traduite par un glissement remarquable des isohyètes vers le sud.

Les précipitations sont dictées par la présence de la mousson en provenance du sud issue de l'anticyclone de Sainte-Hélène durant l'hivernage. Elles sont peu abondantes

et dépassent rarement 400 mm par an. Des précipitations qualifiées d'ocultes et appelées « *heug* », ou pluies des mangues, surviennent souvent en saison sèche, notamment durant la période froide (décembre, janvier et février). Ces précipitations issues d'intrusion de masses d'air polaire, irrégulières et peu abondantes, sont cependant d'une grande importance pour la pratique des cultures de contre-saison dans ce milieu (Barreto, 1962).

La région de Dakar bénéficie d'un microclimat assez particulier par rapport aux autres parties du pays qui s'intègrent dans les mêmes domaines climatiques. Elle est caractérisée par des températures modérées influencées par la circulation des alizés maritimes soufflés par les courants froids des Açores.

La température mensuelle moyenne la plus chaude oscille autour de 27,5°C en juillet et août. De novembre en février, la température maximale est inférieure à 28°C et la température minimale est inférieure à 18°C sur la quasi-totalité de la grande côte (Sall et al., 2004).

Cependant, la présence d'un harmattan, faiblement ressentie, élève la température à un maximum de 31°C en mai et juin. La proximité de l'océan favorise le fort taux d'humidité relative qu'on peut noter dans ce milieu. Ainsi, l'humidité relative minimale est de 15 % dans les zones éloignées de la mer, dans les zones les plus proches le taux d'humidité peut remonter jusqu'à 90 % à partir du mois d'avril (Sall et al., 2004).

La couverture végétale du Sénégal reste entièrement déterminée par les données climatiques. Ceci se traduit par un découpage du territoire en trois zones phytogéographiques : la zone sahélienne, la zone soudanienne et la zone guinéenne. Il existe cependant des nuances dans cette classification de la végétation en fonction du climat. En effet, la zone des Niayes, qui se trouve en plein milieu soudano sahélien, se présente, du point de vue végétation, comme appartenant à la zone sub-guinéenne qui caractérise les régions du sud-ouest dans sa partie sud, notamment dans la région de Dakar (Barreto, 1962).

Cet héritage des variations climatiques, qui a influencé la morphologie et la pédologie du milieu, a fait que la végétation de la zone des Niayes est très diversifiée. En

fonction de la topographie, de la nature pédologique et de la présence de l'eau, une végétation typique se profile.

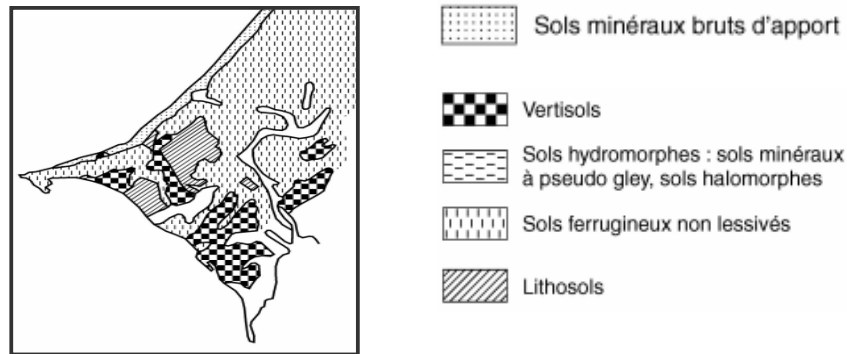
Ainsi, dans la zone des Niayes proprement dite, caractérisée par une présence quasi permanente de la nappe phréatique et des sols très humifères, domine l'espèce typiquement guinéenne qu'est *Elaeïs guineensis* qui marque la zone de contact entre le bas du système dunaire et la dépression. On remarque également une bonne représentation de *Cocos nucifera*. La strate herbacée est assez importante et est conditionnée par la topographie. Du centre de la dépression à sa marge externe, différentes espèces se déterminent sous l'influence de l'eau. On observe ainsi, au centre des dépressions, des espèces aquaphiles, en particulier la *Nymphaea lotus*, les *Phragmites vulgaris* et sur les marges, des espèces moins exigeantes en eau.

Dans le système de dunes rouges ogoliennes, dominant les espèces ligneuses comme la *Parinaris macrophyla*, l'*Acacia albida*, l'*Acacia raddiana*, l'*Acacia seyal* et la *Balanites aegyptiaca* plus présentes dans la partie septentrionale de la région des Niayes. Les strates arbustives et herbacées sont essentiellement composées d'Euphorbiacées (*Euphorbia balsamifera*), de Combrétacées (*Guiera senegalensis*, *Combretum glutinosum*, etc.) et de graminées saisonnières (*Cenchrus biflorus*, *Andropogon sp*, etc.).

Sur le système de dunes jaunes et de dunes blanches, la végétation reste maigre, parfois même inexistante sur les dunes vives. En dehors de la végétation d'origine anthropique implantée dans le cadre du projet de fixation des dunes littorales, les rares espèces présentes sont le *Opuntia tuna* et la *Maytenus senegalensis*. Dans le cadre des projets de fixation des dunes, le *Casuarina equisetifolia* a été beaucoup utilisée.

De nos jours, la végétation de la région des Niayes connaît de sérieuses difficultés liées au contexte climatique actuel et à la croissance urbaine. L'activité agricole nécessite de plus en plus d'espace pour assurer la sécurité alimentaire et favoriser l'exportation vers l'étranger des produits cultivés, particulièrement maraîchers, considérés comme une nouvelle source de croissance.

La pédologie est assez diverse du nord au sud. On détermine ainsi cinq types de



sols dans la région de Dakar (figure 5) :

Figure 5. Typologie des sols de la région de Dakar (Sall et al., 2004).

- Les sols minéraux bruts d'apport qui caractérisent les dunes vives et se particularisent par leur pauvreté ou l'inexistence d'horizons humifères ;
- Les sols ferrugineux tropicaux non lessivés, qui constituent les dunes rouges, occupent la majeure partie de la région des Niayes. Ces sols sont pauvres en matière organique et sont sujets à l'érosion éolienne et aux eaux de ruissellement. Ils servent à la fois de terres de cultures vivrières, notamment mil et arachide, et de parcours pastoraux ;
- Les vertisols, situés dans la zone de Sébikotane (plateau de Bargny) et l'axe Somone-lac Tanma ;
- Les sols halomorphes, se situant souvent aux environs des lagunes côtières barrées par les cordons dunaires dans la partie sud des Niayes (région de Dakar et Thiès) et au niveau du delta du fleuve Sénégal ;
- Les sols minéraux à pseudo gley très déterminant dans les dépressions que constituent les Niayes. Ils sont riches en matière organique et, tout comme les vertisols, ils sont d'un grand intérêt dans la production agricole, particulièrement maraîchère.

Pour l'**hydrologie**, la zone des Niayes ne présente pas actuellement de véritables écoulements fluviaux. Cependant, sa morphologie laisse entrevoir l'existence d'anciennes vallées fluviales perpendiculaires à la côte. On peut constater, néanmoins, la présence de nombreux lacs, notamment Mbawan et Tanma.

De nos jours, bon nombre de ces lacs ont perdu de leur envergure et de leur importance. Ils n'existent actuellement que des mares dont la durée dans le temps et dans l'espace reste largement tributaire de la pluviométrie. La faune des mares temporaires est constituée d'organismes prolifiques à cycle court et de stades actifs (principalement les crustacées), d'immigrants (insectes volants) et de quelques vertébrés aptes à entrer dans un état de dormance (vie ralentie) pendant la saison sèche (crapaud, tortues) (Everts & Bâ, 1997).

La dégradation persistante des conditions climatiques fait que les écoulements de surface deviennent de plus en plus rares. De nos jours, les ressources en eau dans les Niayes proviennent essentiellement de la nappe phréatique des sables quaternaires qui caractérisent ce milieu (figure 6). La nappe des sables quaternaires est d'une importance capitale par ces multiples usages. En effet, elle est utilisée pour l'alimentation en eau de la population riveraine, particulièrement pour la ville de Dakar, l'alimentation des animaux et, enfin, pour les besoins agricoles qui confèrent à la région toute son importance.

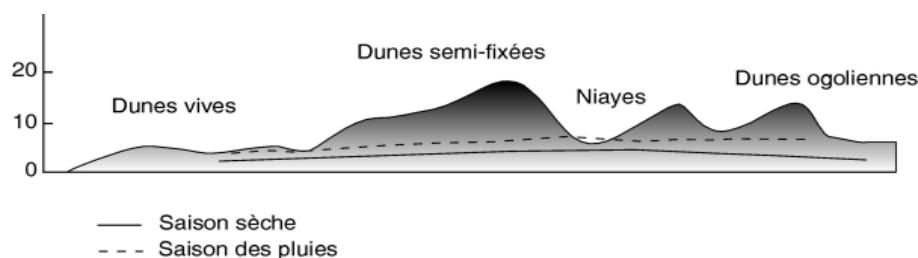


Figure6: Ressources en eau: niveau de fluctuation de la nappe suivant les saisons (Sall et al., 2004).

4.1. 2. 2- La zone sylvo-pastorale

La zone sylvo-pastorale du Nord Ferlo, dans le nord du Sénégal a un climat de type sahélien *sensu stricto* avec une moyenne des précipitations annuelles de 282 mm (1918-1990, Dagana) affectée d'un coefficient de variation élevé (37 %) (Akpo, 1993). La saison des pluies s'étale sur environ 2 à 3 mois entre juillet et septembre. Les températures maximale et minimale de l'air sont de 41 ° et 22 ° C dans le mois le plus

chaud (mai) et de 31 et 14 ° C dans le mois le plus frais (janvier). L'évapotranspiration potentielle est en moyenne de 2 031 mm an⁻¹. Le paysage de la zone se caractérise par des formations dunaires de faible amplitude, non orientées, délimitant de petites dépressions fermées. Le peuplement végétal représente une steppe très ouverte à épineux constituée d'une strate herbacée, principalement composée de graminées annuelles, parsemée d'arbres et d'arbustes en densité plus élevée dans les dépressions (Poupon, 1980). La strate arborescente est principalement composée d'*Acacia tortilis* (Forsk.) Hayne ssp. *raddiana* (Savi) Brenan, de *Balanites aegyptiaca* (L.) Del et de *Boscia senegalensis* (Pers.) Lam. La densité moyenne de ligneux est de 124 individus ha⁻¹ avec pour les trois espèces, la proportion d'individus et le recouvrement des couronnes au sol suivants : *Acacia tortilis*, 22 et 24 % ; *Balanites aegyptiaca*, 31 et 13 % ; *Boscia senegalensis*, 44 et 2 % (Akpo, 1993), soit un recouvrement global relativement élevé de 38,9%.

Le sol appartient au groupe des sols « Diéri », sols brun-rouges, faiblement évolués, formés sur matériau sableux pauvre en argile (Maignien, 1965). Ils sont du type ferrugineux tropicaux faiblement évolués (à sables siliceux) ; Sols ferrugineux tropicaux peu lessivés (sablo-argileux ou à concrétion ferrugineuse), des Sols bruns sub-arides, et des Sols bruns rouges sub-arides. Les teneurs moyennes en sable, argile, matière organique, azote et phosphore total (P₂₀₅) sont respectivement de 90 %, 6 %, 1,8 %O, 0,15 %O, 0,3 %O dans le premier mètre de sol. Le sol est profond et relativement homogène jusqu'à la profondeur maximale explorée (4 m). La profondeur de la nappe phréatique se situerait aux environs de 40 m.

Les principales contraintes sont relatives à la baisse de la pluviométrie, l'érosion éolienne, la disparition du couvert végétal due à la raréfaction des pluies et une surexploitation des pâturages. Ce milieu est donc très fragilisé par ces contraintes susmentionnées et, est l'une des régions qui ont reçu les plus grandes quantités de pesticides. L'élevage est la principale activité à côté des cultures annuelles de mil, niébé et arachides.

La pluviométrie reste très variable d'une année à l'autre ; et dépasse rarement, 400 mm de hauteur d'eau. Cette pluviométrie reste souvent tardive dans son installation (début de l'hivernage le 22 juillet et la fin le 27 septembre) et mal répartie dans l'espace.

Les principaux **vents** intéressant la région sont :

- Les alizés maritimes : issus de l'anticyclone des Açores, ils soufflent d'octobre en juin. Leur influence est d'autant plus notoire que l'on s'approche de la côte ;
- L'harmattan : Vent chaud et sec, il est actif de janvier en mai. De direction nord-est, sud-ouest, il transporte la poussière, occasionnant parfois de véritables tempêtes de sable, une forte érosion éolienne et des pertes d'eau par évaporation ;
- La mousson : issue de l'anticyclone de Sainte-Hélène de direction sud-ouest, elle est responsable des précipitations et intéresse la région de juillet en octobre.

Les températures restent élevées pendant la majeure partie de l'année. Les zones proches de la côte bénéficient des températures plus clémentes se situant en moyenne entre 22,5 et 31 °C, avec des minima de 15,1 à 22,6 °C et des maxima de 29,2 à 37,7 °C. Les moments les plus chauds correspondent généralement de mai en octobre.

La variation de l'insolation est fonction des périodes de l'année. Les mois d'avril et de mai connaissent une durée moyenne d'insolation plus grande de l'ordre de 8.4 à 8.6 alors que les mois de janvier et février enregistrent des valeurs plus faibles passant de 7.6 à 7.2 dixièmes d'heure (Lycos, 2004).

La végétation a subi les contre coups des années de sécheresse et d'une surexploitation préjudiciable. Ainsi les trois strates qui la composent sont fortement dégradées :

- La strate herbacée : elle est dominée par les graminées à cycle court telles que *Zornia glochidiata*, *Cenchrus biflorus*, *Andropogon gayanus*, *Schoenofeldia gracilis* ;
- La strate arbustive : elle est composée de Combrétacées et de *Guiera senegalensis* ;
- La strate arborée : elle est composée essentiellement d'*Acacia albida*, d'*A. tortilis*, de *Balanites aegyptiaca*.

Cette végétation est fonction des types de sols qu'on retrouve dans la région.

Trois grands types de sols existent dans la zone. Il s'agit :

- Des sols ferrugineux tropicaux peu lessivés ou sols *diors*. Cette unité assez dégradée en surface par suite d'une exploitation arachidière très accentuée et sans jachère est fortement soumise à l'érosion éolienne ;

- Des sols bruns ou brun rouges de type clair, la structure de ces sols renferme des organismes et de la matière argileuse. Ils présentent une plus grande capacité de rétention d'eau. Ils sont aptes à la culture irriguée et se localisent dans les inters dunes des Niayes, les berges du lac et de la vallée du Ferlo.
- Des affleurements latéritiques qui couvrent les parties Est et Sud-Est, et par endroit le centre du Ferlo. Ils sont généralement aptes à la culture.

La zone du Ferlo est très peu arrosée. En effet il n'existe que le lac de Guiers et la basse vallée du Ferlo remise en eau comme cours d'eau à caractère pérenne.

Les eaux courantes sont généralement porteuses aussi bien d'une faune riche en poissons qu'en grosses crustacées particulièrement les crevettes (Everts & Bâ, 1997).

Cependant la région renferme plusieurs nappes souterraines de profondeur et qualités variables :

- La nappe phréatique : elle est de qualité faible dans la zone centrale et sylvopastorale, et importante à l'ouest et aux alentours du lac de Guiers grâce à sa position superficielle ;
 - ☛ Les nappes profondes : dans ce groupe nous distinguons :
 - Le maestrichtien : situé entre 100 et 450m de profondeur, il donne à l'Est d'une ligne Keur Momar Sarr/ Coki une eau en quantité suffisante, mais renfermant des minéralisations importantes (Lycos, 2004);
 - L'éocène inférieur : sa profondeur diminue d'ouest en Est (de 200m à Léona elle se situe aux environ de 500m à Linguère) (Lycos, 2004);
 - Le continental terminal : il est plus exploité en raison de débit relativement correct et de sa profondeur assez faible.

4.1..2. 3- La vallée du fleuve Sénégal

La vallée du fleuve Sénégal couvre les régions infestées de Saint Louis, Matam et Louga (zone du lac de Guiers) : le Ferlo, également concerné par les traitements antiacridiens est une zone de pseudo-steppe arbustive dans le Ferlo sableux; une savane arbustive se présente à l'est dans la zone dite Ferlo latéritique. Les formations végétales de l'extrême Nord sont constituées par des espèces ligneuses épineuses telles que *Acacia nilotica* (le long de la vallée du Fleuve Sénégal), *Balanites aegyptiaca* et *Zizyphus mauritiana*. Au sud de cette frange, dans le Ferlo sableux, la

Analyse écotoxicologique des pesticides utilisés en lutte contre le criquet pèlerin

végétation du Diéry est principalement constituée par *Boscia senegalensis*, *Acacia raddiana*, *Balanites aegyptiaca*, *Sclerocarya birrea* et *Combretum glutinosum*. L'essentiel du tapis herbacé est constitué par *Dactyloctenium aegyptium*, *Aristida mutabilis*, *Cenchrus biflorus*, *Schoenefeldia gracilis*, *Tribulis terrestris*, *Cassia obtifolius* et *Zornia glochidiata*.

Le lac de Guiers abrite une faune de zooplancton qui a une diversité taxinomique assez importante (avec la présence de 35 taxons dont une dizaine sont relativement abondants en permanence), (Pagano et al, 2003). Une partie importante de cette biomasse se retrouve au niveau de l'interface eau - sédiment pendant la journée du fait de la faible profondeur du lac et des migrations nyctémérales qu'effectuent de très nombreux organismes zooplanctoniques (cyclopoïdes et cladocères en particulier). Sur le plan des relations trophiques, ce zooplancton peu abondant et dominé par des petits organismes, semble avoir un impact important sur le phytoplancton, puisque le broutage élimine jusqu'à 50% de la biomasse chlorophyllienne par jour. Le zooplancton du lac de Guiers semble exercer un contrôle efficace sur le nanophytoplancton qui domine le lac. Par ailleurs le Lac assure l'approvisionnement en eau potable des régions de Dakar et Thiès avec une production qui est passée à 135 000 m³/jour en 2003.

La prédominance des zones humides fait de ces écosystèmes (vallée du fleuve Sénégal et les Niayes) des milieux sensibles aux contaminations et pollutions dues aux pesticides antiacridiens.

4.1. 2.4. Le bassin arachidier

Le bassin arachidier est une zone de culture qui couvre les régions administratives de Diourbel et de Kaolack.

Au niveau de la région de Diourbel, le climat est de type soudano-sahélien, chaud et sec avec des moyennes thermiques annuelles comprises entre 27 °C et 29 °C. L'harmattan qui souffle pendant 9 mois est le vent dominant. La pluviométrie moyenne annuelle est comprise entre 400 et 500 mm avec une forte variabilité spatio-temporelle. Le relief est plat avec des dénivelés atteignant rarement 2 %.

Sur le plan **pédologique**, les sols sont essentiellement formés de sédiments sableux ou sablo-argileux d'origine éolienne et alluviale. La végétation est caractérisée par une faible diversité des espèces et la densité ligneuse est très variable. On y rencontre d'importants parcs arborés à *Faidherbia albida*.

Le département de Kaffrine enregistre une pluviométrie moyenne annuelle de 500 mm au nord et de 800 mm au sud. Les formations végétales sont essentiellement de type savanes composées de ligneux à feuilles caduques associés à des herbacées vivaces et annuelles. La densité est plus forte dans les «forêts classées» et les «réserves» qui servent de parcours pour le bétail tandis que les terres de culture forment un parc à *Cordyla pinnata* ou *Sterculia setigera*. La strate arbustive est essentiellement composée de combrétacées. Les sols sont essentiellement de types ferrugineux tropicaux lessivés. Le département de Kaffrine est caractérisé par une longue mise en valeur agricole à travers l'expansion de la culture arachidière. C'est le «Bassin Arachidier Central Actuel» défini par LAKE *et al.* (1984), où l'on enregistre les productions d'arachide et de mil les plus élevées et où l'indice du moyen de production agricole est le plus fort dans la zone d'agriculture fondamentale sous pluie qu'est le Centre Ouest du Sénégal (BA, 1995).

Le sud du Bassin arachidier a un climat du type soudano sahélien avec une pluviométrie moyenne annuelle qui varie entre 600 et 700 mm et une moyenne mensuelle de température qui varie entre 32 et 36 °C. Il existe une seule saison des pluies de juillet à octobre avec une agriculture basée sur la rotation mil arachide et une intense activité pastorale. Les **sols** sont ferrugineux tropicaux avec une cuirasse de 20 à 100 cm de profondeur, en fonction des degrés d'érosion. Les jachères qui ont plus tendance à disparaître à cause de la pression démographique et de la demande en terre cultivable, ont une végétation arbustive dont les espèces ligneuses dominantes sont le *Combretum glutinosum* et le *C. nigricans*, *Guiera senegalensis*, *Acacia macrostachia* ; *Penicetum pedicellatum* est la principale espèce herbacée

Cet agrosystème est confronté à une dégradation généralisée des sols et la végétation aggravée par des contextes pédoclimatiques et socio-économiques défavorables. La forte pression anthropique exercée sur la végétation, le déficit pluviométrique et les différentes contraintes induites par la géomorphologie ont fait disparaître les formations climaciques et font apparaître une savane arbustive à base de

Combrétacées. Au Sénégal, l'examen de la pluviométrie moyenne annuelle sur une longue période montre une aridification progressive du climat. L'isohyète < 200 mm est constaté au nord du pays dans la décennie 1970 - 1979 tandis que, dans le même temps l'isohyète > 1.000 mm a glissé sensiblement vers l'extrême sud. Cette décennie 1970 - 1979, correspondant aux premières années d'une longue période de sécheresse généralisée dans l'ensemble du Sahel.

L'évolution régressive des conditions climatiques a entraîné, entre 1950 et 1980, l'extension vers le sud de 80 à 120 km de la zone sahélienne. Cette situation s'est traduite, entre autres, par une raréfaction des ressources végétales entraînant systématiquement une perte de diversité biologique et d'habitats pour la faune.

Les reliques des formations climaciques sont caractérisées par la présence de *Daniella oliveri*. La strate herbacée qui remplace progressivement les espèces ligneuses a favorisé un surpâturage. C'est ce système écologique fragilisé qui a reçu une importante quantité de pesticides dans le cadre de la lutte antiacridienne. Beaucoup de dégâts ont été constatés sur les cultures de mil, d'arachide et de niébé et ces traitements antiacridiens ont augmenté les risques d'exposition grâce à la pression de pâturage et les récoltes précoces.

Les sols, ainsi progressivement dénudés, subissent de plus en plus l'agression du vent et de l'eau. Leur sensibilité à l'érosion éolienne atteint des proportions non négligeables. La sensibilité à l'érosion éolienne est extrêmement élevée dans le nord du bassin arachidier et dans la partie sableuse de la zone sylvopastorale tandis que les sols du Sénégal oriental et de la Casamance sont plutôt soumis à l'érosion hydrique. L'une des conséquences majeures de ce phénomène d'érosion est la perte de fertilité des sols qui contribue fortement à la baisse du rendement des cultures.

4.2. Le devenir des pesticides dans l'environnement

Une analyse du devenir des pesticides dans l'environnement est aussi réalisée dans différentes matrices (sol, eau, végétation) afin de préciser les résidus de pesticides et de disposer d'informations sur leur rémanence. Ces analyses aident à la prise de décisions relatives aux mesures à prendre au cours des traitements antiacridiens pour une bonne gestion des pâturages et la maîtrise de la contamination de la chaîne alimentaire par les pesticides (respect des délais de carence, respect des délais de réentrée ; respect des choix des pesticides moins rémanents).

Le comportement des pesticides utilisés en lutte contre le criquet pèlerin a fait l'objet de plusieurs études en milieu sahélien (Gadji, 1997 ; Gadji et al, 1998). Les pesticides sont soumises à une dégradation et/ou une métabolisation une fois qu'ils se retrouvent dans l'environnement. La vitesse de dégradation dépend étroitement des propriétés physico-chimiques des pesticides et des conditions environnementales (tableau 3).

Tableau 3 : devenir des insecticides les plus utilisés en lutte antiacridiennes dans les milieux aquatiques et terrestres

pesticides		caractéristiques	Auteurs
Fenitrothion	Milieu aquatique	- 8 µg /L à 2,6 µg /L, 6 jours AT dans une marre temporaire	Lahr et al., 2000
	Milieu terrestre	- 138 mg/kg de feuille de mil humide 1 H après traitement avec 450 g m.a/ha - Demi vie : 24 H avec la pluie - Délai de carence pour le fourrage 5 j	Gadji et al, 1998
	Milieu aquatique	- concentration et la persistance dans l'eau dépend du type de formulation : elle sont plus importantes avec les EC et P. - son hydrolyse augmente avec la température ; elle diminue de 2.5- to 3 fois à chaque baisse de température de 10 C - demie vie de 35 à 78 jours à 25 C,	

Chlorpyrifos		pH 7.0	
	Milieu terrestre	- 30 mg/kg végétation humide 1 H ATvec 240 g m.a/ha - Demie vie : 36 H avec indifférence à la pluie - Délai de carence pour le fourrage 7 j - moins persistant dans les sols à pH élevé - demie vie non affecté par la texture et la MO.	Baba Gadji, 1998 Racke, K. D 1992.
Malathion	Milieu aquatique	- soluble dans l'eau et à cet effet peut être un risque pour les eaux souterraines - demie vie est moins de 1 semaine	Howard, P. H., 1991
	Milieu terrestre	- 96 mg/kg de feuille de mil humide 1 H AT avec 240 g m.a/ha - Demi vie : 60 H avec la pluie - Délai de carence pour le fourrage 3 semaines - moins persistant dans le sol demie vie 1 à 25 jours. - se degrade rapidement avec la lumière	Gadji et al, 1998
Deltamethrine	Milieu aquatique	- une disparition dans l'eau est relativement rapide lié à une rapide adsorption par les particules en suspens	Lahr et al, 1998
	Milieu terrestre	- 1,2 à 2,2 mg/kg végétation humide 1 H AT avec 15 g m.a/ha - Demi vie : 45 H en période de pluie et 136 H en l'absence de pluie - Délai de carence pour le fourrage 7 à 14 j	Baba Gadji, 1998
diflubenzuron	Milieu aquatique	Demie vie de 1à 5 jours dans les marres temporaire. La température assez élevée peut accélérer la disparition du	WHO (1996), Lahr et al., 2000

		produit dans l'eau	

Des nombreuses études effectuées sur le chlorpyrifos, le pesticide le plus utilisé en lutte antiacridienne, ont révélé que cet insecticide n'est pas d'une grande persistance sur la végétation avec des périodes de demi vie dépassant rarement 3 jours. Aucun résidus de pesticides n'a été détecté au bout de 14 jours avec un traitement à des doses de 1400 à 2400 g m.a/ha (barba *et al.*, 1987). Les taux de résidus de pesticides trouvés sur donné les résultats suivants 6 jours après traitement en 2005 en Mauritanie : 0,042 mg m.a/ kg de végétation; 9 µgm.a/kg de sol et 0,016 µgm.a /g de criquet (CERES-Locustox, 2005). Rake et al, (1993) ont montré qu'un traitement avec du chlorpyrifos de formulation CE a donné une période de demi-vie de 36 H. il est aussi moins persistant dans les sols à pH élevé et la demie vie n'est pas affecté par la texture et la teneur en matière organique (Rake et al, 1992). Sur les sol sableux une concentration de 240 g m.a/ha et une dose d'application de 1 L/ha un taux de résidu de 488 µgm.a /kg de sol à 1 H après traitement et 76,2 µgm.a /kg de sol 24 H AT (CERES-Locustox, 2005). Pour la matière fraîche, un taux de résidu de 16,35 mg m.a/kg de matière végétale fraîche une heure après traitement et cette valeur est tombée à 0,98 mg m.a/kg. au niveau du sol le taux de résidus est de

4.3. Effets sur les organismes non cibles

La recherche de données pour une analyse de risque suit un protocole d'échantillonnage d'organismes non cibles et un prélèvement du substrats afin d'évaluer le taux de résidus de pesticide. Les données environnementales (températures, ensoleillement, couverture végétale), les données édaphiques sont prises en compte. Ces données quantitatives permettent de corréler la présence des pesticides au comportement de organismes afin d'en apprécier les effets. En étude écologiques, plusieurs variables peuvent interférer ou influencer le comportement des organismes ; ainsi, les méthodes statistiques qui seront mise en place dans le dispositif expérimental prennent en compte ces variations et permettent d'en apprécier leur poids.

Il y a lieu de distinguer la mise en place d'une expérimentation pour étudier l'impact des pesticides et un suivi classique au cours d'une lutte d'urgence antiacridienne :

- **étude expérimentale** : le projet LOCUSTOX a mis en place des dispositifs expérimentaux de suivi du comportement des pesticides dans l'environnement, d'évaluation des risques dans les écosystèmes terrestres et aquatiques du Sahel (Tome 1, 1991 ; Tome 2, 1998 ; Tome 3, 1998 ; Tome 4, 2002). Tous ces ouvrages compilent de séries d'études
 - de laboratoire pour une détermination des DL50 des pesticides sur les organismes clés des systèmes écologiques du Sahel.
 - De terrain où des dispositifs expérimentaux sont mis en place. La plupart de ces protocoles suivent le modèle BACI (Before and After Control Impact : impact avant et après traitement). Dans ce modèle, chaque groupe de traitement (témoin, contaminé) les échantillons sont collectés simultanément dans toutes les parcelles plusieurs fois avant et après traitement. Une analyse de variance des données permet de faire une comparaison des tendances sur des paramètres tels que la densité, la diversité et de faire des corrélations entre les paramètres. En général, les données recueillies sont relatives à une ou plusieurs variables mesurées selon les exigences du dispositifs expérimental mis en place : résidus de pesticides, nombre d'espèces d'insectes, de reptile) sur une unité de surface (quadrats, placette, point de relevés). Cette catégorisation des variables permet d'identifier les variables explicatives et les variables continues pour une meilleure appréciation de la relation « Cause / Effet ».
- **un suivi** est réalisé en situation d'urgence au cours de la quelle un dispositif expérimental ne peut être mis en place. Il suffit dans ces conditions de mettre en place un protocole qui puisse comparer les zones traitées et non traitées en prenant le soin d'éviter les contaminations des zones témoin. Cependant, les mesures des paramètres environnementaux et des résidus de pesticides peuvent donner une idée sur les risques et peuvent expliquer les effets sur les non cibles constatés sur le terrain.

4.3.1. Les espèces indicatrices

Une espèce est dite indicatrice, lorsque sa présence dans un milieu quelconque indique ou témoigne de l'existence d'un facteur ou d'une donnée bien précise dans son habitat. Sa présence ou son absence sert d'indication sur l'état du milieu. La salinité, le pH, un certain degré de pollution ou la nature de cette pollution sont, entre autres, les facteurs qu'une espèce puisse indiquer dans son milieu. Ces espèces indicatrices ont souvent un contact direct avec leur milieu. L'espèce en question permet donc un «diagnostic» rapide et précieux du milieu pour pouvoir prendre une décision ou une orientation quelconque.

Ces espèces peuvent fournir des informations sur l'état général du stress sur le site et pour une telle appréciation elles doivent avoir les caractéristiques suivantes :

- sensibilité au facteur de stress ;
- densité importante dans le site ;
- facile à contrôler et à analyser ;
- succession rapide de générations ;
- différenciation selon les formes de vie ou de consommateur ;
- confinement dans une certaine région géographique ;
- important rôle fonctionnel dans l'écosystème considéré ;
- aucun conflit avec les considérations de conservation de la vie sauvage.

4.3.2. Le niveau d'organisation

Les pesticides utilisés en lutte antiacridienne affectent les organismes inféodés dans le milieu traité. Ces organismes non cibles jouent souvent des rôles écologiques très importants par une intervention sur le processus de fertilisation des sols (la macrofaune du sol), le processus de pollinisation des plantes (abeilles et autres pollinisateurs) ou sont des ennemis naturels des ravageurs et à cet effet ils régulent la densité des ravageurs.

Les activités de suivi sont réalisés à des niveaux d'organisation biologiques assez complexes : niveau population, peuplement et prend en compte les inter actions entre organismes et leur milieu (écosystèmes). Les paramètres environnementaux ont un

rôle important dans l'interprétation des données écotoxicologiques. La présence ou l'absence d'individus ou le changement dans leur comportement (dans la structure ou la fonction au niveau d'organisme) entraîne un changement dans les paramètres structurels ou fonctionnels qui sont caractéristiques à des niveaux d'organisation les plus élevés (Roembke et Moltmann, 2000). Les indices biologiques ne peuvent être compilés que si on dispose de plus d'informations sur l'écosystème et son fonctionnement (les populations et peuplements ; les successions de population), et sur les caractéristiques physico-chimiques des substances xénobiotiques. L'analyse peut être réalisée en prenant en compte les paramètres structuraux : abondance, diversité, dynamique des population et les paramètres fonctionnels : dégradation de la substance organique ; cycle nutritif, réseau trophique.

L'analyse fonctionnelle fait appel à une somme de paramètres dont les réactions peuvent s'annuler ou s'accumuler, d'où la complexité d'appréciation sur les risques liés aux pesticides. Dans les écosystèmes, les individus ou groupes d'individus étudiés constituent des indices qui doivent répondre aux critères suivants :

- changement de la composition des espèces
- présence ou absence d'organisme clé
- biomasse, abondance, diversité
- succession rapide des générations
- facilité d'analyse
- rôle fonctionnel clé,
- confinement à une région géographique

Au niveau du sahel, le Projet LOCUSTOX a mené plusieurs études sur le comportement des pesticides dans l'environnement et sur les risques des pesticides antiacridiens sur les écosystèmes aquatiques et terrestres. Cette analyse des risques a été réalisée après une bonne connaissance de ces écosystèmes, des rôles des espèces clés dans les écosystèmes aquatiques et terrestres.

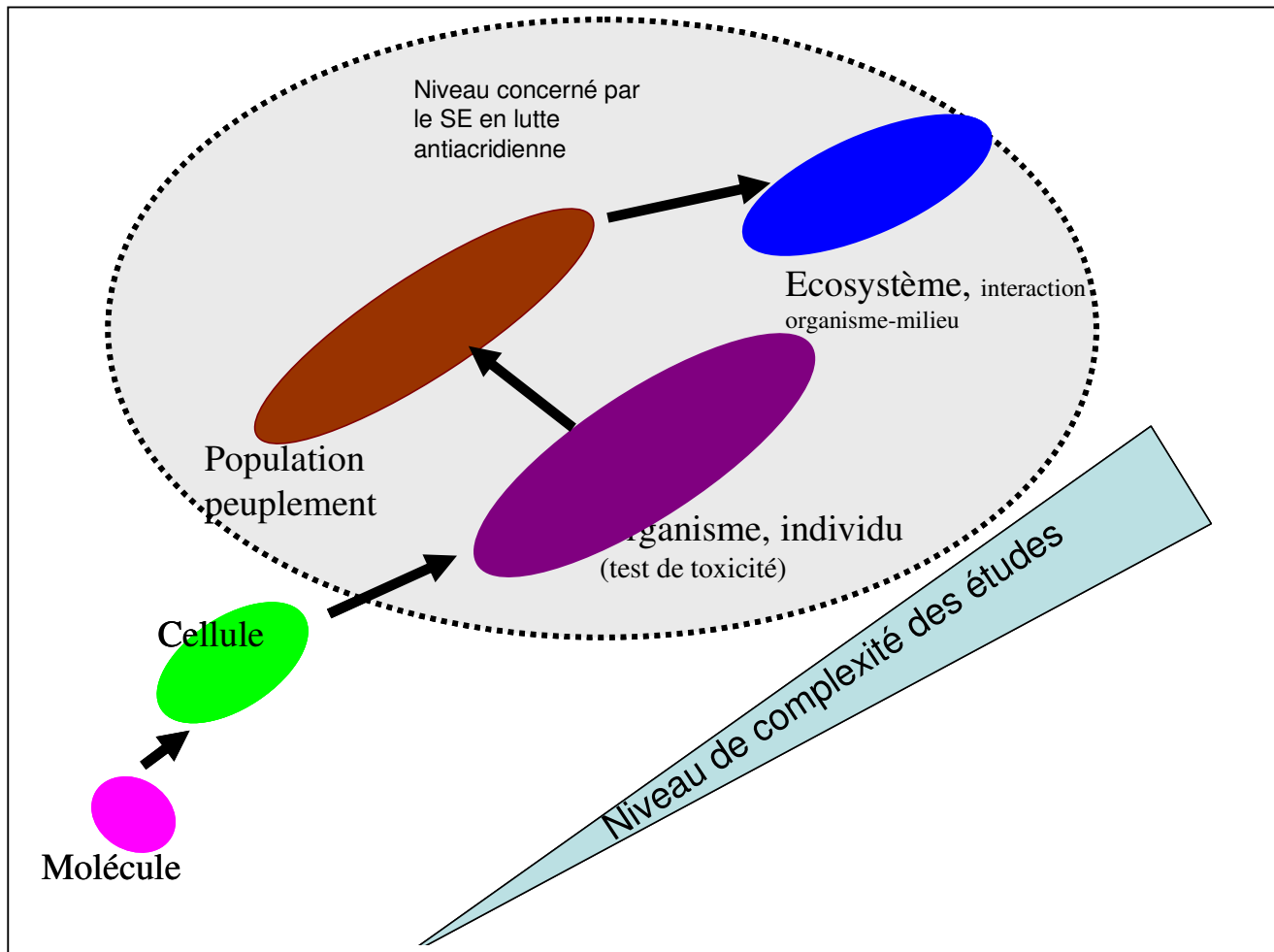


Figure 7 : Niveau d'organisation de la biocénose au niveau des écosystèmes.

4.3.2.1. Les organismes inféodés en milieu aquatiques

Il est certain que les milieux aquatiques ne sont jamais ciblés intentionnellement durant les luttes contre les criquets et les sauteriaux. Cependant, lorsque les applications sont effectuées au voisinage des masses d'eau, la contamination peut avoir lieu sous plusieurs formes. Les plus grandes étendues d'eau telles que les lacs, les fleuves, les plaines inondées et les estuaires pourraient être exposées à la dérive sous le vent. Dans les endroits où abondent des parcelles de petites étendues d'eau telles que des marais, des systèmes d'irrigation et de petites mares, les opérations de grande envergure ne sauraient distinguer endroits secs et humides de la zone ciblée. Il y a risque de dépôt direct, particulièrement durant l'hivernage quand les petites

mares temporaires sont abondantes dans la savane ou les zones de culture traitées par voie aérienne.

Les mares temporaires se rencontrent dans les dépressions et les endroits plats. L'eau y est abondante pendant et peu après l'hivernage. Ces habitats aquatiques attirent également un bon nombre d'animaux sauvages et sont caractérisés par des fluctuations importantes des paramètres environnementaux tels que la température, l'oxygène dissous, la conductivité, la dessiccation temporaire. Cette forte variation environnementale favorise une adaptation d'un groupe faunique particulier. Ainsi on retrouve un groupe taxonomique représenté par un nombre limité d'espèces, ce qui les rend très vulnérables aux pesticides utilisés en traitements antiacridiens.

Les mares hébergent une riche communauté d'invertébrés aquatiques constituée de crustacés et d'insectes. Chaque groupe d'organismes a développé sa propre stratégie pour faire face au caractère temporaire des mares et aux variations rapides des conditions.

Les recherches aquatiques ont été focalisées dans un premier lieu sur les invertébrés aquatiques. Ce groupe est particulièrement sensible aux insecticides et a aussi l'avantage d'être facile à étudier. Parmi ces invertébrés on trouve les macrocrustacés (décapodes et phyllopoies), les microcrustacés ou zooplancton (cladocères, copépodes et ostracodes), et les insectes aquatiques et semi-aquatiques (notamment les hémiptères, les coléoptères, les éphéméroptères, les diptères et les odonates). Le choix des invertébrés comme groupe indicateurs est également dû au fait qu'ils constituent une source d'alimentation pour les vertébrés (semi)aquatiques comme les oiseaux et les poissons et que certains d'entre eux contribuent à la régularisation des populations des algues (les poissons).

Les Branchiopodes anostracés : ex (Streptocephalus spp.

Les **Anostracés** sont semblables aux crevettes, dont la plus connue et le plus commun est *Streptocephalus* spp. (Branchiopoda, Anostraca). Le *Streptocephalus* spp. est constitué principalement de *Streptocephalus sudanicus*. (*S. zentneri* existe en petit nombre également). Ils sont très nombreux dans les mares et constituent la

principale biomasse de ces zones. Elles nagent sur le dos. Elles sont univoltines (une génération par an)

Les **Cladocères** sont aussi appelées les puces d'eau, dont la plus connue, la Daphnie. Ce groupe rassemble des animaux présentant une coquille bivalve ne recouvrant pas la totalité du corps libérant la tête qui est « libre » (ce qui les différencie des " Conchostracés " qui n'ont pas la tête libre). Leur segmentation est réduite et les appendices foliacés. ex : *Moinodaphnia* sp. *Moina* sp. *Ceriodaphnia* sp. *Diaphnosoma* sp.)

Les **Copepodes** ex : *Thermocyclops decipiens* *Tropidaptomus banforanus* *Mesocyclops kieferi* *Paradiaptomus rex*

Les **Copépodes** composent la plus grande partie du zooplancton permanent (holoplancton). Espèce parasite, les copépodes sont de petits crustacés possédant une carapace transparente bivalve... et un œil unique. Ils se nourrissent de phytoplancton, de bactéries et de matière organique. Elles se déplacent par saccades, à l'aide de leurs antennes, d'où leur surnom de «puces d'eau». La reproduction se déroule par parthénogenèse dès l'âge de 11 jours, tous les 3 ou 4 jours... et chaque fois entre 3 et 25 petites daphnies femelles. Dans des conditions défavorables, elles donnent naissance à deux œufs de résistance.

Les **Ostracoda** *Cypridae* (*Strandesia evae* *Heterocypris symmetrica*)

Les **Ostracoda** Petits animaux planctoniques dont le corps est recouvert d'une carapace bivalve.

Les **conchostracés** du grec, " konké " = coquille) : le corps, comprimé latéralement, est, en effet, totalement enveloppé, tête comprise, dans une carapace, en forme de coquille bivalve (alors que, chez les Cladocères, la tête reste libre...) ; la présence fréquente de stries concentriques, en rapport avec la croissance, permet aussi de les distinguer des Ostracodes.

Les **Hemipteres** : *Notonectidae* (*Anisops jacjewskii*, *Anisops debilis perplexa* et *Anisops sardeus* *Anisops* spp. Larvae) *Corixidae* (*Agraptacorixa senegalensis* A. *senegalensis* larvae *Micronecta* sp) et autres hémiptères (*Neucoridae*, *Gerridae*, *Nepidae*, *Belostomidae*)

Le groupe des anisops : Ce sont des hémiptères notonectidae. Elles nagent également sur le dos. Très abondants dans les mares et sont des prédateurs. Elles constituent

une la principale biomasse de ces point d'eau surtout en, fin de saison des pluies. Elles sont dotés des ailes et sont donc capables de voler d'un point d'eau à un autre.

Coleoptera Les petits Coléoptères représentent tous les Coléoptères dont la taille est inférieure à 5 mm. Ils comportent les Dytiscidae, Hydrophilidae et probablement quelques Haliplidae. *Laccophilus taeniolatus*, *Canthydrus sp.*, *Berosus sp* Dytiscidae (*Eretes sticticus E. sticticus larvae*) et autres coléoptères (Gyrinidae, Dytiscidae, Hydrophilidae, Elateridae) ainsi que différents petits coléoptères (<5 mm).

Les Odonata Lestidae larvae(Lestidae, Libellulidae, Aeshinidae)

Les Diptera Chironomidae larvae

Les éphéméroptères (Caenidea, Baetidae)

Lahr et al, 1998, ont étudié la succession des peuplements dans les mares au cours d'une saison des pluies en zone sahélienne :

Stade 1 : colonisation et dominance par es crustacés (juin-juillet). Ce groupe dispose souvent d'œufs dormant ou diapause pendant la saison sèche et le cycle biologique reprend dès les premières pluies.

Stade 2 : dominance des crustacées (août - octobre) avec apparition de macroinvertébrés avec une dominance de *Streptocéphalus* et *Anisops*

Stade 3 : disparition de *Streptocephalus* Novembre- décembre, avec une augmentation de densité des Ostracodes et d'adultes d'Anisops

Stade 4 : dessiccation (janvier) augmentation de densité de coléoptère ; disparition de Anisops.

4.2.4.2. 2. Les organismes inféodés en milieu terrestre

Ces groupes d'insectes qui, pour la plupart, sont fousseurs à un stade de leur cycle biologique, jouent un rôle important dans l'évolution des sols des savanes.

Les **fourmis** et les **termites** qui ont des habitats souterrains assurent la remontée de sol néogène, l'enrichissement des horizons de surface en éléments minéraux et une minéralisation de la matière organique. Cette redistribution des éléments minéraux

contribue au remodelage des structures de la végétation. Par leur système de galeries liées à l'habitat et leur mode de récolte, ils assurent la bioturbation et l'aération des sols.

Les **pollinisateurs** (Hyménoptère, Apidae) ont aussi un rôle écologique important. Ils interviennent dans le cycle de reproduction de plusieurs plantes assurant le transfert de pollen.

Les vertébrés, principalement les lézards et les oiseaux jouent un rôle important dans le fonctionnement des écosystèmes, étant un maillon important dans la chaîne alimentaire.

Les **ennemis naturels** : leurs rôles consistent à réguler la population des ravageurs dans les systèmes écologiques. Il s'agit de Coléoptères Ténébrionidae dont les larves attaquent les œufs d'acridien. Les Hyménoptères parasitoïdes (Braconidae) dont le développement larvaire s'effectue sur l'hôte.



Fourmi



termite



Coléoptère, Tenebrionidae



Pollinisateurs (Hyménoptère, Apidae)

Figure 8 : organismes non cibles inféodés en milieu terrestre (photo, CERES-Locustox, 2005).

4.3.2.2. L'évaluation des impacts sur les organismes non cibles

Au cours de la lutte contre le criquet pèlerin, les superficies traitées sont celles qui présentent d'importantes activités biologiques. La faune non ciblée présente alors des risques d'exposition aux pesticides qui sont le plus souvent peu sélectif. Chez les **Hommes**, les manipulateurs les personnes exposés au cours des traitements et les consommateurs des produits contaminés présentent plus de risques de contamination. Au cours des campagnes de lutte antiacridienne, seul le niveau d'exposition aux pesticides organophosphorés et les carbamates peut être évalué. Ils disposent de biomarqueur (AChE) quantifiable. Les autres groupes de pesticides comme les pyréthrinoïdes ne disposent pas encore de biomarqueurs mesurables qui peuvent être utilisés sur le terrain. Les recherches pour le développement de méthodes d'identification et de quantification de biomarqueur sont en cours. L'exposition **du bétail** peut survenir d'une exposition directe au cours des traitements ou à travers la consommation de fourrage contaminé. Il faut alors déterminer les délais de réentrée des zones traitées afin de minimiser les risques. Gadji (1993) a trouvé que les résidus de fénitrothion et de diflubenzuron ne sont plus présents dans le fourrage au bout de 15 jours après traitement. La faune aquatique est souvent contaminée bien que les points d'eau ne soient pas directement visés par les traitements antiacridiens. Les groupes les plus sensibles sont constitués par les invertébrés (crustacés et insectes). Les traitements expérimentaux réalisés par le projet Locuste ont permis d'analyser les risques (tableau 7) et permis de disposer d'informations sur le fonctionnement des milieux aquatiques : mares temporaires, eaux stagnantes pérenne, cours d'eau. Les **oiseaux** peuvent s'intoxiquer en se nourrissant d'insectes handicapés qui deviennent des proies faciles ou morts à l'issue d'un traitement. Cependant les mortalités se limitent souvent à des individus sans un impact réel sur les populations. Il faut cependant éviter d'effectuer des traitements qui sont persistant et qui puissent provoquer la mortalité à la fois d'un nombre important d'individus. Malgré le rôle de premier plan que jouent les **reptiles** dans les écosystèmes, peu d'études mettent en exergue un impact négatif des pesticides sur survie dans les zones traitées. Il a été reporté que certaines espèces comme *Acanthodatylus dumerili* est sensible au chlproprifos et au fipronil. Les empoisonnements sont dus à la nourriture contaminée constituent un facteur de risque non négligeable. Les **invertébrés terrestres** sont

exposés au cours des traitements parce que les pesticides utilisés ne sont pas sélectifs. Les groupes fonctionnels que sont les pollinisateurs, les ennemis naturels, la faune du sol peuvent être sérieusement affectés. Des études ont montré que le malathion peut affecter les abeilles (Keith, 1992), de même que le chlorpyrifos (van der Valk, 1990). Les effets secondaires sur la faune du sol ont été observés avec plusieurs pesticides (tableau 4).

Tableau 4 : danger relatif aux pesticides étudiés par la FAO pour les organismes non cibles

Groupe ou espèces non cibles	Fenitrothion	Chlorpyrifos	bendiocarbe	deltamethrine	diflubenzuron
Oiseaux	+	+			-
Poissons	-	+, +			
Invertébrés aquatiques					
Zooplankton					
- Cladocera	++	+	++	++	++
- Copepoda	-	-	-	-	-
- Ostracoda	-	-	-	-	-
Macrocrustacés					
- Anostracea	-		-		
- Decapode (crevette)	++	++		++	++
Hémiptera					
- Notonectidae	++	++	-	++	-
- Corixidae	++	+	-	++	-
- Gerridae	++	++	+	+	-
Coleoptera					
- Dyticidae	++	++	-	++	-
- Hydrophilidae	++		+	++	-
Odonates					
- larves	+		+	+	
Diptera					
- chironomidae (larve)	-	+			-
Invertébrés terrestres					
Coleoptera					
- Tenebrionidae	++	-	+	-	-
- Carabidae	-	+			+
- Coccinellidae	++	+	++	++	
Hymenoptera					
- Braconidae	++	+	+	++	++
- Ichneumoidae	+	-		++	++
- Sphecidae	+	-			+
Diptères utiles	+	-			+
Termites	+		-	-	-

+ = effet observés/peu toxique ; ++ = effet important observé/très toxique
 - = pas effets observés/non toxique ; blanc = pas d'observation (données des projets
 ECLO :RAF :001/NET, ECLO/SEN/003/NET, GCP/SEN/041/NET)

Analyse écotoxicologique des pesticides utilisés en lutte contre le criquet pèlerin

4.4. Etudes de cas : Analyse écotoxicologique de deux zones touchées par le péril acridien : Niayes et zone sylvopastorale

4.4.1. La Méthodologie

La collecte des informations sur les traitements, leurs positions géographiques et les quantités et types de pesticides a été effectuée à partir des fiches de traitement de juillet à septembre dans différentes localités du pays. Il s'agit de données sur les traitements terrestres effectués par des véhicules et des traitements aériens. L'analyse de ces données ont permis de faire un certains nombre d'observations sur la qualité des traitements effectués et sur les risques de contamination de l'environnement.

La recherche bibliographique s'inscrit dans le cadre d'une recherche d'informations de base qui nous permettent de mieux comprendre quelques concepts d'écotoxicologie (la toxicologie, le devenir environnemental des pesticides, impact sur la faune auxiliaire). Elle a été réalisée à partir de la base de données de CERES-LOCUSTOX avec l'exploitation de la collection de rapports du Projet LOCUSTOX sur les effets de la lutte Anti-acridienne sur l'Environnement et sur Internet pour ce qui est du complément d'information sur certains pesticides.

4.4.2. Les entretiens

Pour compléter cette recherche bibliographique, nous avons eu des entretiens avec des personnes ressources au niveau des bases et des techniciens au niveau des Directions Régionales du Développement Rural et des Services Départementaux du Développement Rural (SDDR) pour plus de données relatives aux traitements et au suivi du niveau d'exposition des équipes opérationnelles.

4.4.3. Le dépouillement

Les fiches de traitement ont permis de constituer un fichier reprenant les principales caractéristiques de la quasi-totalité des opérations de lutte menées contre les criquets pèlerins dans les deux zones écogéographiques durant la campagne de 2004.

Les distributions spatiales des traitements ont été analysées grâce à un Logiciel MAPINFO. Cette analyse permet de mentionner les superpositions des traitements qui peuvent avoir des effets négatifs sur l'environnement. Cependant certaines matières actives n'ont pu être mentionnées par manque de coordonnées.

4.4.4. Les pesticides utilisés

Au cours de la campagne de lutte contre le criquet pèlerin, 565 666 litres de produit UL, 11 761 litres EC et 71 Tonnes de DP ont été utilisés pour traiter une superficie de 765.987 ha a été effectivement traitée au 25/03/05, soit 52,6 % des superficies infestées (DPV, 2005).

Il est à préciser que toutes les fiches de traitement n'ont pu être incluses dans ce fichier. En effet, seules les opérations contre le criquet pèlerin ont été analysées à l'exclusion des autres traitements. De plus, certaines fiches n'ont pu être retenues pour cette étude car, soit elles étaient incomplètes, soit elles mentionnaient des valeurs correspondantes manifestement à un ensemble d'opérations.

Les données qui ont été analysées portent sur les fiches de relevés des mois d'août e septembre 2004. Ces deux mois ont connu d'intenses activités de traitement d'une part et d'autre part elles sont les seules disponibles. Les données de traitement disponibles ont révélé l'utilisation de pesticides non homologués pour la lutte antiacridienne par le CSP ni par la cellule de suivi environnemental.

Pour les pesticides autorisés, les pesticides de formulation UL représentent 74 %, les formulations poudre 25 % et la formulation CE 1 % (figure 9).

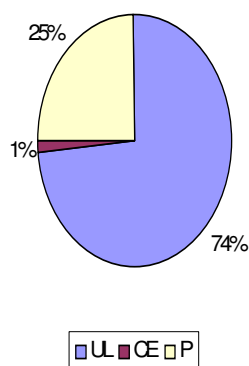


Figure 9 : les proportions des différentes formulations de pesticides utilisés au cours de la lutte antiacridienne de la campagne 2004-2005.

Le chlorpyrifos éthyle 225 a été la principale matière active utilisée avec près de 14 000L pour le mois de Septembre. Cette quantité a été principalement utilisé pur les traitements aériens de grandes superficies dans les régions de Louga (département de Linguère) et la région de Saint Louis (département de Podor et Dagana) pour des superficies de 400 à 800 ha dépassant 1000 ha Ce type de formulation est aussi utilisé par les véhicule pour des superficies inférieur à 1000 ha. La Cyhalothrine a été utilisé pour des traitement de petite superficie (moins de 200 ha) dans les régions de Dakar (Département de Rufisque) et Saint Louis (Département de Dagana).

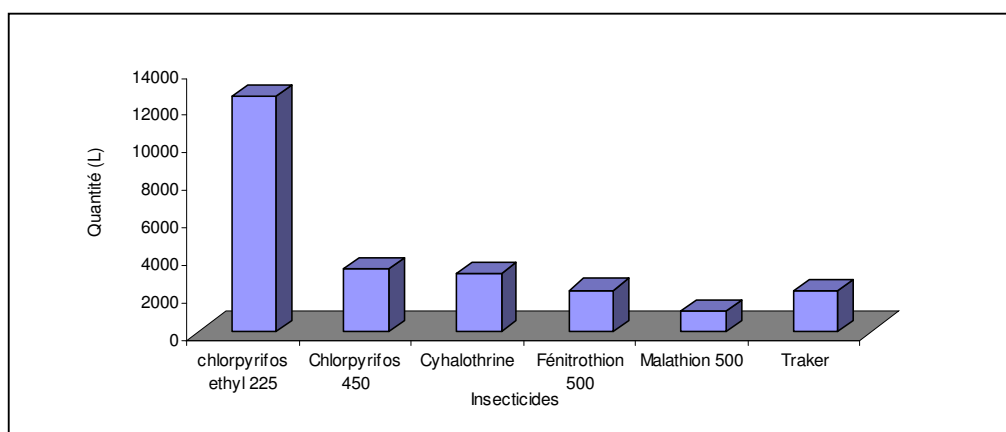


Figure 10 : Quantité et type de pesticides UL utilisés en lutte antiacridienne août et septembre 2004 (source DPV).

Le fenitrothion avec la formulation Fénicol 500 a été utilisé au niveau des régions de Tambacounda, et Matam avec des traitements par véhicule. La tralomethrine a été appliquée au niveau de la région de Louga. Le malathion a été appliqué principalement dans les à Linguère et Matam (Ouréfondé) et dans la région de Saint Louis. A Linguère le malathion a été associé avec du monocrotophos et parfois avec des pesticides appelé Agrisect Orga ou Beta, qui sont des pesticides non autorisés pour la lutte antiacridienne.

Les formulations en concentrés émulsifiables et les poudres ont été appliquées sur de petites superficies. La formulation sumithion 3 % (P) ; Dursban 180% (CE) ont été les plus utilisés.

Des insecticides non autorisés pour la lutte antiacridienne ont été intensément utilisés dans les régions de Dakar et Louga. Ces pesticides sont souvent associés avec des pesticides homologués pour le traitement d'une même superficie. Des juillet à septembre, le monocrotophos a été utilisés 40 fois en application seul ou associé avec des produits UL ou CE. Agrisec orga ou delta est souvent associé avec du malathion (tableau 10).

Tableau 5 : Nombre d'application de pesticides non autorisés dans les régions de Dakar et Louga au cours du mois de septembre 2004.

Pesticides	Nombre d'application
Monocrotophos	40
Agrisec orga et delta	27
Serpamonochrotophos	6
pyrimiphos	2

4.4.5.- Distribution spatiale des traitements

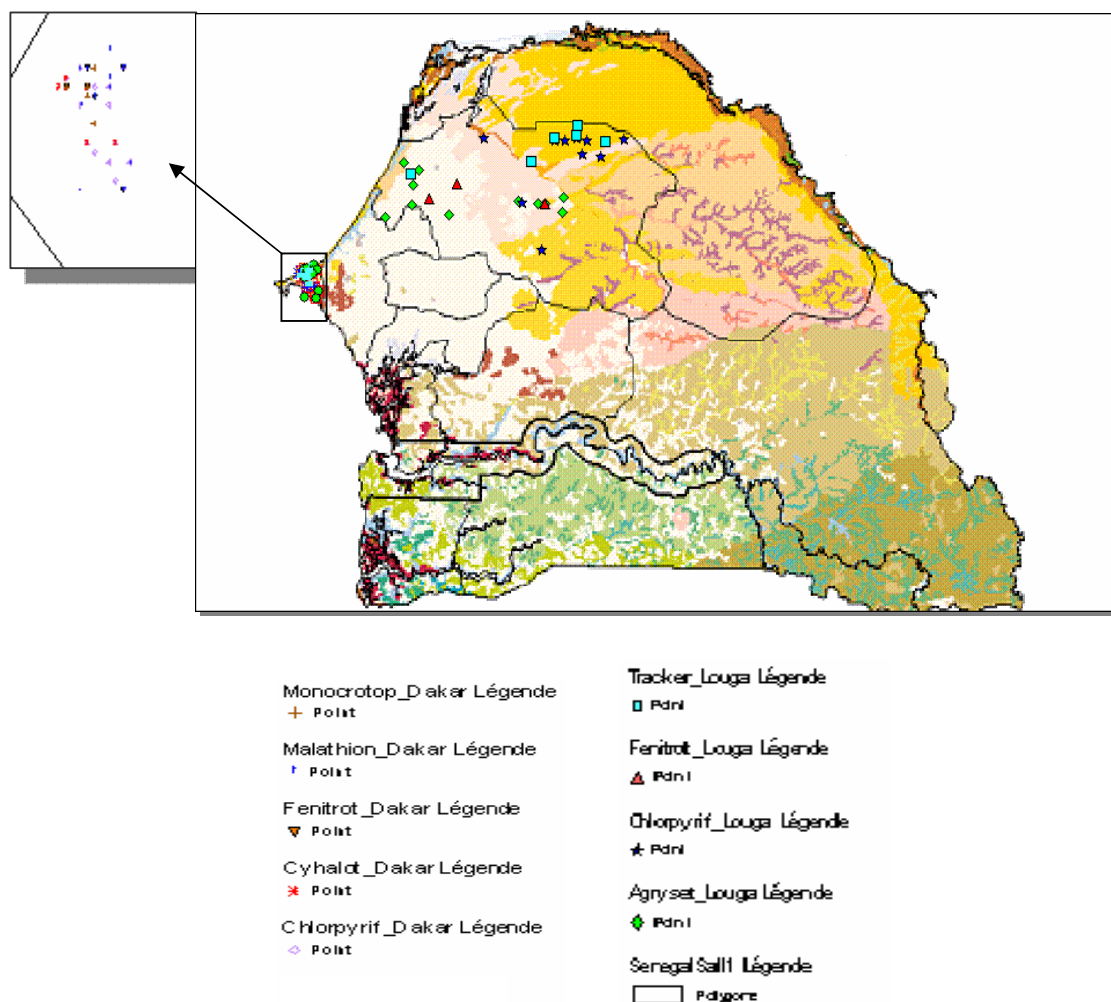


Figure 11: Cartographie des traitements effectués dans les Niayes et en zone sylvopastorale

La cartographie des zones traitées dans les Niayes et en zone sylvopastorale montre une réelle superposition des points (figure 11). Ceci traduit un traitement multiple d'une même zone et parfois avec différents types de pesticides par la formulation et/ou par les matières actives.

Dans la région de Louga, on note une superposition des traitements avec le tracker, le chlorpyrifos, le fénitrothion et l'agrisect orga et delta (figure 11). D'autres produits ont été utilisés tel que le propoxur, etc. mais par manque de coordonnées de traitements ces produits n'ont pu être matérialisés. L'agrisect orga et delta, non autorisés par la CNLA, ont été utilisés dans tous les écosystèmes de la région.

Compte tenu de l'importance du lac dans l'approvisionnement en eau de Dakar, ces opérations peuvent augmenter les risques des pesticides sur la santé des populations et sur le fonctionnement de cet écosystème aquatique. Les traitements répétés au niveau des zones dégradées comme celles du Ferlo avec le chlorpyrifos, le fenitrothion et les autres pesticides recommandés en lutte antiacridienne permettent un surdosage des produits et par conséquent leur plus longue présence dans ces écosystèmes. Les risques d'exposition de la faune non cible sont ainsi augmentés. En Mauritanie, ces traitements multiples avec le chlorpyrifos ont provoqué une importante mortalité de *Pimelia senegalensis* (CERES-Locustox, 2005).

La qualité des traitements

Les données qui ont été analysées sont celles collectées au cours des premiers mois d'invasion acridienne. Il s'agit de traitements contre les individus matures.

Tableau 6- Vérification des paramètres de traitements des pulvérisateurs montés sur véhicule. Vérification effectuée avant le traitement du 23 août 2004.

pesticide	Formulation	Dose d'application	Pourcentage d'application avec les dose indiquées			
			1 L/ha	> 1L/ha	0,5 L/ha	<0,5 L/ha
Chlorpyrifos	ULV	1 l/ha	14,47	7,8	69,73	7,8

Au cours des traitements, une analyse des données issues des traitements effectués entre août et septembre vise à apprécier la qualité des traitements par rapport aux recommandations de la FAO pour les traitements avec les ULV. Le rapport entre les superficies traités et les quantités de pesticides utilisés a montré que 69,73 % des traitements ont été effectués avec une dose de 0,5 L/ha et 7,8 % ont été inférieurs à 0,5 L/ha. Ces résultats montrent que plus de 70 % des traitements ont été réalisés avec un sous dosage. Un constat de surdosage a été aussi constaté dans 7,8% des traitements effectués avec chlorpyrifos. Ces deux aspects relatifs à la qualité du traitement sont déterminants pour les effets des pesticides sur l'environnement et pour l'efficacité des pesticides sur les cibles.

4.4. 6- Les traitements effectués dans les Niayes

Les matières actives utilisées dans la région de Dakar, appartiennent à deux familles chimiques : les Organophosphorés (chlorpyriphos éthyl, fénitrothion, malathion, monocrotophos et pyrimiphos) et les Pyréthrinoïdes de synthèse (cyhalothrine, cyperméthrine, deltaméthrine et tralométhrine). Globalement, 80% des superficies traitées (11674 ha) ont reçu des organophosphorés avec 82% des quantités épandues (11091.5 litres) contre 18% pour les pyréthrinoïdes (figure 12).

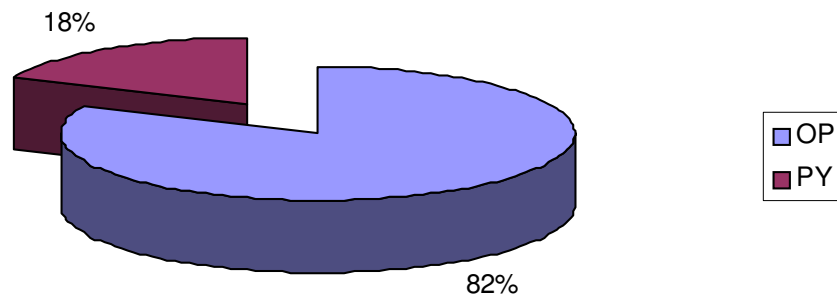


Figure 12: Quantité de pesticides utilisée par superficie traitée et par famille chimique : OP = organophosphorés, PY = pyréthrinoïdes de synthèse

Parmi les organophosphorés, le malathion est le plus utilisé environ 52% des superficies traitées suivi du chlorpyriphos éthyl et du fénitrothion respectivement 25% et 13,41%. Tout de même, le monocrotophos et le pyrimiphos deux matières actives non autorisées, dans la lutte antiacridienne par le CSP, et faisant l'objet d'une procédure d'Information et de Consentement Préalable sont utilisées à la hauteur de 10% des superficies traitées par les organophosphorés (tableau 7).

Parmi les Pyréthriinoïdes, le cyhalothrine est utilisé à la dose de 40 g/ha (double par rapport à la dose recommandée par la FAO (1992) sur 74% des superficies traitées par ce groupe soit sur une superficie de 1635 ha (tableau 4).

Tableau 7: Quantités et superficies traitées par matière active.

Famille chimique	Matière active dans les produits	Quantité de produit (L)	% quantité	Superficie traitée (ha)	% superficie
Organophosphorés	Chlorpyriphos	2192	23,94%	2367	25,04%
	Fénitrothion	1234	13,48%	1268	13,41%
	Malathion	4850	52,98%	4850	51,31%
	Monocrotophos	369	4,03%	696	7,36%
	Pyrimiphos	510	5,57%	272	2,88%
Total		9155		9453	
Pyréthriinoïdes de synthèse	Cyhalothrine	1597,5	82,49%	1635	73,62%
	Cyperméthrine	174	8,99%	331	14,90%
	Deltaméthrine	90	4,65%	180	8,10%
	Tralométhrine	75	3,87%	75	3,38%
Total		1936,5		2221	

Le rapport entre la quantité de produit et la superficie traitée montre que le produit à base du pyrimiphos a été utilisé à plus de un (1) litre par hectare contrairement à la recommandation de la FAO pour la lutte antiacridienne « quantité inférieure à un litre à l'hectare » (FAO, 1992).

Cependant, les matières actives ont été utilisées à plusieurs doses, inférieures toutes à la dose recommandée par la FAO (1992) pour la lutte anti-acridienne sauf la cyhalothrine à 40 g/ha.

Le traitement a été réalisé par trois groupes d'opérateurs: les Unités de protection des végétaux (UPV), l'Unité de la Base Militaire (BM) et l'Unité de Traitement Lybienne (UTLy). La quantité de pesticide utilisée, par les UPV composées par des agents qualifiés, représente 76,24% de la quantité totale utilisée dans la région de Dakar sur 75,25% des superficies traitées avec des pulvérisateurs montés sur véhicule. Ces UPV

n'ont utilisé que des pesticides de formulation UL. Les unités de traitement de la BM ont traité une superficie de 410 ha en tout par des pulvérisateurs portés à dos avec des pesticides en concentrées émulsionnables en dépit de leur faible qualification sur les techniques d'utilisation des pesticides. Ils ont traité principalement avec le chlorpyrifos, le fénitrothion et la deltaméthrine. Et l'UTLy a utilisé 22,09% des pesticides sur 20,99% des superficies avec divers types de matériels pulvérisateurs portés sur camions ou sur avion (ULva Mast et Micro Air). Ces derniers n'ont utilisé que le malathion (figure 13). Les poudres ne sont pas utilisées dans la région de Dakar.

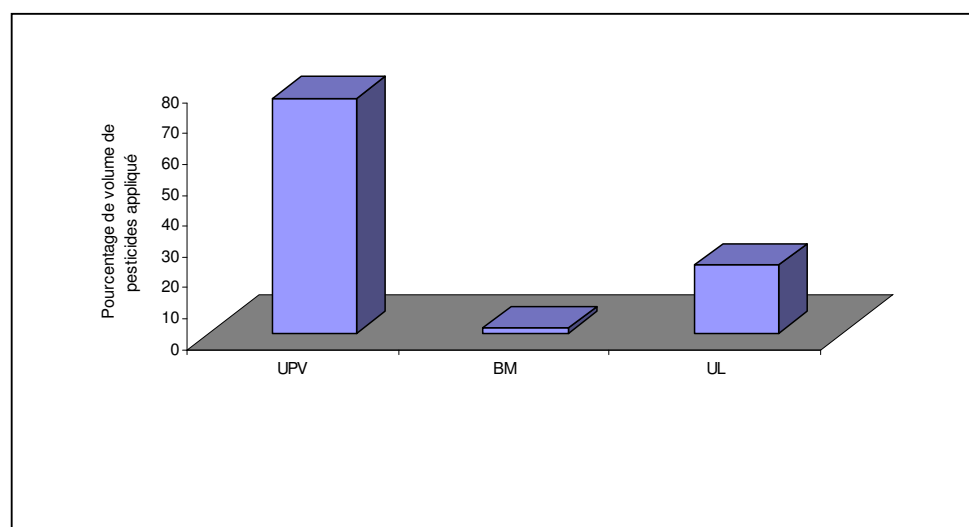


Figure 13 : Pourcentage de produit et de superficie traités par unité de traitement

La région de Dakar a reçu trois types de produits : les formulations simples à base d'une matière active d'un organophosphoré ou d'une pyréthriinoïde de synthèse et les formulations doubles notamment les composés binaires. Ces derniers, constitués par le Sherpamonocrotophos (mélange de Cyhalothrine 36 et du monocrotophos 200), sont utilisés à la hauteur de 42,25% des superficies traitées du mois de septembre (3870 ha) contre 2,43% pour le mois d'octobre (7398 ha). Les organophosphorés sont utilisés à la hauteur de 50,88% des superficies pour le mois de septembre et presque pour 96% pour le mois d'octobre. Les pyréthriinoïdes de synthèse sont utilisés à la hauteur de 6,87% pour le mois de septembre contre 2% pour le mois d'octobre (figure 12). En effet, la lutte a concerné, pour le mois de septembre, surtout les larves (L 4 et

L 5) contrairement au mois d'octobre qui n'a reçu presque que des organophosphorés contre des adultes jaunes et des jeunes ailés roses en vol.

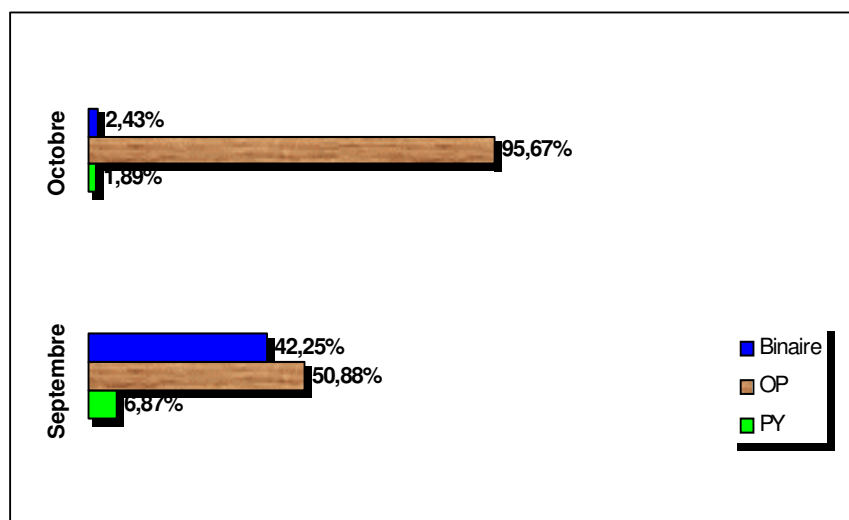


Figure 12 : Superficies traitées par type de pesticides chimiques durant les deux mois de traitement.

4.4.7. Les traitements effectués en zone sylvopastorale

Différents produits ont été utilisés dans la région de Louga pour lutter contre le criquet pèlerin (Tableau 8). Ces pesticides appartiennent à trois groupes chimiques : les organophosphorés (chlorpyriphos, fénitrothion et malathion), les carbamates (propoxur) et les pyréthriinoïdes (diméthoate, deltaméthrine et cyhalothrine). Parmi ces produits phytosanitaires beaucoup ne sont pas homologués pour la lutte anti-acridienne par le CSP tels que Agrisect orga (formulation composée de Diméthoate (250g/L) et du Fénitrothion (100g/L)) et Agrisect delta (formulation de Deltaméthrine (7,5g/L)).

Tableau 8: Différents types de produits utilisés et leurs quantités.

Désignation	Quantité
Chlorpyriphos éthyl (Dursban UL)	49600 litres
Fénitrothion 500 UL	7200 litres
Malathion 96% UL	8200 litres
Cyalon 4% UL	9500 litres
Malathion 50 UL	10000 litres
Chlorpyriphos éthyl (Dursban 480 EC)	3545 litres
Diméthoate 250 g/l – fénitrothion 100 g/l (Agrisecte Orga)	490 litres
Diméthoate 7.5 g/l (Agrisecte delta)	1080 litres
Fénitrothion 4% DP	2.5 tonnes
Fénitrothion 3% DP	76.1 tonnes
Propoxur 5% DP	5 tonnes

Les figures 13 montrent les quantités de pesticides utilisées par formulation. C'est ainsi que les poudres utilisées sont très élevées à la hauteur de 83,6 tonnes de même que les Ultra Low à la hauteur de 84.500 Litres de pesticides pulvérisés. Les Concentrées émulsionnables sont très faiblement utilisées avec 5.115 litres de pesticides (figure 13a).

Parmi les UL pulvérisés 11,24% sont représentés par les pyréthriinoïdes de synthèse entièrement constitués de cyhalothine contre 88,76% d'organophosphorés avec 58,7% représentés par le chlorpyriphos et les 30% par le fénitrothion et le malathion. Les DP sont constituées à 94% de fénitrothion et de 6% de carbamate à savoir le propoxur.

Les CE ne représentent que 5,7% des produits liquides avec 69,3% de chlorpyriphos et 30,7% de diméthoate (figure 13b).

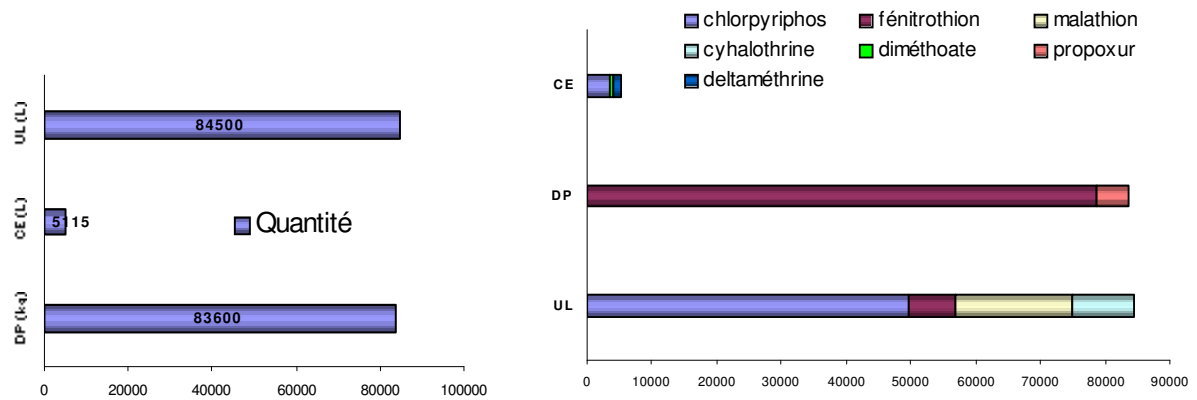


Figure13: Quantité de pesticide utilisée par formulation (a) et par matières actives (b)

Le département de Linguère, zone sylvopastorale, a reçu plus de traitement avec 66% des superficies traitées de la région de Louga dont 27% contre les larves et 73% contre des ailés.

Le département de Louga, qui s'étant dans la zone du Bassin arachidier et des Niayes, a reçu des traitements à la hauteur de 20% des superficies traitées de la région. Malgré le respect des traitements par rapport aux écosystèmes fragiles de la zone du lac de Guiers et du Ferlo (Dia, Com. Pers), les 53% représentent les traitements contre les larves.

Le département de Kébémér, zone du Bassin arachidier, a reçu moins de pesticides avec 14% des superficies traitées de la région dont 70,7% contre les ailés en dépit de l'étendue des terres cultivées (figure 14).

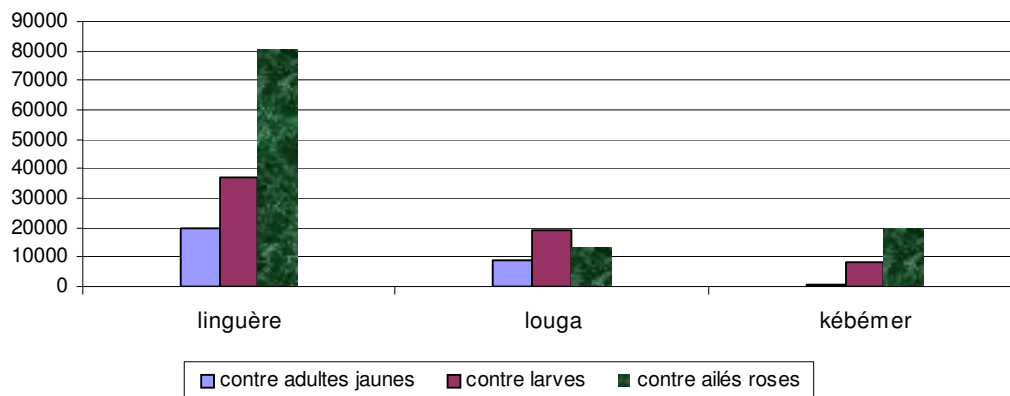


Figure 14: Traitements sur les différents stades de vie du criquet pèlerin dans les départements de Louga

4.4.8. Commentaires sur les pesticides antiacridiens

La majorité des produits utilisés dans la lutte anti-acridienne fait partie de la catégorie des produits à action létale de choc (Organophosphorés, Pyréthriinoïdes, Carbamates) c'est-à-dire que les effets significatifs sont atteints dans les vingt quatre heures qui suivent l'application.

En effet, la persistance d'un pesticide peut varier amplement en fonction de la concentration utilisée, de la fréquence d'utilisation, et des propriétés du sol (teneur en humus, activité biologique) (Ottow, 1985 ; Jäger, 1993). Donc les superpositions des traitements, sur un même milieu, matérialisées dans les cartographies pourraient augmenter la persistance des pesticides utilisés et donc les possibilités d'effets sur les non cibles. Il ne faut pas perdre de vue également que certains mélanges de produits de familles chimiques différentes peuvent présenter une certaine synergie d'action qui les rendrait plus dangereux pour la santé et pour l'environnement que les produits utilisés séparément (Thiam, 1991).

Cependant, l'ensoleillement permanent, la structure sableuse et l'humidité relative de la zone peuvent influencer sur la vitesse de dégradation des produits. Dans les régions de Louga et Dakar, les pesticides utilisés dans ces conditions pourraient connaître une

rapide dégradation des produits, donc réduction des risques par rapport aux espèces non visées.

L'utilisation des pesticides non homologués ou non autorisés dans la lutte anti-acridienne ne peut rester sans danger sur les écosystèmes de la zone des Niayes et du Ferlo. Le monocrotophos et le pyrimiphos utilisés dans la région de Dakar présentent une toxicité moyenne pour les poissons et une forte toxicité pour les invertébrés aquatiques et très dangereux pour les abeilles. Chez les mammifères, les métabolites primaires du monocrotophos sont entre autres le N-desméthyl monocrotophos plus toxique que le monocrotophos (FAO & PNUE, 1997). Sa persistance d'action est inférieure à 7 jours dans un sol exposé à la lumière solaire (Tomlin, 1994; PNUE & FAO, 1997). Le danger potentiel de l'utilisation de ce produit réside donc dans la superposition des traitements car l'ingestion de 120 mg de monocrotophos peut être fatale (PISSC, 1993). Compte tenu de la forte toxicité du monocrotophos, l'emploi de ce produit ne devrait pas être envisagé pour des pulvérisations manuelles à ultra bas volume (PISSC, 1993), ce qui a fort bien était respecté car utilisé par des professionnels de la Protection des Végétaux.

Dans la région de Louga, une grande utilisation de l'Agrisect Orga et Delta a été constatée car certains produits sont reçus directement par les cellules d'interventions et ont échappé au contrôle de la Cellule de Contrôle et Suivi Environnemental. Non homologués, ces pesticides présentent un danger potentiel surtout dans les écosystèmes fragiles du lac de Guiers et du Ferlo.

Certaines pyréthriinoïdes apparaissent comme de très bons acridicides. Elles sont très toxiques pour le criquet pèlerin à très faible dose (12,5 g de matière active par hectare pour la Deltaméthrine et 20 g de matière active par hectare pour la cyhalothrine), et présentent une faible toxicité pour les vertébrés non aquatiques (figure 14). Toutefois, utilisées à de fortes doses, ces pesticides auraient engendré des effets sur les groupes non cibles (FAO, 1992).

La cyhalothrine utilisée à de fortes doses est extrêmement toxique pour les abeilles et les invertébrés aquatiques. De récentes observations ont non seulement démontré l'inefficacité du surdosage mais aussi prouvé que la réduction des doses préconisées peut donner des résultats acceptables (Everts, 1991).

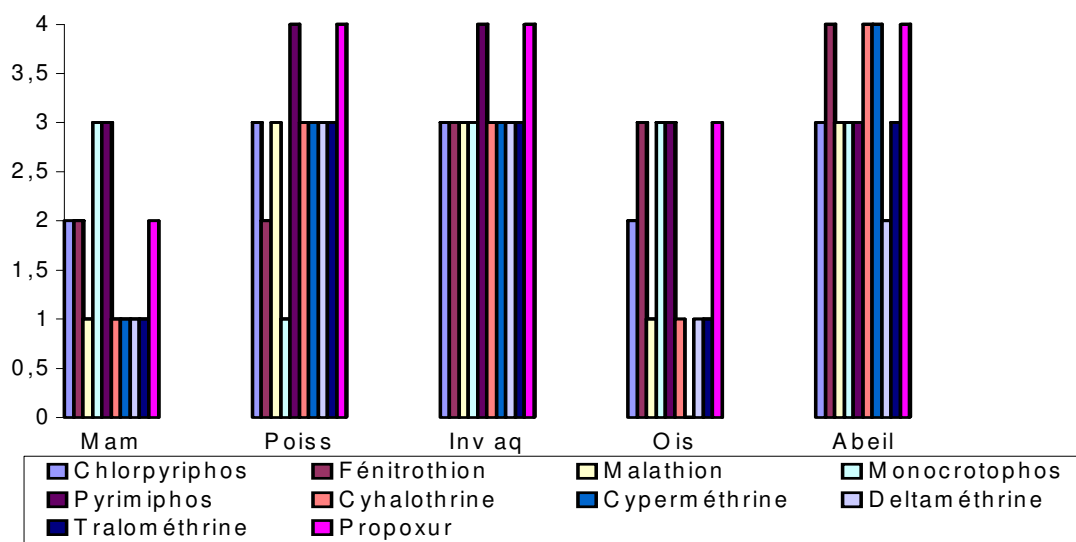


Figure 15: Classification des risques des pesticides anti-acridiens sur les non cibles.

0= pas de risque, 1= peu de risque, 2= risque modéré, 3= risque élevé, 4= risque extrêmement élevé.

Les eaux de surface ont été toujours épargnées dans les zones traitées de la région de Louga malgré l'intensité de l'invasion. Toutefois, lors de l'épandage par avion, les populations Cependant les pyréthriinoïdes de synthèse marquent incontestablement un progrès en comparaison aux organophosphorés (figure 15) sur les risques par rapport aux non cibles.

Malgré son efficacité relativement faible contre le criquet pèlerin, le malathion a été très utilisé cette année, sans doute à cause de sa faible toxicité pour les mammifères et les oiseaux. Il n'en reste pas moins un produit à très large spectre d'action, et, vu les doses d'emploi très élevées (dose de matière active 1000 g/ha) nécessaires pour tuer le criquet pèlerin, il vaut mieux lui préférer le fénitrothion.

Le fénitrothion (dose de m.a. recommandée 500 g/ha contre les ailés et 300 contre les jeunes larves, (FAO, 1992) est un très bon acridicide contre les larves et les ailés, car il combine une très bonne action de contact et un bon effet par ingestion à une persistance d'action de quelques jours. En outre sa toxicité à l'égard des mammifères et des oiseaux reste modérée aux doses préconisées contre les locustes. A des doses élevées, il est avicide et phytotoxique (Rachadi, 1991).

Le chlorpyrifos-éthyl, (dose de m.a. recommandée 240 g/ha, teneur 240 g/l contre les ailés et 450 contre les larves (FAO, 1992) ; dose utilisée inférieure à 240 g/ha), est un très bon acridicide contre les ailés. Il est relativement moins bon contre les larves avec de telle dose. Sa toxicité modérée pour les mammifères et les oiseaux en fait une alternative au fénitrothion. Cependant, Van Der Valk (1990) cité dans Diallo (2000) a trouvé une réduction de 70% chez les abeilles de la famille des Halictidae après un traitement expérimental avec le chlorpyrifos appliqué à la dose recommandée. Donc même à la dose inférieure à celle recommandée, les effets peuvent être ressentis éphémères ou faiblement migrantes des points d'eau isolés ou des formations broussailleuses qui sont menacées d'extinction au niveau local (Everts, 1991). Le problème se pose de façon plus accrue avec l'emploi de gros avions vaporisateurs. Les Turbos Thrush ont une capacité de vaporisation de 5 000 hectares par vol, et les Hercules C130 peuvent traiter des ensembles de 10 000 hectares, tous ont été utilisés dans cette campagne de lutte. Les vaporisations de telles surfaces limitent forcément leur précision, canaux et fleuves ne sont pas toujours épargnés et l'épandage déborde régulièrement sur des habitations.

Les criquets ne sont pas les seules victimes de l'utilisation de pesticides à aussi grande échelle. Les vaporisateurs de la Base Militaire sont formés aux consignes de sécurité. Mais il y a toujours un risque d'accidents liés à une intoxication par inhalation ou ingestion indirecte suite à une mauvaise application ou à un matériel défectueux.

L'armée ne déplorait, début octobre, aucun cas d'intoxication (CERES-LOCUSTOX, 2005). Mais seul le personnel de vaporisation est suivi, et non pas les habitants susceptibles d'être contaminés. L'impact en terme de santé publique n'est donc pas véritablement mesuré, car les fûts contenant les pesticides ne sont pas

systematiquement enlevés et détruits afin d'assurer que les populations ne les réutilisent.

Le non respect du délai d'attente après les traitements pourrait constituer également un facteur de risque pour les animaux. Le département de Linguère étant une zone sylvopastorale, a par ailleurs reçu plus de traitement et de façon répétées. Le déficit de pâturage dans cette zone pourrait entraîner une absence totale du délai et par conséquent une augmentation du risque d'effets sur ces animaux.

4.5. RECOMMANDATIONS

La lutte chimique continuera d'être un élément important dans les campagnes de lutttes contre le criquet pèlerin. Il faut cependant que les pesticides utilisés à cette fin soient non seulement performants mais aussi compatibles avec les autres éléments vivants dans l'environnement. Il faut reconnaître, en matière de lutte chimique contre les acridiens, qu'un effort important a été fait dans le choix des pesticides. La communauté internationale a joué un rôle essentiel à cet égard. Des efforts importants ont été également consentis en matière de législation des pesticides et d'information des applicateurs et des paysans sur les dangers liés aux pesticides ainsi que sur les mesures à prendre pour leur utilisation sans danger. Cependant, il y a toujours une possibilité d'améliorer, certaines recommandations vont être faites afin de minimiser les risques des pesticides sur la santé humaine et sur l'environnement :

- ☛ La durée de la formation ou du recyclage du personnel, impliqué dans les opérations de lutte, est suffisante pour la compréhension du mécanisme de lutte antiacridienne. Cette formation peut faciliter respect des normes d'utilisation des pesticides et par conséquent accroître l'efficacité des traitements et une réduction des risques d'exposition des applicateurs et des populations aux pesticides....
- ☛ La connaissance des propriétés des pesticides et des paramètres du milieu est d'une grande importance ; elle permet de faire un choix judicieux de pesticides pour un traitement d'un écosystème donné sans trop de risques sur les organismes qui y sont inféodés.
- ☛ La mise en place d'une base de données fiable permet de disposer de bonnes statistiques. L'analyse de ces données permet d'avoir une bonne lisibilité des interactions des facteurs environnementaux et effets des insecticides.
- ☛ La mise en œuvre des activités des équipes de contrôle de qualité des traitements doit être effective en période de lutte antiacridienne afin d'accompagner les unités opérationnelles et de veiller au respect des normes de traitement, de la

disponibilité et de l'utilisation des équipements de protection individuelle, de la gestion des emballages vides. Ainsi, tous les facteurs qui peuvent réduire les risques d'exposition aux pesticides sont maîtrisés.

5. TOXICOVIGILANCE : NIVEAU DE BASE AChE DU PERSONNEL DE LA DIRECTION DE LA PROTECTION DES VEGETAUX

Au cours de la campagne agricole 2004/2005, les pays du Sahel ont mené une lutte d'envergure contre le criquet pèlerin. Cette invasion acridienne a encore démontré, de par son ampleur, la capacité de ce ravageur à menacer la sécurité alimentaire dans les pays dont l'économie est largement tributaire de l'agriculture. Ainsi, de grandes quantités de pesticides ont été utilisées, ce qui peut engendrer des effets négatifs sur la santé humaine, animale et sur l'environnement. Dans ce lot de pesticides, figurent en grande partie les organophosphorés et les carbamates, véritables inhibiteurs de cholinestérase. C'est pourquoi le suivi du niveau d'exposition à certains pesticides, par l'analyse de l'activité cholinestérasique de toutes les personnes impliquées dans les opérations de traitement antiacridien, s'impose.

La cholinestérase est une enzyme qui est impliquée dans les mécanismes de transmission de l'influx nerveux à travers l'organisme. Elle permet l'hydrolyse de l'acétylcholine au niveau des synapses cholinergiques. Les acétylcholinestérases ou cholinestérases érythrocytaires ou cholinestérases vrais sont retrouvées dans les globules rouges, les poumons, la rate, les terminaisons nerveuses et la matière grise.

Le suivi du niveau d'exposition doit être précédée par une détermination du niveau de base. L'établissement du niveau de base consiste à analyser l'activité cholinestérasique de toutes les personnes concernées avant tout contact avec les pesticides. Le niveau de base est une référence individuelle. La méthode consiste à effectuer pour chaque personne :

- Au minimum deux (02) analyses de l'activité cholinestérasique de 3 à 10 jours d'intervalle doit être effectuées. La valeur moyenne des deux valeurs obtenues constitue le niveau de base individuel ;
- Une analyse supplémentaire peut être effectuée si les valeurs prises montrent un écart de l'ordre de 15% ou plus ;

- Dans ce cas, la moyenne des valeurs les plus proches sera considérée.

Au cours de la campagne 2007, les niveaux de base des agents de la DPV qui exercent à différents postes, ont été prélevés. Ces données de base préparent le suivi qui sera assuré au cours des prochaines campagne de lutte phytosanitaire. Au cours de la campagne antiacridienne 2004-2005, l'analyse du niveau de base a été effectuée sur un échantillon de 230 personnes, essentiellement des militaires exerçant dans la zone nord du Sénégal. Ces analyses ont été effectuées avant l'exposition de ce personnel aux pesticides et ont permis de voir la valeur de base théorique et l'effet des quelques paramètres physiologiques tels que le poids et l'âge de l'individu. L'homogénéité de ce lot de personnes a permis d'analyser l'influence de certains paramètres physiologiques tels que le poids et l'âge sur l'acétylcholinestérase érythrocytaire et le taux d'hémoglobine qui donne une indication sur l'état e santé de l'agent avec tout contact avec le pesticide.

5.1. Niveau de base des employés de la DPV

Les analyses du niveau de base ont été effectuées dans les régions de Dakar, Thiès, Diourbel, Louga, Saint-Louis, Matam et Kaffrine. Les personnes ciblées sont les agents qui sont en contact avec les pesticides que sont les agents du port, de la Direction, des DRDR et SDRDR, des bases phytosanitaires et les membres des Comités de Lutte Villageois (C.L.V.).

La valeur moyenne du niveau de base est obtenue à partir de 2 mesures. Pour certaines personnes, une seule mesure a été effectuée à cause de contraintes liées probablement au travail. Il faudrait cependant veiller à effectuer une seconde analyse afin de disposer d'une valeur satisfaisante du niveau de base.

5.1.1. Le personnel la DPV, des DRDR et SDDR

DPV DAKAR

N°	Prénoms et Nom	Valeur 1	Valeur 2	Valeur moyenne NdB
		AChE (U/ml)	AChE (U/ml)	AChE (U/ml)
1	Paul SAMBOU	3,31	3,98	3,645
2	Prosper NDECKY	4,93	4,8	4,865
3	Augustin P. SARR	4,21	4	4,105
4	Benoit DIABOU	3,59	3,71	3,65
5	Demba NIANE	3,25	3	3,125
6	Bakary SANE	4,07		4,07
7	Jean B. DIEDHIOU	4,09	4,01	4,05
8	Abdoulaye D. DIOUF	4,66		4,66
9	Arphan S. DIEDHIOU	3		3
10	Assane NDOUR	5,11		5,11
11	Moussa MBAYE	4,55	4,11	4,33
12	Talla NIANG	3,39	3,15	3,27
13	Alioune DIOP	3,88	3,37	3,625
14	Amadou SALL	3,39	3,28	3,335
15	Jean C. MANGA	2,99	3,33	3,16
16	Jules C. DIAMACOUNE	2,74	2,85	2,795
17	Mbacké GUEYE	3,69	3,33	3,51
18	Mbaye DIOUCK	3,34		3,34
19	Ndiaga MBAYE	3,39	3,77	3,58
20	Ibrahima DIALLO	2,93	3,07	3
21	Issaka BOYE	3,63	3,55	3,59
22	Faye MANE	3,13	3,33	3,23
23	Moussa CISSE	2,78	3,39	3,085
24	Augustin SAMBOU	3,85	4,12	3,985
25	Ndiaga NIASSE	3,23	3,07	3,15
26	Bakary BADJI	3,73	3,74	3,735
27	Baïdy DIENG	2,53		2,53
28	Saydou SARR	3,57	3,19	3,38
29	El Hadji NDIAYE	3,3	3,25	3,275
30	Ibrahima DRAME	3,57	3,88	3,725
31	Youssou MANE	4,77		4,77
32	Lamine SADIO	2,86	2,81	2,835
33	Pierre MANGA	3,69	3,42	3,555
34	Aliou NIANG	3,85	3,71	3,78
35	Mamadou NDIAYE	3,25	2,9	3,075
36	Sidibé DAFFE	3,23	2,89	3,06
37	Saliou MBAYE	3,94	3,79	3,865
38	Amadou NDOUR	3,16	3,22	3,19

39	Abdoulaye NDAO	3,89	3,36	3,625
40	Ababacar NIANG	3,27	3,74	3,505
41	Ousmane NDIAYE	4,39	4,27	4,33
42	Boubacar D. FAYE	3,61	3,5	3,555
43	Dominique GOMIS	3,15	3,39	3,27
44	Jean P. MANGA	3,25	3,67	3,46
45	Ansou CAMARA	3,6	3,77	3,685
46	Amath SECK	3,28	3,02	3,15
47	Mamadou NIASSY	3,57	3,58	3,575
48	Joseph DIOUF	3,64	3,61	3,625
49	Marsané DJITTE	2,84	2,92	2,88
50	Baye THIAM	3,85	3,9	3,875
51	Cheikh FALL	3,59	3,23	3,41
52	Bécaye DAFPE	4,16	4,01	4,085
53	Déthié DIONE	3,8		3,8
54	Massamba SECK	3,95	3,68	3,815
55	Bassirou GNINGUE	3,81	3,29	3,55
56	Ameth SOW	2,38		2,38
57	Ousseynou FALL	4,06	3,79	3,925
58	Mouhamed NIASSE	2,67	2,7	2,685
59	Idrissa DIATTA	3,67		3,67
60	Ousmane SANE	3,93		3,93
61	Malamine DANFA	3,58	3,62	3,6
62	Hilarion SAMBOU	3,75	3,55	3,65
63	Alioune KOUNDOUL	3,74	3,36	3,55

DPV PORT

1	Ousmane DIARRA	3,79		3,79
2	Samba MBODJ	4,15		4,15
3	Pascal SAMBOU	3,62		3,62

DRDR DE THIES

N°	Prénoms et Nom	DATE:10 10 07	DATE:12 10 07	Valeur Moyenne NdB
		PREMIER DOSAGE	DEUXIEME DOSAGE	
		AChE (U/ml)	AChE (U/ml)	
1	Samba SABALY	3	3,05	3,025
2	Abdoulaye DIALLO	3,36	2,96	3,16
3	Boubacar BA	2,8	2,69	2,745
4	Boubacar NDIAYE	3,65	3,68	3,665

DRDR DE SAINT LOUIS

		DATE:01 10 07 PREMIER DOSAGE	DATE:03 10 07 DEUXIEME DOSAGE	
N°	Prénoms et Nom	AChE (U/ml)	AChE (U/ml)	Valeur Moyenne
1	Amath DIOP	2,97	2,63	2,8
2	Ousseynou NDIAYE	3,67	3,56	3,615
3	Ibrahima DIOP	4,01	3,82	3,915
4	Idrissa DIOP	3	2,74	2,87
5	Mabèye NDIAYE	4,39	4,42	4,405
6	Djiby MBAYE	3,55		3,55
7	Alassane MBAYE	3,58		3,58
8	Sedijhe BEYE		3,82	3,82
9	Ismaila DIAGNE		3,61	3,61
10	Magaye GAYE		3,5	3,5
11	Malick DIAGNE		3,62	3,62

SDDR DE PODOR

		DATE:29 09 07 PREMIER DOSAGE	DATE:03 10 07 DEUXIEME DOSAGE	
N°	Prénoms et Nom	AChE (U/ml)	AChE (U/ml)	Valeur Moyenne
1	Balla KANTE	2,93	3,16	3,045
2	Mamadou SOW	3,49	3,5	3,495
3	Guédiouma SAMAKE	4,64	4,8	4,72
4	Alexis MALOU	4,84		4,84
5	Yoro SY		3,21	3,21
6	Papa NDIAYE		3,15	3,15
7	Omar CISSE		2,89	2,89

SDDR DE RICHARD-TOLL

		DATE:01 10 07 PREMIER DOSAGE	DATE: DEUXIEME DOSAGE	
N°	Prénoms et Nom	AChE (U/ml)	AChE (U/ml)	Valeur Moyenne
1	Paul DIOUF	3,64		3,64
2	Doudou MBODJ	3,32		3,32
3	Mamadou DIADY	3,24		3,24

SDDR LINGUERE

N°	Prénoms et Nom	DATE:05 10 07	DATE:07 10 07	Valeur Moyenne
		PREMIER DOSAGE AChE (U/ml)	DEUXIEME DOSAGE AChE (U/ml)	
1	Souleymane PIOUF	4,02	4,12	4,07
2	Mamadou DIOP	3,58		3,58
3	Djibril KASSE	3,32	3,56	3,44
4	Pierre BADIATE	3,38		3,38
5	Mamadou TOURE	4,07	3,5	3,785
6	Mayébé NIANG	3,23	3,42	3,325
7	Pape FALL	3,34	3,77	3,555
8	El Hadji M. SECK	4,11	4,17	4,14
9	Alioune NDIAYE	4,27	4,41	4,34
10	Momar FALL	3,45	3,8	3,625
11	Abdou N'Gouye NDIAYE	3,87	4,18	4,025
12	Bassirou NDAO	4,66	4,79	4,725
13	Birane GUEYE	3,36	3,58	3,47
14	Maguée THIAM	3,69	3,77	3,73
15	Adama SY	4,1	3,83	3,965
16	Oumar NIANG	3,77	3,95	3,86
17	Pape B. Y. NDIAYE	4,31	4,37	4,34
18	Aly Demba FALL	4,09	4,6	4,345
19	Alassane NDAO	3,63		3,63
20	Mamadou SOW	3,26	3,37	3,315
21	Modou GUEYE	4,38	4,61	4,495
22	Modou DIOP	3,22	3,15	3,185
23	Daouda SOW	2,64	2,85	2,745
24	M'Bargou SECK		4,83	4,83
25	Ousseynou FALL		3,76	3,76
26	Djidy TOURE	3,03	3,04	3,035
27	Mamadou TOUNKARA		3,41	3,41
28	Mamadou NGOM		3,11	3,11

DRDR DE DIOURBEL

N°	Prénoms et Nom	PREMIER DOSAGE	DEUXIEME DOSAGE	Valeur Moyenne
		AChE (U/ml)	AChE (U/ml)	
1	Oumar SANE	3,79	3,69	3,74
2	Lamine CISSE	3,26		3,26
3	Mademba A. SECK	3,52	3,7	3,61
4	Issa N'GOM	3,72		3,72
5	Mamadou GAYE	2,74		2,74
6	Demba SARR	2,8		2,8
7	Ibrahima POUYE	2,88	3,1	2,99
8	Ouley DIOP	2,84		2,84
9	Souleymane BOCOUM	3,17	3,27	3,22
10	Saliou FAYE		3,61	3,61

SDDR DE DIOURBEL

N°	Prénoms et Nom	PREMIER DOSAGE	DEUXIEME DOSAGE	Valeur Moyenne
		AChE (U/ml)	AChE (U/ml)	
1	Ely THIAO	4,28		4,28
2	Alioune BAKHOUM	4,27	3,99	4,13
3	Amadou DIOP	3,7		3,7
4	Amady Amadou THIOUB	3,7		3,7
5	Landing SANE	3,53		3,53
6	Babacar DIOUF	4,24		4,24
7	Birame SENE	3,31		3,31
8	Gora SENHOR	3,35		3,35

5.1.2. Le personnel des base phytosanitaires

BASE PHYTOSANITAIRE DE DAHRA DJOLOF

		DATE:05 10 07	DATE:07 10 07	
		PREMIER DOSAGE	DEUXIEME DOSAGE	Valeur Moyenne
N°	Prénoms et Nom	AChE (U/ml)	AChE (U/ml)	
1	Assane NDIAYE	3,76	3,81	3,785
2	Ibra SARR	3,7	3,55	3,625
3	Saer SALANE	3,53	3,29	3,41
4	Mor Talla SYLLA	2,53	3,4	2,965
5	Daouda DIA	3,36	3,4	3,38
6	Sidy MAR	3,21		3,21
7	Mor LEYE	3,53	3,68	3,605
8	Amadou DIOP	2,96	3,02	2,99
9	Mamadou NDIAYE	3,17	3,11	3,14

BASE PHYTOSANITAIRE D'OGO

		DATE:29 09 07	DATE:04 10 07	
		PREMIER DOSAGE	DEUXIEME DOSAGE	Valeur Moyenne
N°	Prénoms et Nom	AChE (U/ml)	AChE (U/ml)	
1	Oumar AW	3,71	3,85	3,78
2	Amadou NDONGO	3,47	3,6	3,535
3	Tapa SY	3,67	3,97	3,82
4	Khardiatou AW	2,75	3,01	2,88
5	Mouhamadel H. THIAM	3,48	3,55	3,515
6	Oumar KANE		3,9	3,9

BASE PHYTOSANITAIRE DE N'GANDA

		DATE:08 10 07	DATE:10 10 07	
		PREMIER DOSAGE	DEUXIEME DOSAGE	Valeur Moyenne
N°	Prénoms et Nom	AChE (U/ml)	AChE (U/ml)	
1	Idrissa BIAYE	4,07	3,81	3,94
2	Alioune BEYE	4,05	4,18	4,115
3	Ibrahima SADIO	3,42	3,66	3,54
4	Sidy K. BADIANE	3,14	3	3,07
5	Julien MANGA	3,29	3,13	3,21
6	Souley SAMB	3,73	3,64	3,685

BASE DE NOTTO

		DATE: 14 11 07	DATE: 17 11 07	
		PREMIER DOSAGE	DEUXIEME DOSAGE	Valeur Moyenne
N°	Prénoms et Nom	AChE (U/ml)	AChE (U/ml)	
1	El Hadji Makhtar SANE	3,1	3,75	3,425

5.1.3. Le personnel des Comités de Lutte Villageois

C.L.V. DE KHOKHE GADIAGA (DIOURBEL)

		PREMIER DOSAGE	DEUXIEME DOSAGE	
N°	Prénoms et Nom	AChE (U/ml)	AChE (U/ml)	Valeur Moyenne
1	M'Baye SAKHO	3,65		3,65
2	Lamine SAKHO	1,53		1,53
3	Sérigne SAKHO	2,93		2,93
4	Mor CISSE	3,3		3,3
5	Cheikh SAKHO	1,79		1,79
6	Taïba N'DIAYE	3,17		3,17
7	Alla CISSE	2,88		2,88
8	Saourou SAKHO	2,53		2,53
9	Balla N'DIAYE	3,21		3,21
10	Lat CISSE	2,35		2,35
11	Tapha SAKHO	2,51		2,51
12	Bara SAKHO	1,72		1,72
13	M'Baye CISSE	2,04		2,04
14	Mamadou N'DIAYE	3,09		3,09

C.L.V. DE AFIA M'BACKE LAKRAM (DIOURBEL)

		PREMIER DOSAGE	DEUXIEME DOSAGE	
N°	Prénoms et Nom	AChE (U/ml)	AChE (U/ml)	Valeur Moyenne
1	Sérigne Moustapha MBAKE Lakram	2,69		2,69
2	Moustapha MBACKE	3,77		3,77
3	Affé SAMB	2,31		2,31
4	Abdou FALL	2,54		2,54
5	El-Hadji FALL	3,31		3,31
6	Khadim N'DIAYE	3,02		3,02

CLV BIRBIRANE (THIES)

		DATE:11 10 07	DATE:	
		PREMIER DOSAGE	DEUXIEME DOSAGE	Valeur Moyenne
N°	Prénoms et Nom	AChE (U/ml)	AChE (U/ml)	
1	Maguette DIOUF 1	3,96		3,96
2	Ousmane FAYE	2,96		2,96
3	Mamadou THIANDOUM	2,51		2,51
4	Babacar DIOUF	3,14		3,14
5	Assane THIANDOUM	3,25		3,25
6	Mamadou SENE	2,53		2,53
7	Mansour DIOUF	3,77		3,77
8	Maguette DIOUF 2	2,81		2,81
9	Omar THIANDOUM	3,36		3,36
10	Mbaye DIOUF	3,93		3,93
11	Assane FAYE	3,92		3,92
12	Abdoulaye CISS	3,47		3,47
13	Gora FAYE	3,54		3,54
14	Abdou DIOUF	4,29		4,29
15	Lamine SAMBOU	3,25		3,25
16	Idrissa DIOUF	3,87		3,87
17	Ibrahima NDOYE	3,04		3,04
18	Ibrahima POUYE	3,32		3,32
19	Amadou FAYE	3,78		3,78
20	Moussa THIANDOUM	2,98		2,98
21	Ousmane DIOUF	2,96		2,96
22	Saliou CISS	3,02		3,02

CLV DE DIASS PALAME (THIES)

		DATE:11 10 07	DATE:	
		PREMIER DOSAGE	DEUXIEME DOSAGE	Valeur Moyenne
N°	Prénoms et Nom	AChE (U/ml)	AChE (U/ml)	
1	Mbissane DIOUF	3,55		3,55
2	Birame DIOUF	3,54		3,54
3	Malick NDOYE	3,85		3,85
4	Ibrahima DIONE	3,33		3,33
5	Cheikh NDOYE	3,58		3,58
6	Sindokh DIOUF	2,97		2,97
7	Diounguel SECK	3,89		3,89
8	Moussa POUYE	3,23		3,23
9	Djiby SECK	3,35		3,35
10	Saliou DIOUF	2,82		2,82
11	Aliou FAYE	2,98		2,98

12	Mamadou NDOYE	2,69		2,69
13	Abdoulaye POUYE	2,81		2,81
14	Modou NDOYE	3,39		3,39
15	Abdoulaye NDOYE	4,02		4,02

CLV DE KISSANE (THIES)

N°	Prénoms et Nom	DATE:10 10 07	DATE:12 10 07	Valeur Moyenne
		PREMIER DOSAGE AChE (U/ml)	DEUXIEME DOSAGE AChE (U/ml)	
1	Adama CISS	3,5	3,01	3,255
2	Cheikh DIOUF	3,12	2,96	3,04
3	Alioune DIONE	3,45	3,01	3,23
4	Abdou NDIONE	2,97	3,21	3,09
5	Moustapha FAYE	2,88	2,94	2,91
6	Pape NDIONE	3,01	2,58	2,795
7	Aliou CISS	4,03		4,03
8	Abdoulaye NDIONE	2,84	2,91	2,875
9	Cheikh NDIONE	3,43		3,43
10	Amadou DIOUF	3,01	3,07	3,04
11	Ousmane FAYE	2,31	2,32	2,315
12	Arouna NDIONE	3,2	3,07	3,135
13	Gorgui SECK	2,34		2,34
14	Alioune NDIONE	3,74	4,12	3,93
15	Saliou CISS	3,6	3,64	3,62
16	Daouda NDIONE		2,09	2,09
17	Mbaye DIONE		3,48	3,48
18	Babacar SECK		3,46	3,46

Pour la plupart des CLV, une seule mesure a été effectuée. Certains individus présentent un faible niveau d'activité cholinestérasique. On peut supposer que ces individus soient en contact avec les pesticides en cette période de culture de pastèques dans les sites visités. Par ailleurs, l'utilisation incontrôlée de pesticides pourrait aussi expliquer cette baisse. De toute façon, une seconde mesure doit être prévue avant l'implication pour une nouvelle campagne de lutte phytosanitaire.

5.2. Corrélation entre le taux de cholinestérase et les paramètres âge, poids et taille

Cette analyse a été effectuée sur un lot de 230 militaires impliqués dans la lutte antiacridienne 2004-2005. Contrairement au personnel de la DPV, le lot des militaires constitue un échantillon homogène du point de vue de leur activité, de leur condition de vie et de leur état santé. Ces pour ces raisons que ce lot a été retenu afin d'apprécier l'effet des paramètres poids et age sur le taux de cholinestérase.

Si l'activité cholinestérasique était un paramètre dont le taux dépendrait de l'un des trois, paramètres âge, poids et taille, pris isolément ou combinés, il ne serait pas nécessaire d'effectuer au début de chaque campagne, l'analyse du niveau de base dans le cadre du suivi du niveau d'exposition de personnes exposées aux pesticides inhibiteurs de cholinestérase. De ce fait, cette opération pourrait être effectuée sur un lot de personnes qui n'ont pas été exposées aux pesticides pendant au mois deux à trois mois et qui ne souffrent pas d'autres étiologies ayant une incidence sur le taux de cholinestérase. Ce qui est l'objet de cette étude. Ainsi, pour chaque personne analysée, l'interprétation des résultats serait faite selon l'équation :

$$\text{AChE} = f(\text{âge ou poids ou taille})$$

Les graphiques 1, 2 et 3 ci-dessous représentent le taux de cholinestérase en fonction des paramètres âge, poids et taille. La courbe représentative du taux de cholinestérase en fonction de l'un des trois paramètres est un nuage de points et non une droite. Elle n'est pas une fonction linéaire. L'analyse de ces graphiques montre que le taux de cholinestérase n'est pas fonction de ces trois paramètres pris isolément. Certains individus ont le même taux de cholinestérase (2,88 UI/ml) mais, des âges très différents (21 et 54 ans). Par contre, d'autres ont le même âge (33 ans) mais, des taux de cholinestérase très différents (2,23 et 4,13 UI/ml). L'activité cholinestérasique semble être plus importante entre 20 et 40 ans et pour le poids entre 60 et 80 kg, (figures 16, 17). La figure montre aussi que le poids n'a pas une influence sur l'activité cholinestérasique. La même activité cholinestérasique de 2,79 UI/ml sur des individus de poids variant entre 58 et 89 Kg.

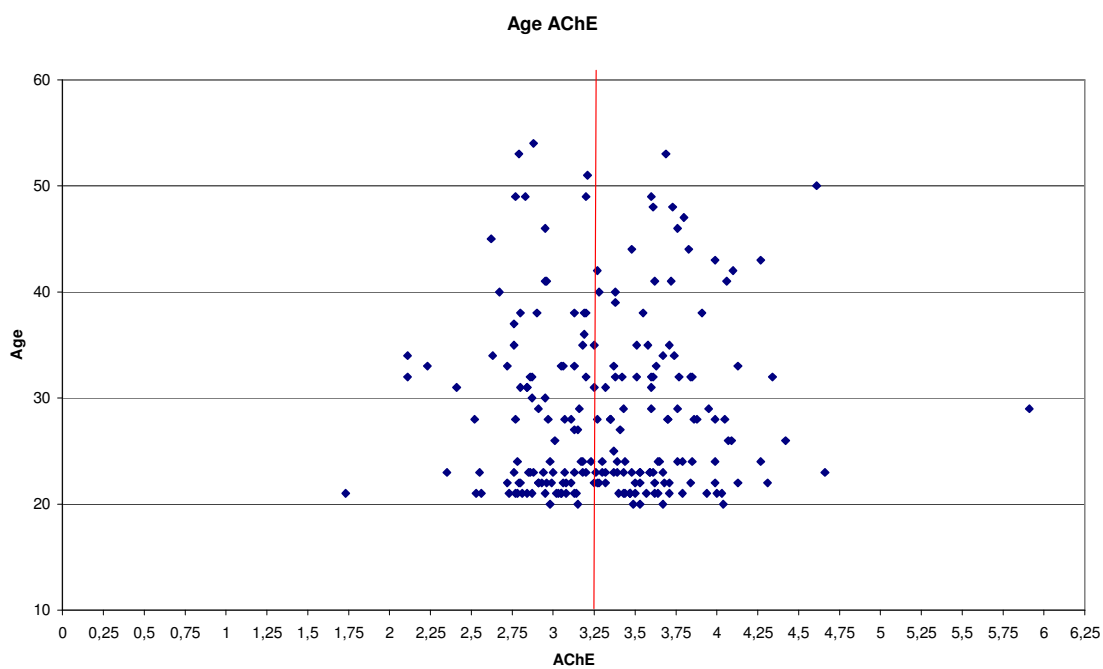


Figure 16 : variation du taux de AChE en fonction de l'âge sur des individus adultes.

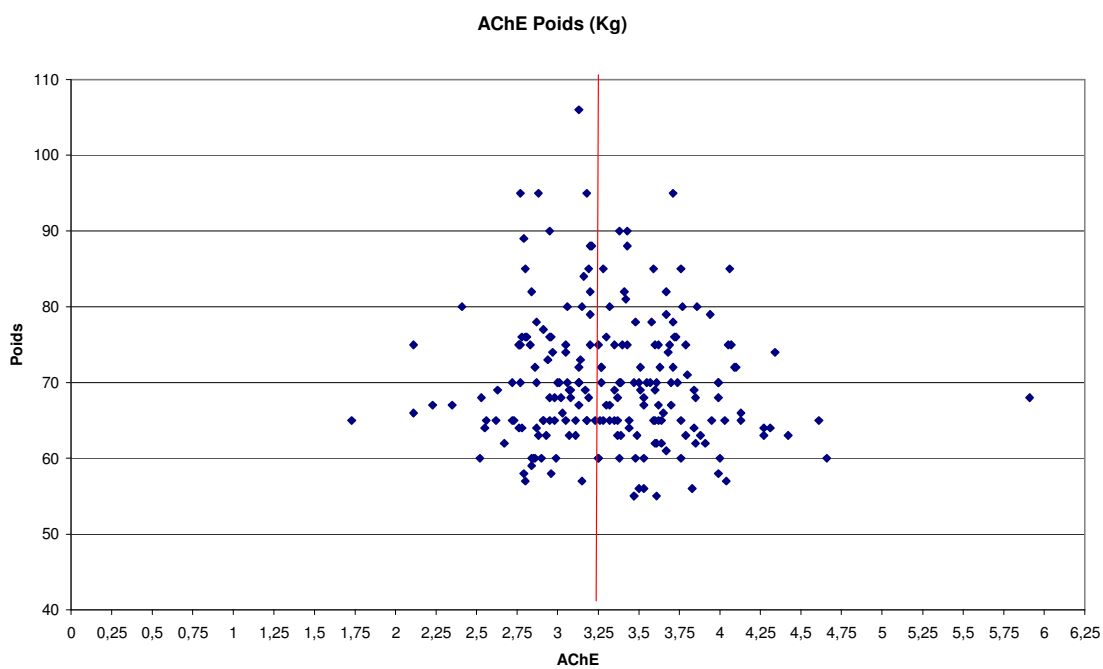


Figure 17 : variation du taux de AChE en fonction du poids des individus adultes

La ligne rouge figurant sur les trois graphiques indique le taux moyen de l'activité cholinestérasique qui est de 3,2 UI/ml. C'est une référence qui peut être utilisée pour l'interprétation des résultats du niveau d'exposition dans les cas où l'analyse du niveau de base n'a pu être effectuée.

Taux d'hémoglobine

Durant la détermination du niveau de base par l'analyse de l'activité cholinestérasique, une analyse du taux d'hémoglobine a été aussi effectuée. Le Test-mate ChE, en plus de l'analyse de l'activité cholinestérasique, détermine en même temps le taux d'hémoglobine. Ce paramètre est analysé dans le but de déceler certaines anémies, de prévenir certains accidents et d'éviter à certaines personnes l'exécution de tâches non compatibles avec cette pathologie dont la participation de façon directe et active aux opérations de traitement antiacridien.

Les 230 personnes ont été réparties en classe d'âge (20 – 24) ; (25 – 29) ; (34 – 39) ; (40 – 44) ; (45 – 49) ; (50 – 54). La moyenne du taux d'hémoglobine de chaque classe d'âge a été calculée. Le tableau 8 indique les différentes classes d'âge et la moyenne de leur taux d'hémoglobine.

Tableau 9 : variation du taux d'hémoglobine par rapport à la structure de la population observée.

Nombre	Classe âge	Moy		
		HgB(g/dl)	HgB(g/dl)	%
11	6 (45-49)	12,28	12,72	5
110	1 (20-24)	12,35	12,72	48
17	4 (35-39)	12,77	12,72	7
7	8 (id)	12,94	12,72	3
30	2 (25-29)	13,19	12,72	13
36	3 (30-34)	13,23	12,72	16
5	7 (50-54)	13,24	12,72	2
14	5 (40-44)	13,33	12,72	6
230				

Le graphique 19 ci-dessous représente les moyennes du taux d'hémoglobine en fonction des classes d'âge. Les taux d'hémoglobine moyens des classes d'âge 6(45-49) et 1(20-24) sont les plus faibles et inférieurs au taux d'hémoglobine moyen des 230 personnes (12,72 g/dl). A l'inverse, les classes 7(50-54) et 5(40-44) ont les taux

d'hémoglobine moyens les plus élevés. Ceci peut s'expliquer par le fait qu'ils sont plus âgés ou plus gradés et mieux nourris et qu'ils fournissent moins d'effort que les autres. Par contre, la classe d'âge 6(45-49) étant parmi les plus âgés, a le taux d'hémoglobine moyen le plus faible, peut-être qu'ils occupent une position faible dans la hiérarchie.

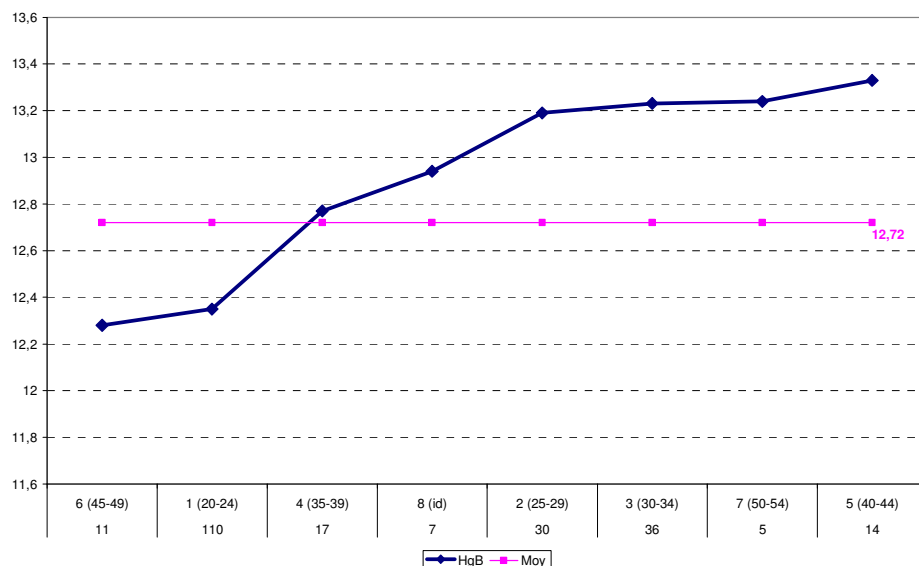


Figure 19 : moyenne des taux d'hémoglobine en fonction des classes d'âge

Cette analyse a montré un taux moyen de niveau de base de 3,25 pour le lot de 230 militaires observés en début de campagne 2004-2005. Cette valeur pourrait servir à suivre le niveau d'exposition d'un lot d'individus vivant dans les mêmes conditions si toutefois le niveau de base individuel ne peut être relevé. Cette analyse a aussi permis de constater que les paramètres poids, âge n'ont pas d'influence sur le taux de AChE ; c'est pourquoi dit-on que le niveau de base est individuel.

Pour un suivi du niveau d'exposition des équipes opérationnelles, il est fortement recommandé de prélever les niveaux de base individuels et de procéder ensuite au suivi du niveau d'exposition par des séries de relevés du taux d'AChE pendant la durée d'utilisation des pesticides. Mullie *et al*, (1998) ont constaté que le temps d'exposition nécessaire pour atteindre un seuil de d'exposition de 30%, qui doit être suivi d'une mise à l'écart temporaire, est de 85 H de pulvérisation avec Super Puma,

110 H pour Ulva Mast ce qui correspond à 1700 kg à 2400 kg de m.a d'insecticides pulvérisés.

Le logiciel SYGAC (Système de Gestion des Analyses Cholinestérasiques) version 1.0 est un outil informatique développé par la FAO à l'issue de l'invasion acridienne 2004-2005. Il est facile d'utilisation et permet d'analyser les données de prélèvement pour une bonne appréciation de l'exposition des personnes en contact avec les pesticides. Ce logiciel présente l'avantage de pouvoir faire une analyse après avoir introduit les informations relatives aux différentes mesures du niveau de base, les mesures du niveau d'exposition et toute autres informations sur les conditions de prélèvement. A la suite de l'analyse, une édition du rapport montre les résultats et des propositions d'actions à prendre par rapport au niveau de AChE trouvé. En dehors des capacités d'une meilleure gestion des données relatives au AChE, le logiciel permet des prises de décisions sur le niveau d'exposition. Cependant, son utilisation favorise une mise à jour, car il ne s'agit là que la première version avec ses quelques problèmes de manipulation.

Les guides d'installation et d'utilisation du logiciel sont présentés en annexe.

BIBLIOGRAPHIE

AKPO (L. E.), BERGER(A.), 1993 - Influence du couvert ligneux sur la structure et le fonctionnement de la strate herbacée en milieu sahélien. Orstom, Paris, TDM no 93, 175 p.

Agromisa fondation, 2001. Les Pesticides : composition, utilisation et risques. A. A. Wageningen, Pays-Bas. Série-Agrodok n°29. 54 p.

Aredson, W., Brabser, K., Halder, I. & Valk, H.V.D., 2001. Les pesticides : composition, utilisation et risques. AGROMISA & CTA, Série-Agrodok No.29. Wageningen, Pays-Bas. 54p.

Bâ, M., 1995. Paysages et communautés rurales au Sénégal Occidental: approche intégrée par cartographie assistée et télédétection par satellite. Thèse de doctorat de géographie (nouvelle thèse française, loi 1984). Université de Franche -Comté, laboratoire Environnement et Paysage - URA 908 du CNRS, Besançon, France.

Barreto, P.S., 1962. Etudes Pédologiques des Niayes méridionales en vue d'une mise en valeur intensive. ORSTOM, S.I., 1962, 107 p.

Beys, B., 1999. Approches alternatives dans la lutte antiacridienne. Pesticides & Alternatives. N°008-juillet 1999, Pp : 13-15.

Brader, L., 1991. La lutte contre les acridiens : motif de préoccupation. In : Lomer, C. J. & Prior, C. (eds) ; Lutte biologique contre les acridiens. Atelier tenu du 29 avril au 1^{er} mai 1991, IIBC, Cotonou (Bénin). Pp : ix-x.

CERES LOCUSTOX, 2005. Suivi Environnemental des Traitements Antiacridiens au Sénégal. Contrat PPF Q 447-OSE, CERES LOCUSTOX. Dakar. 22 p.

Diallo, A.O, 2000. ECOTOXICOLOGIE DES PESTICIDES. Cours comprimés pour les TSPV du DFPV/centre AGRHYMET. Niamey. Niger. 130p.

DPV, 2005 : bilan de la lutte contre le criquet pèlerin au 31 mai 2005 et perspectives, 18 p).

DPV, 1999, Rapport Annuel 1998. DPV, Dakar. 99p.

Everts, J.W., 1991. Introduction. In : Effets sur l'Environnement de la Lutte Chimique Antiacridienne. FAO (ed). Rapport du projet ECLO/SEN/003/NET. Pp: 4-31.

Everts, J.W. & Bâ, L., 1997. Les effets environnementaux de la lutte chimique contre les acridiens : bilan et perspectives. In : Effets de la lutte antiacridienne sur l'environnement. Projet LOCUSTOX, editor. FAO, Tome 1, Rome, Pp: 1 – 17.

FAO, 1992. Directives sur le criquet pèlerin : iv. La lutte, Rome, 1992. 63p.

- FAO & PNUE, 1997. Documents d'Orientation des Décisions. FAO, GENEVE. 77p.
- Gadji, 1997. Déposition et dégradation de la deltaméthrine et du chlorpyrifos sur végétation de mil au Sénégal. Dans Tomme III pp 20-42.
- Gadji et al, 1998 Déposition et dégradation du fenitrothion et du diflubenzuron sur végétation et dans les sols au Sénégal et suivi des résidus dans les stockages de mil en monde rural Rapport projet LOCUSTOX (GCP /SEN/041/NET) No 93/4.
- Greathead, D. J., 1991. La lutte biologique, arme prometteuse contre les acridiens. In/ Lomer, C. J. & Prior, C. (eds) ; Lutte biologique contre les acridiens. Atelier tenu du 29 avril au 1^{er} mai 1991, IIBC, Cotonou (Bénin). Pp : 4-7.
- Howard, P. H., Ed. Handbook of Environmental Fate and Exposure Data for Organic Chemicals. Vol 3: Pesticides. Lewis Publishers, Chelsea, MI, 1991.5-13
- Jäger-Mischke, I., 1993. Dangers de l'emploi des pesticides pour l'homme et la nature. In : Pesticides et Agriculture Tropicale : Dangers et Alternatives. Dümmler, C., editors. PAN & CTA, Ede (Pays-Bas) & Hamburg (RFA). Pp : 23- 64.
- Keith, 1992 Effects of experimental applications of malathion and dichlofos on populations of birds, mammals and insects in Morocco USAID/Morocco locust project.
- Lahr J., Diallo, AO, Ndour BK ; Badji A , 1995. Effects of experimental locust control with deltaméthrin and bendiocarb on the aquatic invertebrate fauna of temporary ponds in central Senegal. Report 95/3, FAO LOCUSTOX Project, Dakar, Sénégal
- Lycos, 2004. Monographie de la région de Louga. Adresse URL (Page consultée le 15 Avril) : <http://membres.lycos.fr/crlouga/page3.html>
- LAKE L. A., E. S. N. TOURE, 1984. L'expansion du bassin arachidier (Sénégal), 1954-1979, Approche cartographique et interprétation dynamique, IFAN, Dakar, 103 p.
- MAIGNIEN(R .), 1965 - Carte pédologique du Sénégal au 1/1 000000. ORSTOM, centre de Dakar-Hann
- Mullié W, Andreasen J, Abiola F.A, Diatta F, van der Valk H 1998. Les niveaux de cholinestérase dans le sang des travailleurs de la Protection des Végétaux après les traitements opérationnels avec des insecticides organophosphorés au Sénégal. In : Effets de la lutte antiacridienne sur l'environnement. Projet LOCUSTOX, editor. FAO, Tome 2, Rome, Pp: 175 – 198.
- Overholt, W. & Castleton, C., 1989. L'emploi des produits phytosanitaires : guide à l'usage des vulgarisateurs africains. African Emergency Locust/Grasshopper Project 698-0517, Africa Bureau Office of Technical Ressources & Agence pour le Développement International. Washington, DC. 119 p.

Pagano M., Ka, S. El Hadj Ndour, El, 2003. Communautés zooplanctoniques, biomasses et taux de broutage dans (Lac de Guiers (Sénégal) Conditions environnementales et communautés planctoniques

PISSC, 1993. Health and Safety Guide N°. 80: Monocrotophos. Programme International sur la Sécurité des Substances Chimiques (PISSC)/organisation mondiale de la santé, Genève. 50p.

PNUE, ILO, W.H.O., 1990. Tetramethrin. Environmental Health Criteria 98. Genève. 69p.

Racke, K. D 1992. The environmental fate of chlorpyrifos. Rev. Environ. Contam. Toxicol. 131: 1-151,5-52

Ramade, F., 1991. Caractères écotoxicologiques et impact environnemental potentiel des principaux insecticides utilisés dans la lutte antiacridienne. In : La lutte anti-acridienne. Essaid, A., editor. AUPELF-UREF, John Libbey Eurotext, Paris, 1991, Pp : 179 – 191.

Roembke et Moltmann, 2000 Ecotoxicologie appliquée. 324 p.

Sall, A.S.; Fall, S.T.; Cissé, I.; Badiane, A.N.; Diaw, M.B. & Fall, C.A., 2004. Chapitre1 : Caractéristiques de la zone des Niayes : http://web.idrc.ca/en/ev-27906-201-1DO_TOPIC.html

Symmons, P.M. & Cressman, K., 2001. Directive sur le criquet pèlerin : 1. Biologie et Comportement. FAO 2^{ème} édition. Adresse URL (Page consulté le 20) : <http://www.fao.org/docrep/007/y1800f/a/y1800fa00.htm>

Thiam, A., 1991. Problématique de l'utilisation des pesticides dans la lutte anti-acridienne au Sahel. In : la lutte anti-acridienne. Essaid, A., éditeurs : AUPELF-UREF, John Eurotext, Paris. 4Pp : 193-206.

ANNEXES



**ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR
L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE**



**GUIDE INSTALLATION
DU LOGICIEL SYGAC**

Installation de l'application Système de gestion des analyses cholinestérasique

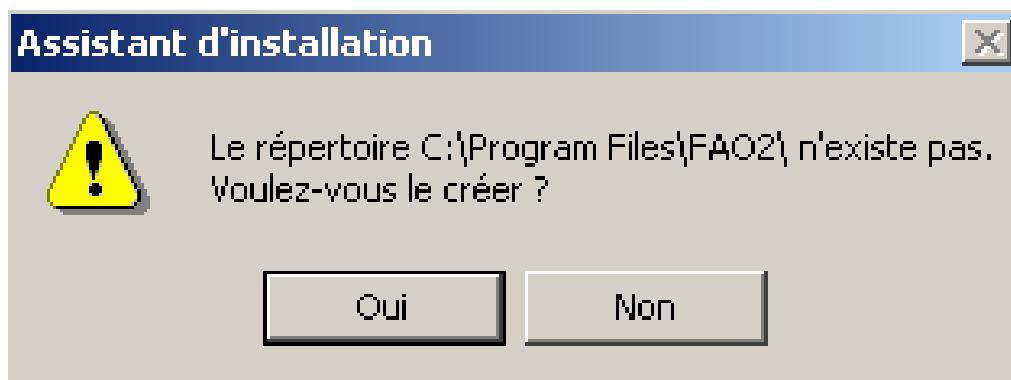


FAO2

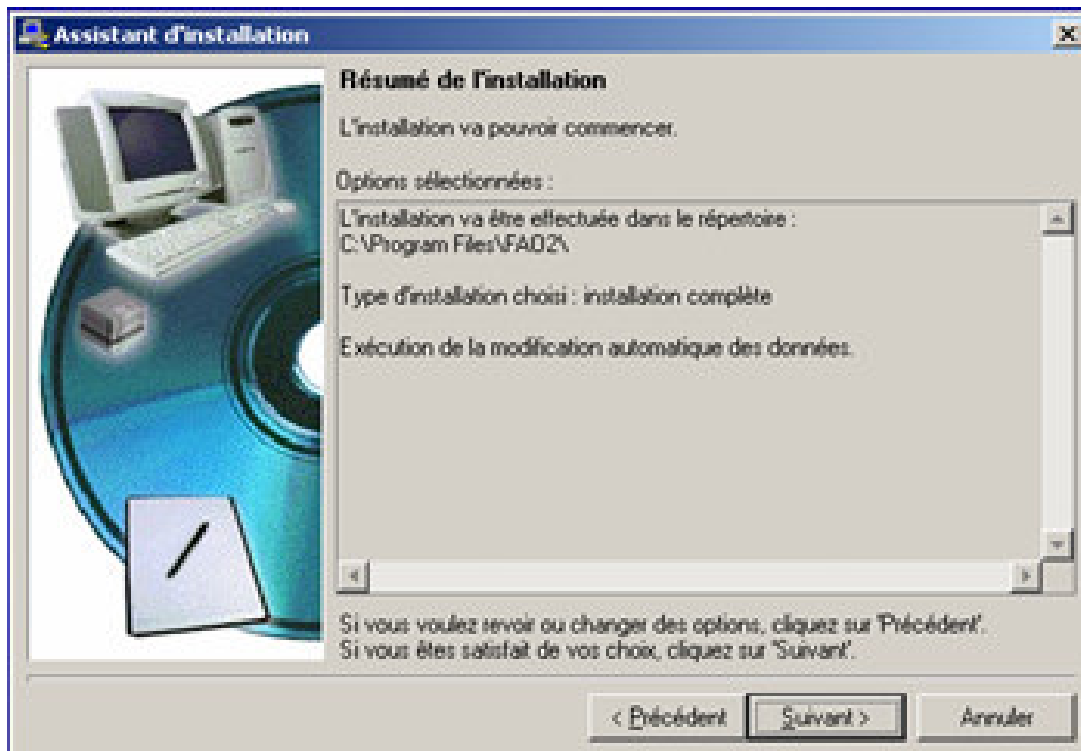
- Double cliquez sur le Setup FAO2 suivant
- Ensuite la fenêtre suivante apparaît :



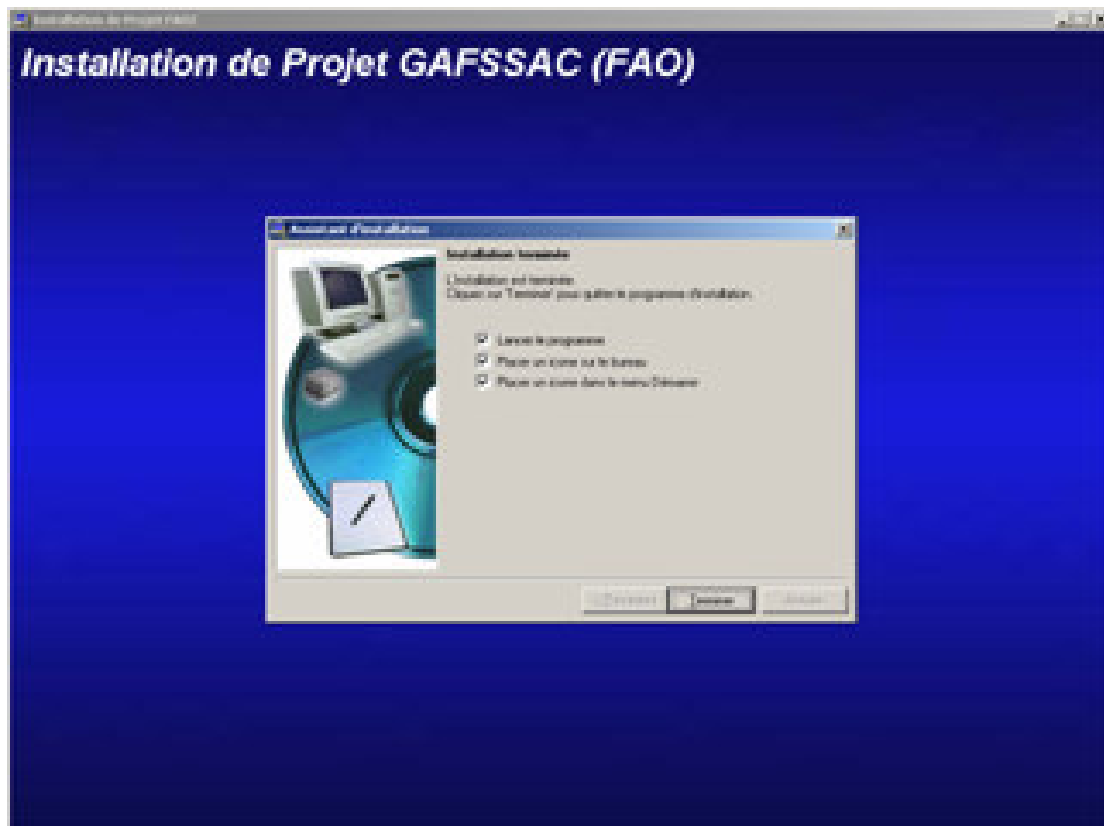
- Cliquez sur suivant



- Cliquez sur oui
- La fenêtre suivante se présente :



- Cliquez sur suivant



- Décochez la première option
- Cliquez sur terminer :
 - un icône sera placé sur votre bureau pour vous permettre de lancer l'application.

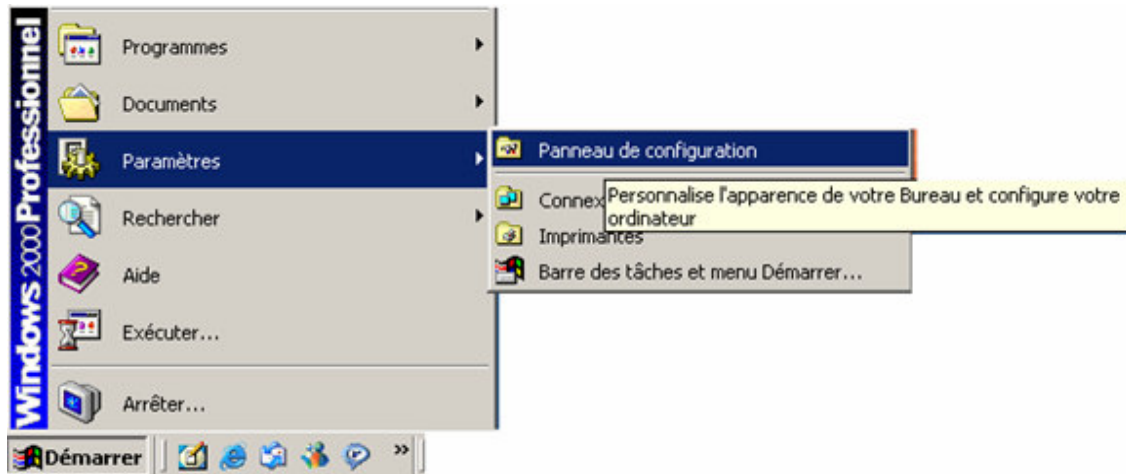
Copie de la base de données

- copier la base de données de votre répertoire «c:/Program Files/FAO2» d'installation qui a été créée lors de l'installation de l'application.
Cela vous permettra de retrouver plus facilement la base de données au moment de la création de la chaîne de connexion

Création de la chaîne de connexion

Pour créer la chaîne de connexion il faut :

- cliquez sur le bouton Démarrer de votre ordinateur
- Ensuite Paramètres
- Panneau de configuration.

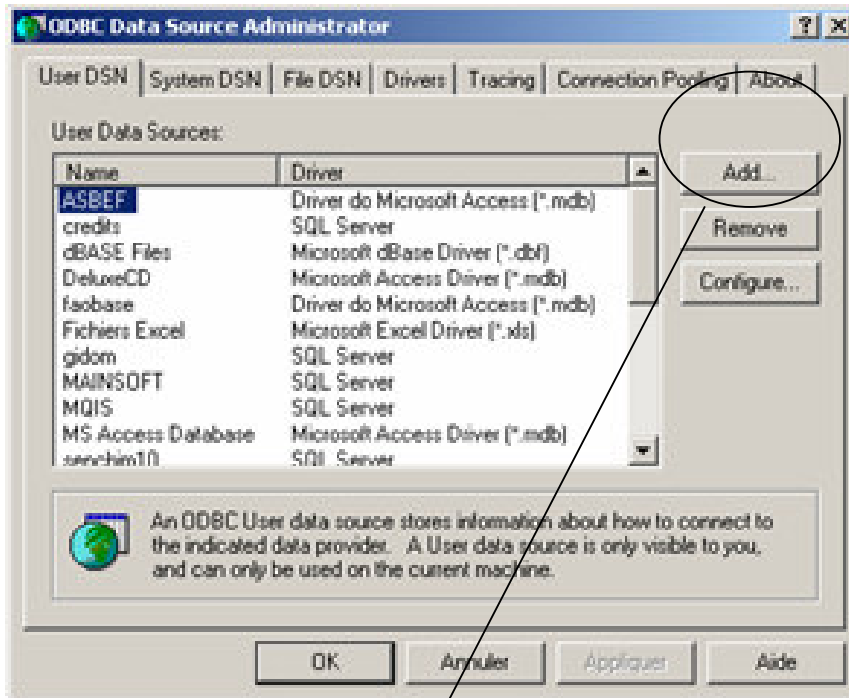


Une fois dans le panneau de configuration :

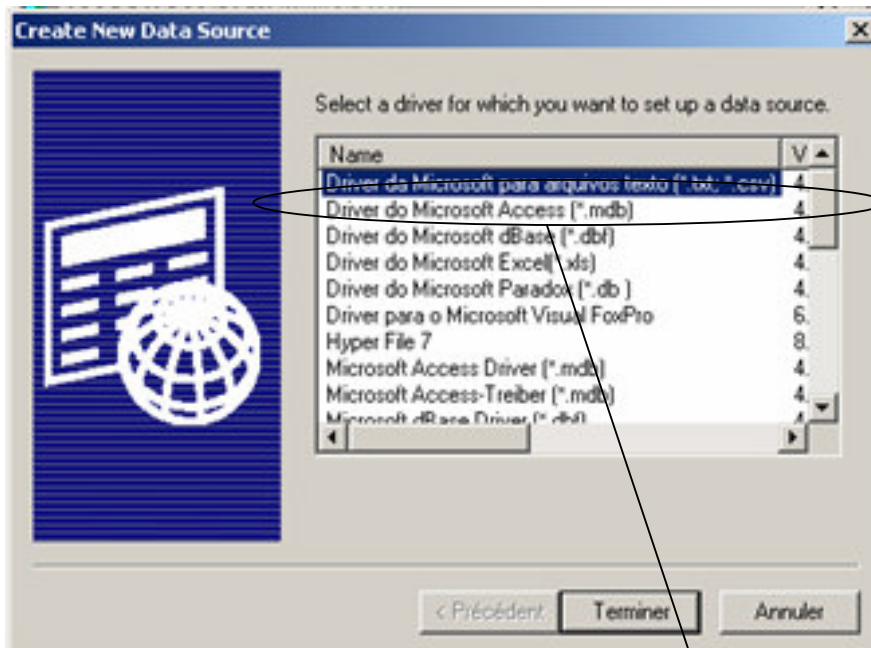
- double cliquez sur «Outils d'administration >>



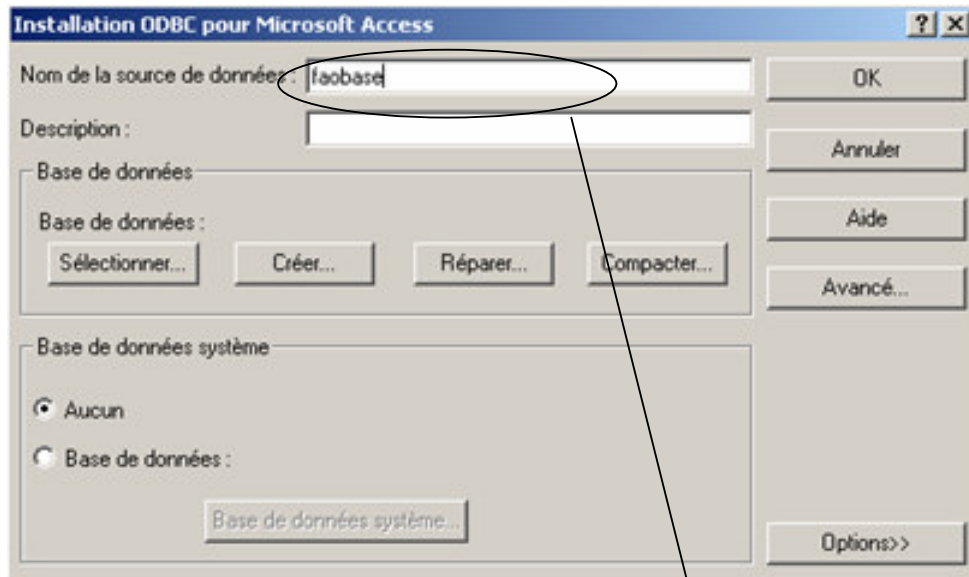
- Ensuite double cliquez sur «Source de données (ODBC)»
- Vous aurez la fenêtre suivante :



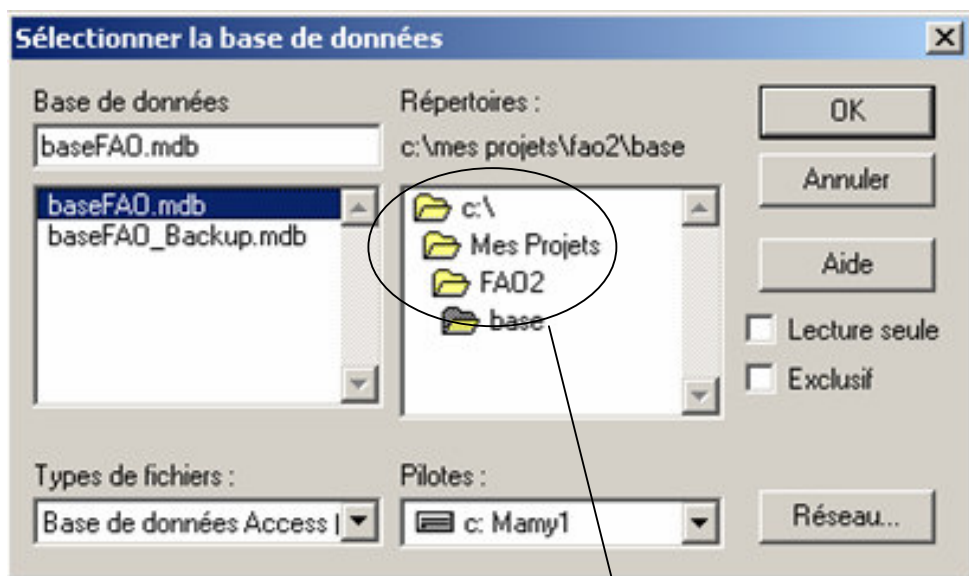
- Cliquez «Add ou Ajouter»



- Sélectionnez «Driver de Microsoft Access (*.mdb)
- Cliquez sur terminer

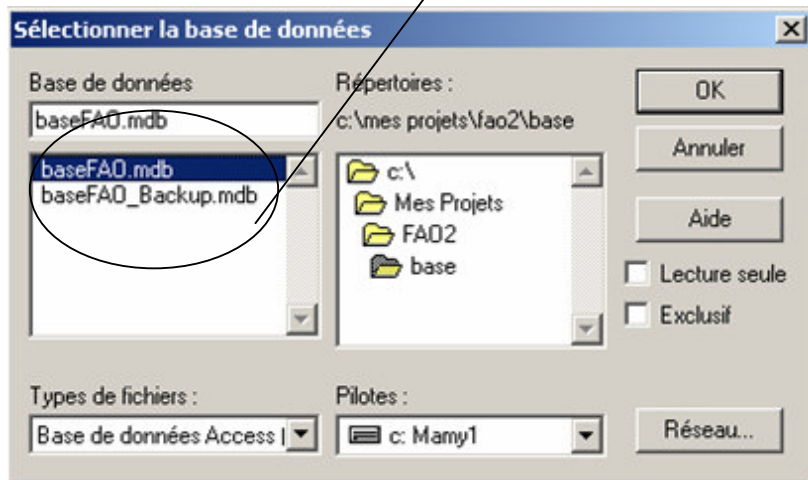


- Inscrivez le nom de la chaîne «faobase »à ce niveau
- Ensuite cliquez sur «Sélectionner...» pour retrouver votre base de données qui si trouve dans votre répertoire d'installation



- Rechercher la base ici dans le répertoire

- Une fois trouve elle apparaît là,



- Sélectionnez la
- Cliquez sur «OK» au niveau des 3 fenêtres.



**ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR
L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE**

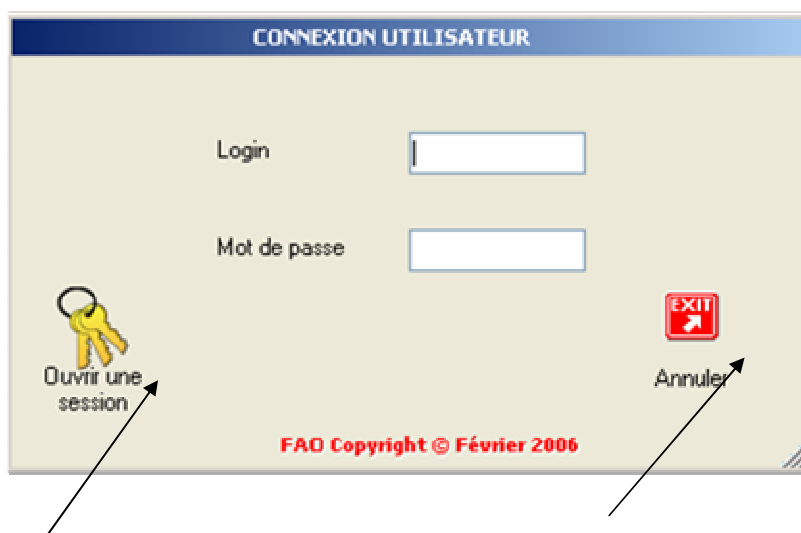


**GUIDE UTILISATEUR
DU LOGICIEL SYGAC**

Le Logiciel « SYGAC » est une application destinée à la gestion de l'atelier de formation surveillance sanitaire et analyse cholinestérasique de la FAO pour le suivi des agents qui sont en contact avec les pesticides grâce au spectrophotomètre (appareil portable d'analyse) le «Testmate ».

Il tourne sur une plate-forme Windows et utilise une passerelle ODBC pour s'attaquer à n'importe quel type de base de données (Access, SQL Server, etc.)

La première fenêtre de cette application est la fenêtre de connexion, elle permet à l'utilisateur d'entrer dans l'application.



=>valider les informations saisies

=> ferme la fenêtre de connexion

Lorsque l'utilisateur est autorisé, l'application présente le fenêtre principale et la fenêtre qui permet de choisir une campagne ainsi que le type utilisé pour les prélèvements (on a le choix entre AChE ou PChE).



Fenêtre de choix de campagne



Choix et validation de la campagne

Choix entre AChE ou PChE

Menu Fichier :

Ce menu permet de mettre à jour les fichiers de base de l'application (tels que
Personne, Equipes, opérateurs...)

Un des 2 se
présente
selon le choix

Menu NdB (AChE):

Ce menu est destiné à saisir et à mettre à jour les premiers,
Deuxièmes et troisièmes prélèvements des applicateurs pour ce qui est
du AChE (érythrocyte Cholinestérase).

Menu NdB (PChE):

Ce menu est destiné à saisir et à mettre à jour les premiers, Deuxièmes
Et troisièmes prélèvements des applicateurs pour ce qui est du PChE
(plasma Cholinestérase).

Menu Suivi Personnes:

Ce menu permet de suivre un applicateur en se basant sur son niveau de base.

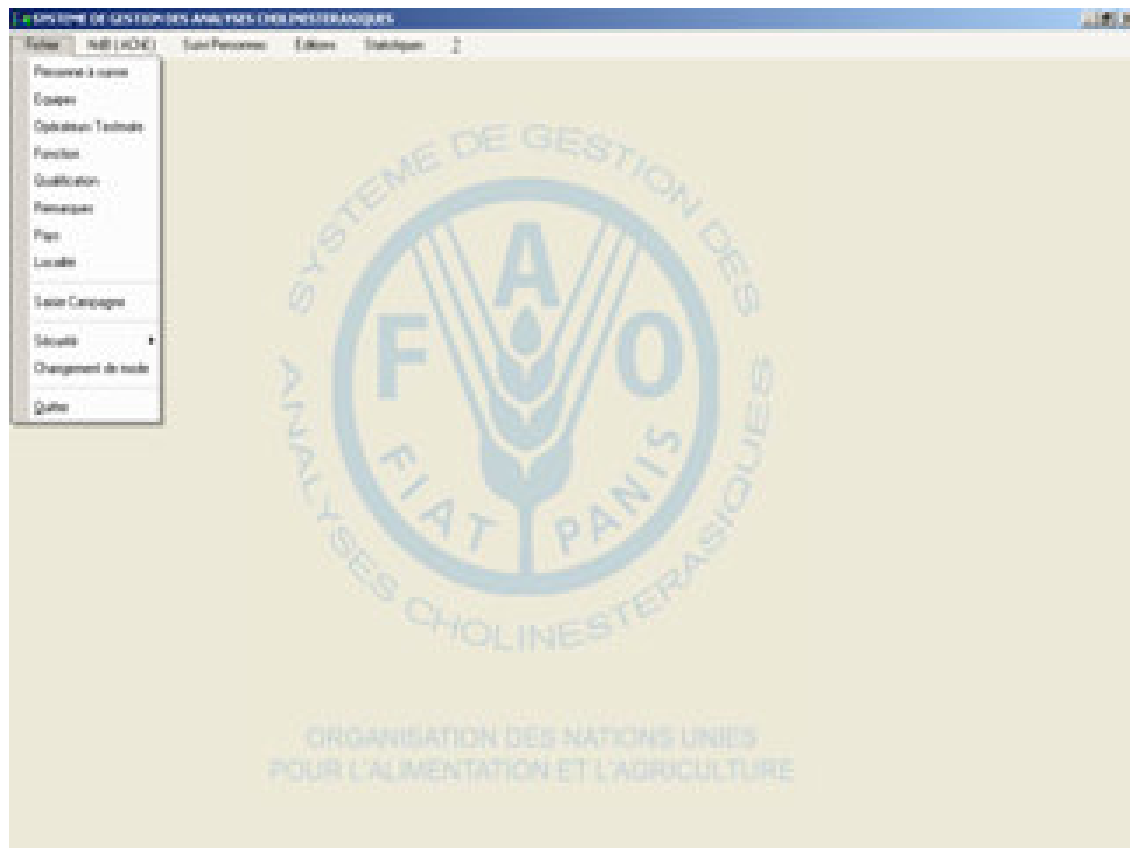
Menu Editions:

Ce menu permet de faire des éditions par exemple imprimer la fiche de suivi
individuelle pour un applicateur.

Menu Statistiques:

Ce menu permet de faire un récapitulatif du suivi et de voir aussi les graphes.

Fichier



Fichier : Personne à suivre

Cette fenêtre permet de mettre à jour les informations relatives à un applicateur.

Liste des Personnes à suivre

Code	Ron	Prenom	DateNaissance	Fonction	Taille	Poids
P1	NDIAYE	Mamadou	25/03/1985	APPLICATEUR	180	85
CH1	SECK	Amadou	02/02/1980	PROSPECTEUR	160	52
A1	MBAYE	Moussa	18/03/1977	APPLICATEUR	170	90
M2	CISSE	Fallou	13/05/1970	APPLICATEUR	95	95
P3	DIARRA	Dieu	25/03/1974	APPLICATEUR	155	85
P1	NDIAYE	Mamadou	25/03/1985	APPLICATEUR	180	85

Bouton qui permet d'affecter une personne à une équipe à une date donnée à ce niveau :

Fenêtre de création d'un nouvel applicateur

Code:
 Nom:
 Prenom:
 DateNaissance:

 Taille (Cm): 0
 Poids (Kg): 0
 Fonction:

Validation des informations saisies sur un applicateur

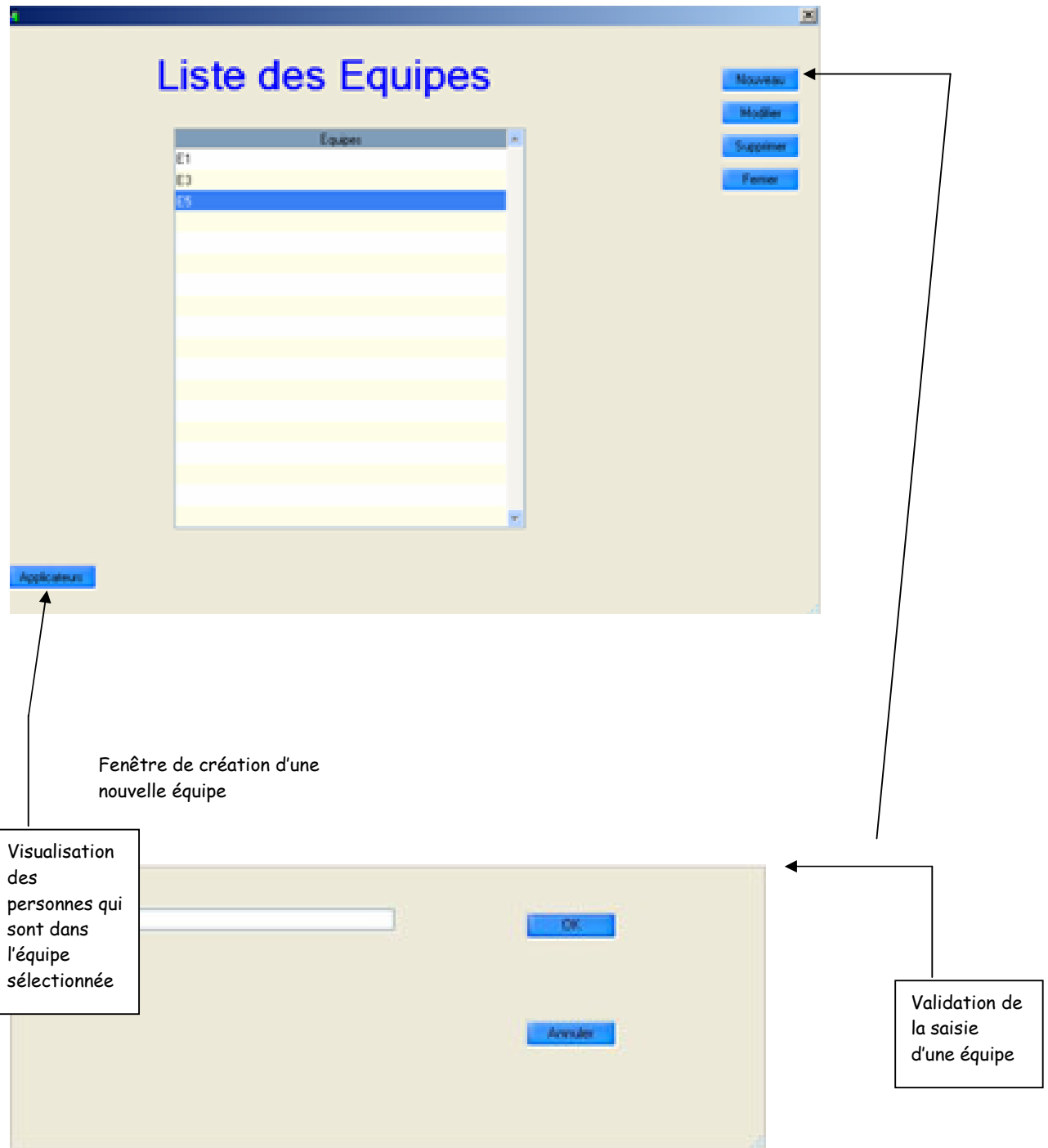
Equipes:

 Personne: M2
 Nom: CISSE
 Prenom: Fallou
 Date d'affectation: 20/04/2006

Pour ce qui est des boutons <<MODIFIER>>, << SUPPRIMER>> et <<FERMER>> qui se trouvent au niveau de toutes les fenêtres tables de l'application ils permettent de modifier, supprimer une ligne ou de fermer la fenêtre en cours.

Fichier : Equipe

Cette fenêtre permet de mettre à jour une Equipe.



Fichier : Opérateurs Tesmate

Cette fenêtre permet de mettre à jour les renseignements sur les opérateurs.



Fenêtre de création d'un nouvel opérateur

Code

Nom

Prénom

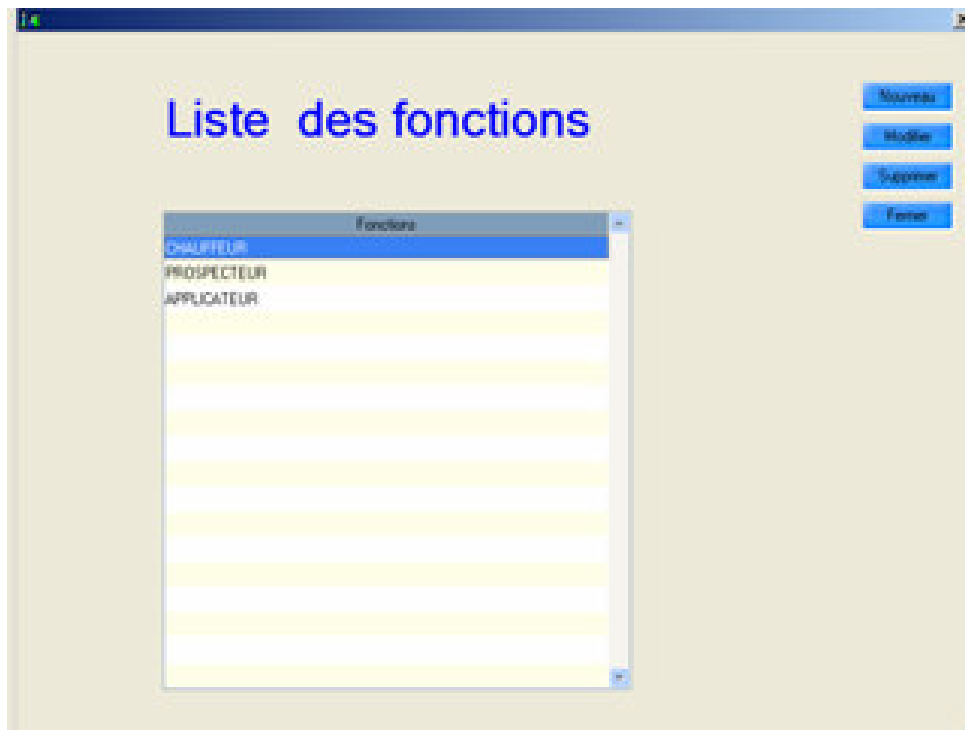
OK

Annuler

Validation de la saisie d'un opérateur

Fichier : Fonction

Cette fenêtre permet de mettre à jour les fonctions.



Fenêtre de création d'une nouvelle fonction



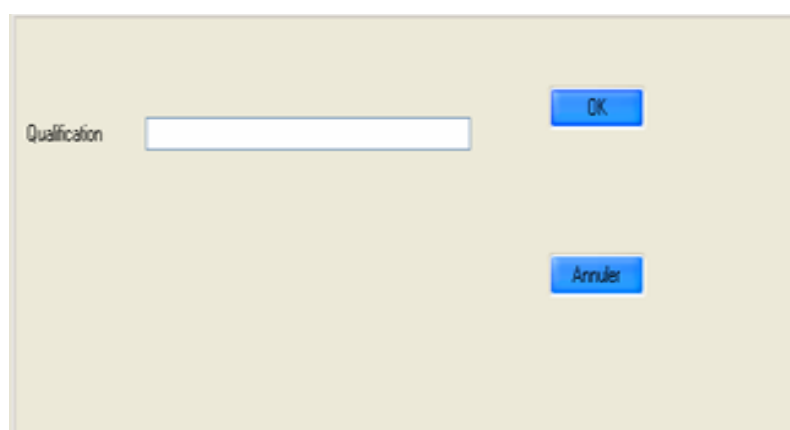
Validation de la saisie d'une fonction

Fichier : Qualification

Cette fenêtre permet de mettre à jour les Qualifications.



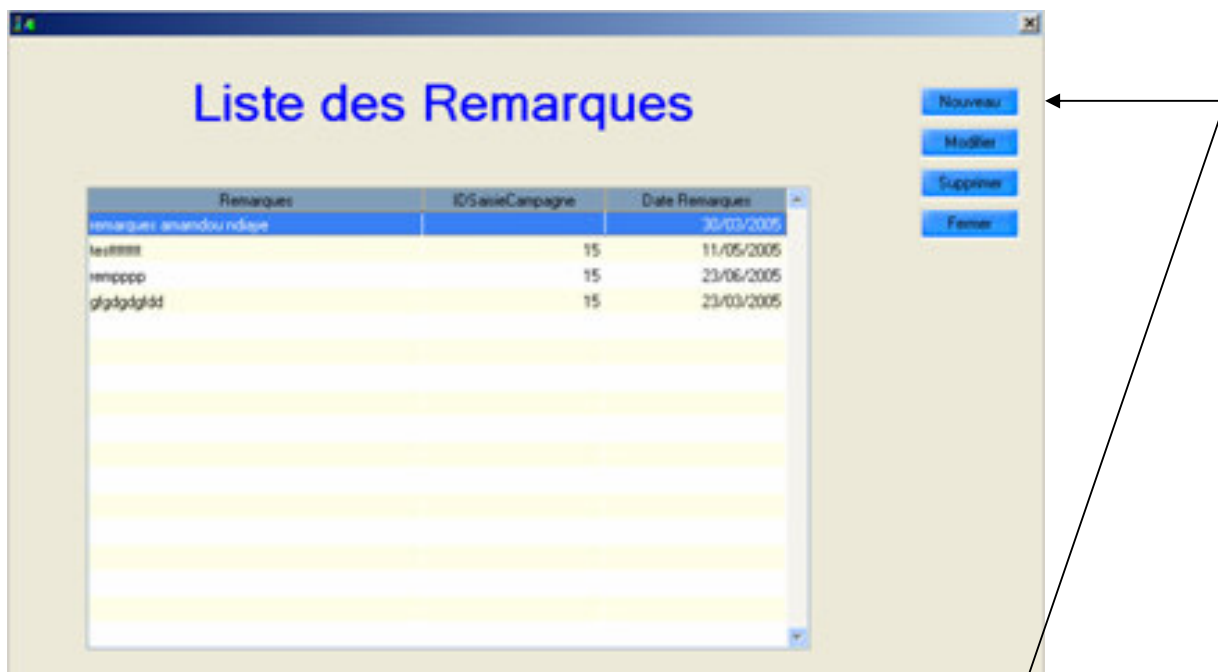
Fenêtre de création d'une nouvelle Qualification



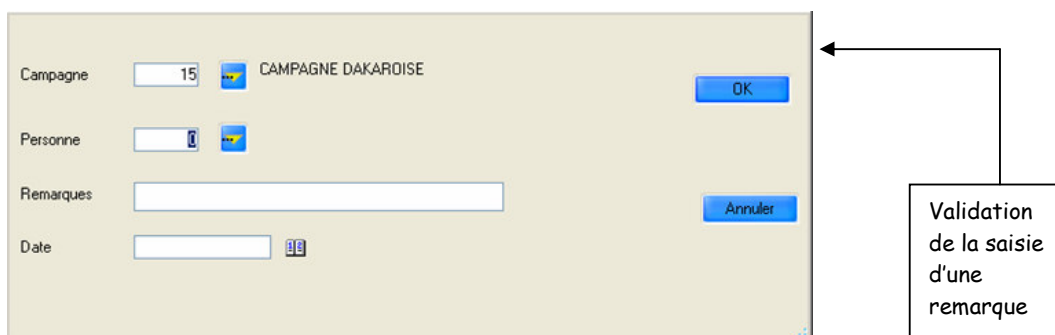
Validation de la saisie d'une Qualification

Fichier : Remarques

Cette fenêtre permet de mettre à jour les remarques qui ont été émises sur les applicateurs.



Fenêtre de création d'une nouvelle remarque



Fichier : Pays

Cette fenêtre permet de mettre à jour les Pays.



Fenêtre de création d'une liste de pays dans l'application



Fichier : Localité

Cette fenêtre permet de mettre à jour les Localités.

Nom	Region/Willaya	Arrondissement	N/S	°	'	"	W/E	°	'	"
Tivaoune	Thies	Tivaoune	N	12	11	11,50	W	124	12	12,50

Fenêtre de création d'une liste de pays dans l'application

Nom

Région/Willaya

Arrondissement

Latitude Degre (°) Minute (') Seconde (")

Longitude Degre (°) Minute (') Seconde (")

OK

Annuler

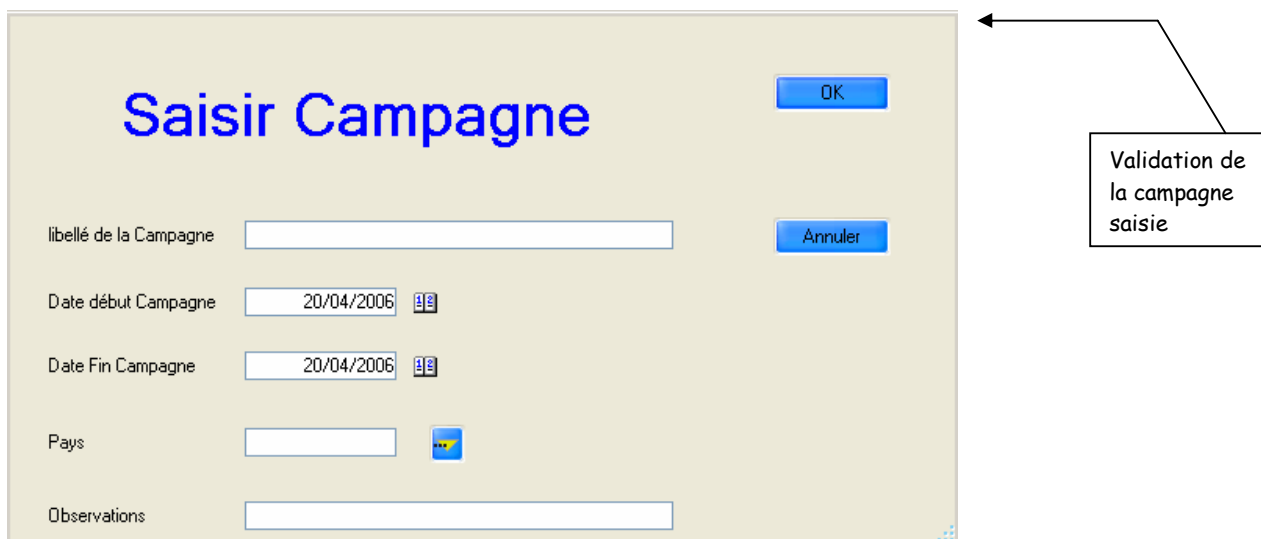
Validation de la saisie d'une fonction

Fichier : Saisie campagne

Cette fenêtre permet de mettre à jour une campagne.



Fenêtre de création d'une nouvelle campagne



Validation de la campagne saisie

Fichier : Sécurité->Utilisateurs

Cette fenêtre permet de mettre à jour les utilisateurs de l'application.



Matricule	Mot de Passe	Etat	Profil	Nom	Prénom
1 *		Oui	ADMINISTRATEUF	fall	Indeye
2 *		OUI	INVITE	LO	Titi
3 *		OUI	RESPONSABLE	DIOP	Toto

Fenêtre de création d'un nouvel utilisateur



OK
Annuler

Matricule

Mot de passe

Etat

Profil

Nom

Prénoms

Validation de la saisie d'un utilisateur

Fichier : Sécurité->Profil

Cette fenêtre permet de mettre à jour les différents profils des utilisateurs de l'application.



Fenêtre de création d'un
nouvel profil



Validation de
la saisie d'un
utilisateur

NdB (AChE)



NdB(AChE) : Premier prélèvement

Cette fenêtre permet de mettre à jour le premier prélèvement effectué chez les applicateurs

Liste Premier prélèvement

ACHE	HGB	T°C	Date	Campagne	Observations
4,05	12,20	25,20	03/06/2005		observndiaye
4,93	15,00	34,00	16/02/2005	15 momombaye	
5,25	12,00	32,00	16/02/2005	15 test	

Fenêtre de Saisie d'un premier prélèvement avec des contrôles de saisies pour les champs Hgb (g/dl) et Température

Campagne: CAMPAGNE DAKAROISE

Operateurs:

Personne:

AChE (U/ml):

Hgb (g/dl):

U/g (Hgb):

Température (°C):

Date Prélèvement:

Observations:

Validation de la saisie d'un premier prélèvement

NDdB (AChE) : Deuxième prélèvement

Cette fenêtre permet de mettre à jour le deuxième prélèvement effectué chez les applicateurs

ACHE	HGB	T°C	Date	Campagne	Observations
4.06	12.70	29.00	06/06/2005		observationama
4.52	14.00	31.00	24/02/2005	15 mol	
6.24	12.00	32.00	20/02/2005	15 test2	

Fenêtre de Saisie d'un deuxième prélèvement avec des contrôles de saisies pour les champs Hgb (g/dl) et Température ainsi q'un champ qui rappelle la valeur du premier prélèvement

Campagne: 15 CAMPAGNE DAKARDOISE

Operateurs: []

Personne: 0

Premier Prélèvement

AChE (U/ml): 0,00

AChE (U/ml): 0,00

Hgb (g/dl): 0,00

[] (°C)

ment: []

Observations: []

OK

Annuler

Rappel valeur premier prélèvement

Validation de la saisie d'un deuxième prélèvement

Une fois la saisie du deuxième prélèvement effectuée il y a un calcul qui s'effectue pour comparer les deux valeurs. Le calcul consiste à prendre la plus grande valeur des deux y soustraire la plus petite ensuite diviser par la plus grande, après multiplier par 100 et enfin comparer le résultat à 10 s'il est supérieur ou égal à 10 il faut faire un troisième prélèvement sinon on conserve les deux et dans ce cas il n'est pas nécessaire de faire un troisième prélèvement.

NdB (AChE) : Troisième prélèvement

Cette fenêtre permet de mettre à jour le troisième prélèvement effectuer chez les applicateurs en cas de besoin

Liste troisième prélèvement

ACHE	HGB	T°C	Date prelevement	Campagne	observations
4,52	14,00	30,00	03/03/2005	15	m m m m m
6,24	12,00	32,00	23/02/2005	15	test3

Fenêtre de Saisie d'un troisième prélèvement avec des contrôles de saisies pour les champs Hgb (g/dl) et Température ainsi que deux champs qui rappellent la valeur des premiers et deuxièmes prélèvements.

Campagne CAMPAGNE DAKAROISE

Operateurs

Personne

Premier Prélèvement

ACHe (U/ml)

ACHe (U/ml)

ACHe (U/ml)

ACHe (U/ml)

(°C)

ement

Deuxieme Prélèvement

ACHe (U/ml)

Observations

Rappel valeur premier et deuxième prélèvement

Validation de la saisie d'un troisième prélèvement

Une fois la saisie du troisième prélèvement effectuée on répète la même chose que ce qui a été fait après le deuxième prélèvement (à savoir calculer et après comparer le résultat à 10) cette fois ci entre les 3 valeurs deux à deux.


Niveau de Base (AChE)


Cette fenêtre permet de mettre à jour le niveau de base d'un applicateur


Campagne	Date Saisie info	moyenne ache	moyenne hgb	moyug
15	09/03/2005	4,0550	12,4500	
15	14/04/2005	4,7250	14,5000	
15	16/03/2005	5,7450	12,0000	
15	18/04/2005	70,0000	80,0000	60,0000

Fenêtre de Saisie de détermination du niveau de base pour un applicateur

Validation du niveau
de base d'un
applicateur

Campagne  CAMPAGNE DAKARDOISE

Date Saisie 

Personne 

Premier Prelevement

ACHE 1 HGB1 UG1

Deuxieme Prelevement

ACHE 2 HGB2 UG2

MOYENNE



Pour ce qui est de la détermination du niveau de base si un applicateur n'était pas présent lors des prélèvements au niveau de la fenêtre ci-dessus ses valeurs pour premier prélèvement et deuxième prélèvement seront nulles et dans ce cas les valeurs pour les moyennes seront déterminées grâce à l'appareil donc elle seront fixées comme suit :

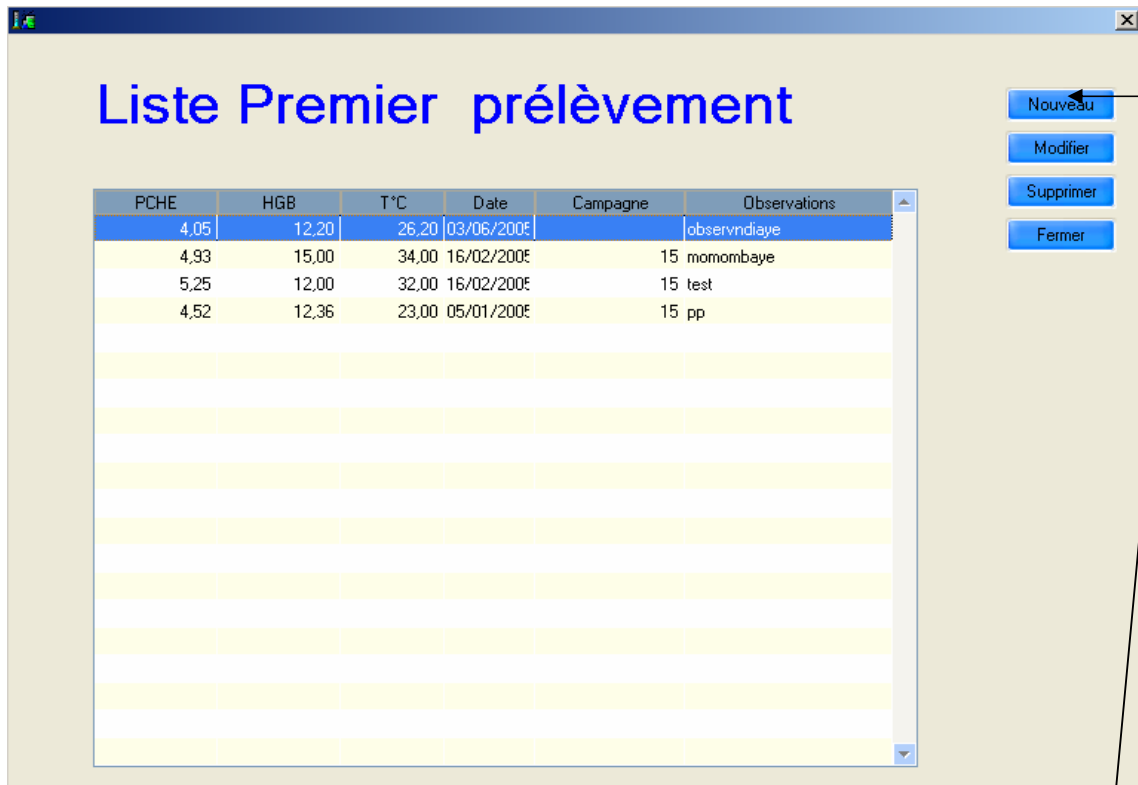
AChE: 4.71 U/ml

Hgb: 15.0 g/dl

Et Quotient : 31.4 U/g

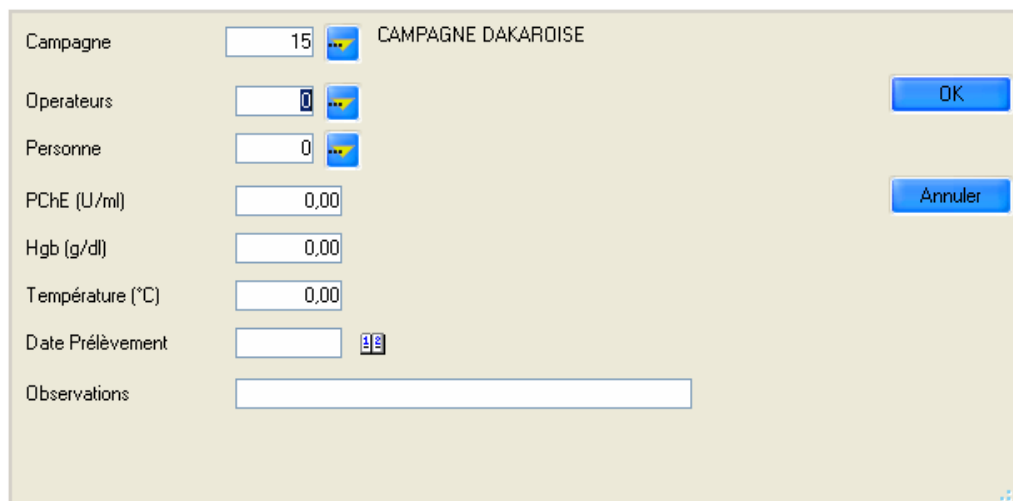
NdB(PChE): Premier prélèvement

Cette fenêtre permet de mettre à jour le premier prélèvement effectué chez les applicateurs



PCHE	HGB	T°C	Date	Campagne	Observations
4.05	12.20	26.20	03/06/2009		observndiaye
4.93	15.00	34.00	16/02/2009	15	momombaye
5.25	12.00	32.00	16/02/2009	15	test
4.52	12.36	23.00	05/01/2009	15	pp

Fenêtre de Saisie d'un premier prélèvement avec des contrôles de saisies pour les champs HGB (g/dl) et Température



Campagne CAMPAGNE DAKAROISE

Operateurs

Personne

PChE (U/ml)

Hgb (g/dl)

Température (°C)

Date Prélèvement

Observations

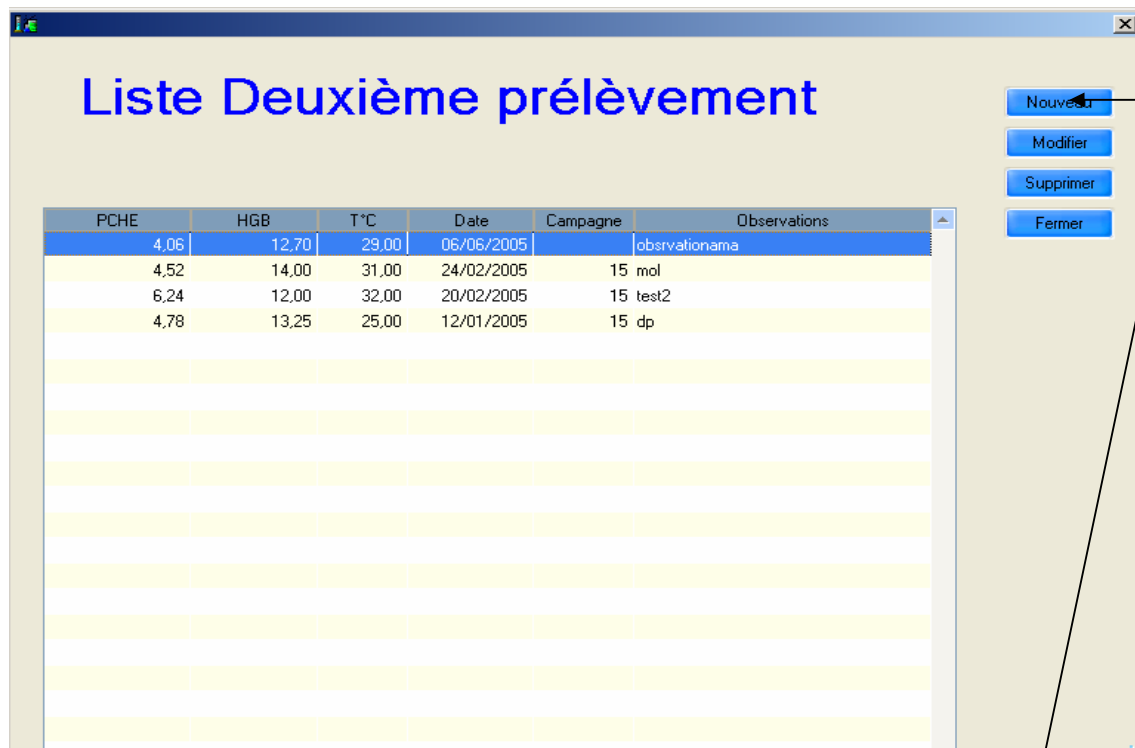
OK

Annuler

Validation de la saisie d'un premier prélèvement

NdB(PChE) : Deuxième prélèvement

Cette fenêtre permet de mettre à jour le deuxième prélèvement effectué chez les applicateurs

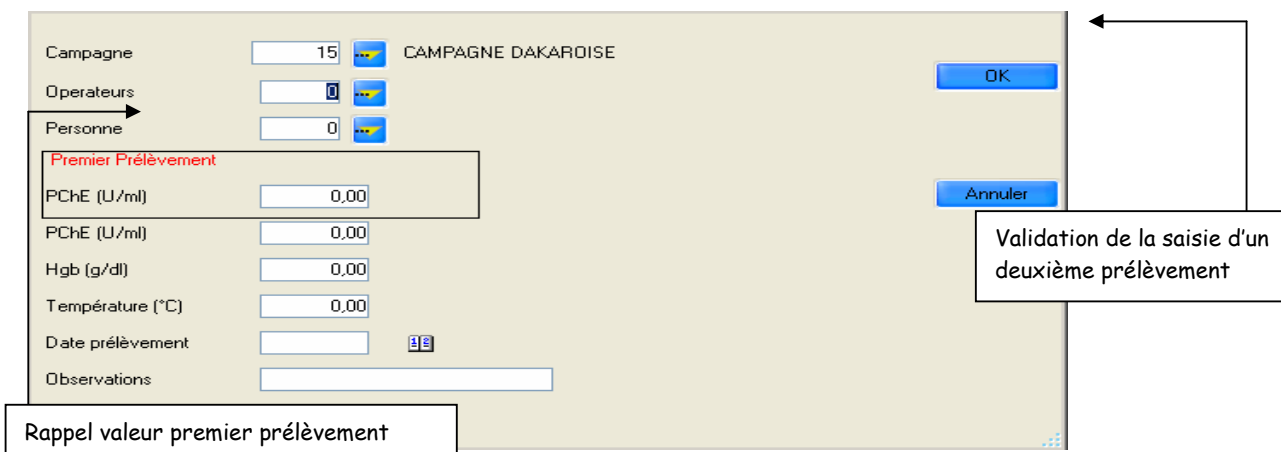


The screenshot shows a window titled "Liste Deuxième prélèvement". It contains a table with the following data:

PCHE	HGB	T°C	Date	Campagne	Observations
4,06	12,70	29,00	06/06/2005		observationama
4,52	14,00	31,00	24/02/2005	15	mol
6,24	12,00	32,00	20/02/2005	15	test2
4,78	13,25	25,00	12/01/2005	15	dp

On the right side of the window, there are four buttons: "Nouveau", "Modifier", "Supprimer", and "Fermer".

Fenêtre de Saisie d'un deuxième prélèvement avec des contrôles de saisies pour les champs Hgb (g/dl) et Température ainsi qu'un champ qui rappelle la valeur du premier prélèvement



The screenshot shows a data entry form with the following fields and controls:

- Campagne: 15 (dropdown menu showing "CAMPAGNE DAKARDOISE")
- Operateurs: 0 (dropdown menu)
- Personne: 0 (dropdown menu)
- PChE (U/ml): 0,00 (input field)
- Hgb (g/dl): 0,00 (input field)
- Température (°C): 0,00 (input field)
- Date prélèvement: (calendar icon)
- Observations: (text input field)
- Buttons: "OK" and "Annuler"

Callouts:

- A box labeled "Rappel valeur premier prélèvement" points to the PChE (U/ml) field.
- A box labeled "Validation de la saisie d'un deuxième prélèvement" points to the "OK" button.

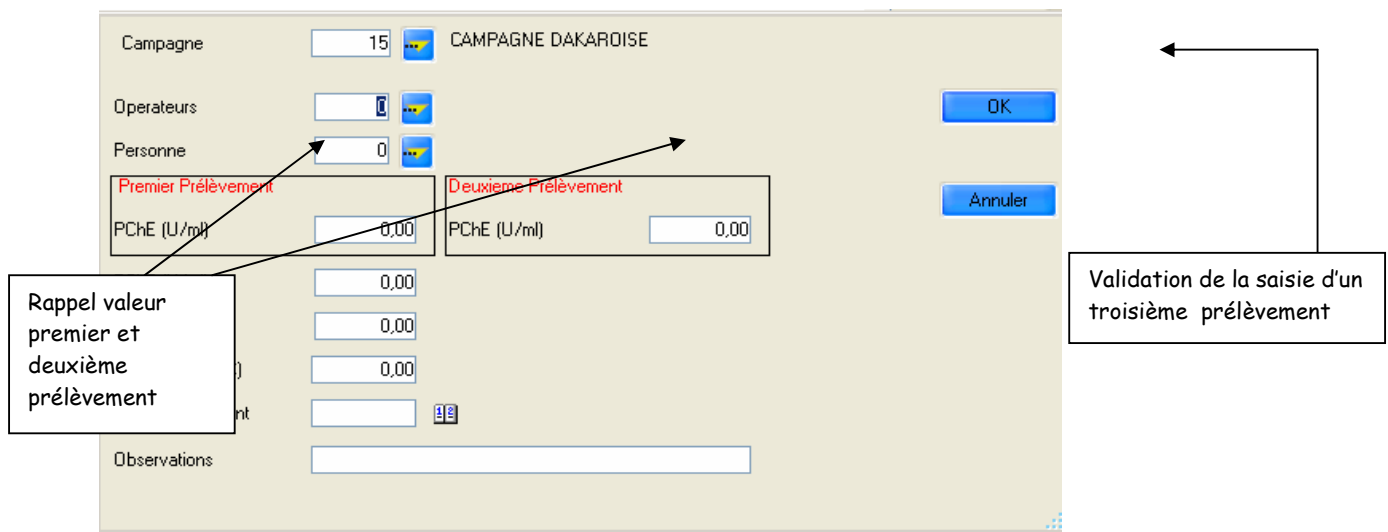
Une fois la saisie du deuxième prélèvement effectuée il y a un calcul qui s'effectue pour comparer les deux valeurs. Le calcul consiste à prendre la plus grande valeur des deux y soustraire la plus petite ensuite diviser par la plus grande, après multiplier par 100 et enfin comparer le résultat à 10 s'il est supérieur ou égal à 10 il faut faire un troisième prélèvement sinon on conserve les deux et dans ce cas il n'est pas nécessaire de faire un troisième prélèvement.

NdB(PChE) : Troisième prélèvement

Cette fenêtre permet de mettre à jour le troisième prélèvement effectuer chez les applicateurs en cas de besoin



Fenêtre de Saisie d'un troisième prélèvement avec des contrôles de saisies pour les champs Hgb (g/dl) et Température ainsi que deux champs qui rappellent la valeur des premiers et deuxièmes prélèvements.



Une fois la saisie du troisième prélèvement effectuée on répète la même chose que ce qui a été fait après le deuxième prélèvement (à savoir calculer et après comparer le résultat à 10) cette fois ci entre les 3 valeurs deux à deux.

Niveau de Base (PChE)

Cette fenêtre permet de mettre à jour le niveau de base d'un applicateur

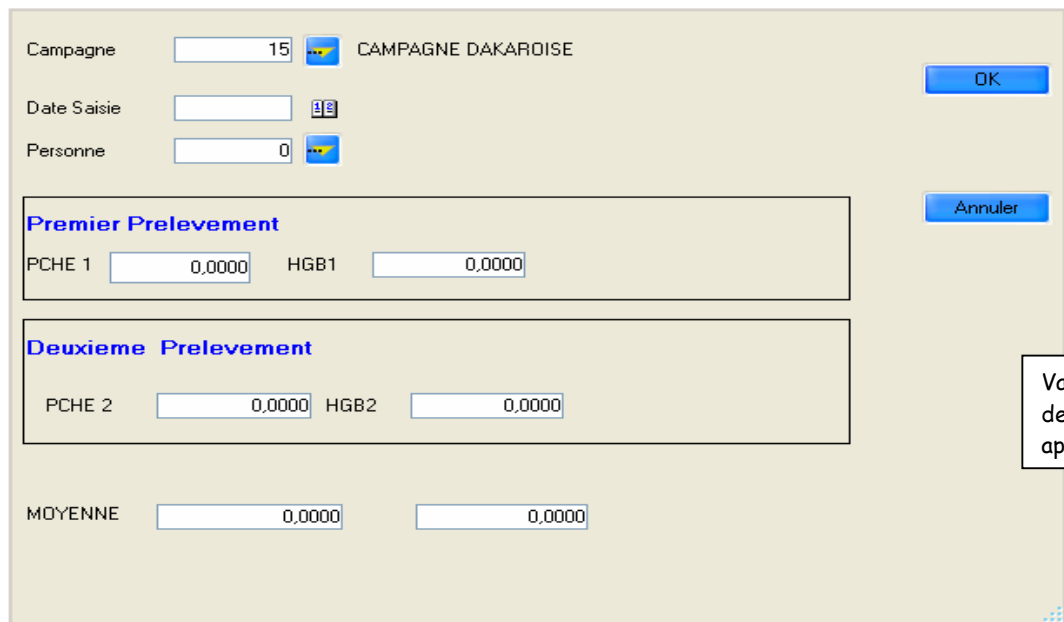


Niveau de Base des Agents

Campagne	Date Saisie info	moyenne PChE	moyenne hgb
15	02/02/2005	4,6500	12,8050

Nouveau
Modifier
Supprimer
Fermer

Fenêtre de Saisie de détermination du niveau de base pour un applicateur



Campagne: 15 CAMPAGNE DAKAROISE
Date Saisie: []
Personne: 0

Premier Prelevement
PCHE 1: 0,0000 HGB1: 0,0000

Deuxieme Prelevement
PCHE 2: 0,0000 HGB2: 0,0000

MOYENNE: [] []

OK
Annuler

Validation du niveau de base d'un applicateur

Pour ce qui est de la détermination du niveau de base si un applicateur n'était pas présent lors des prélèvements au niveau de la fenêtre ci-dessus ses valeurs pour premier prélèvement et deuxième prélèvement seront nulles et dans ce cas les valeurs pour les moyennes seront déterminées grâce à l'appareil donc elle seront fixées comme suit :

PChE: 2.55 U/ml

Hgb: 15.0 g/dl

Suivi Personnes



Suivi Personnes(AChE) : Mise à jour

Cette fenêtre permet de suivre un applicateur en se basant sur son niveau de base.

Liste Suivi

Campagne	Date Suivi	Ache suivi	T °c	Hgb suivi	NdB ache	NdB hgb	NdB ug	Action Medicale	Action proposée
15	18/03/2005	3,9900	25	25,00	98,3970	200,8030	49,0020	Mamadou NDIAYE doit être reti	Mamadou NDIAYE doit être mis au
15	29/04/2005	5,7800	12	23,00	122,3280	82,7590	147,8130	Pas d'action à faire pour Momo	
15	22/06/2005	5,7600	14	22,00	100,0100	75,2000	145,5200	Pas d'action à faire pour Momo	
15	05/07/2005	4,8500	13	20,00	75,5200	90,5200	80,6500	Inspection des conditions de trav	
15	13/04/2005	4,6300	13	27,00	80,5920	108,3330	74,3920		

- Nouveau
- Modifier
- Supprimer
- Fermer

Fenêtre de Suivi et de détermination des actions médicales et actions proposées

Date suivi: 28/04/2006 Campagne: 15 2005/2006 SENEGAL

Localité: _____ Personne: _____

AChE (U/ml): 0,00 Q (U/g Hgb): 0,00
 Hgb (g/dl): 0,00 Température (°C): 0,00

NdB

AChE (U/ml): 0,0000

Hgb (g/dl): 0,0000

Q (U/g Hgb): 0,0000

% du NdB

AChE (U/ml): 0,0000

Hgb (g/dl): 0,0000

Q (U/g Hgb): 0,0000

Action au travail: _____
 Action Médicale: _____

Calcul Afficher les Actions à Proposer

Validation du suivi

Affiche le résultat du calcul

Affiche l'action médicale et l'action proposée

Rappel des valeurs du Niveau de Base qui a déjà été déterminé

L'affichage des actions se fait après calcul du pourcentage du Niveau de Base et comparaison du quotient (% du NdB (U/g)) aux intervalles suivants : [100-80], [80-70], [70-]. Si le quotient est dans le premier intervalle «pas d'action à faire », si c'est dans le second «inspection des lieux de travail», et sinon si c'est le dernier «Retirer la personne de l'exposition», et pour ce troisième cas il y a une action médicale à proposer, il s'agit de faire la soustraction du quotient obtenu avec la valeur 80 et de diviser le résultat par 1.25 pour obtenir le nombre de jour de repos nécessaire pour revenir à 80 % (taux normal).

Suivi Personnes : PChE->Mise à jour

Cette fenêtre permet de suivre un applicateur en se basant sur son niveau de base.

Liste Suivi

Campagne	Date Suivi	Pche suivi	T°C	Hgb suiv	NdB Pche	NdB hgb	Action Medicale	Action proposée
15	16/02/2005	4,1500	15		89,2470	116,8290	Pas d'action à faire pour Amade SE	
15	20/05/2005	4,1500	15		89,2470	116,8290	Pas d'action à faire pour Amade SE	

Buttons: Nouveau, Modifier, Supprimer, Fermer

Fenêtre de Suivi et de détermination des actions médicales et actions au travail

Date suivi: 28/04/2006 | Campagne: 15 | 2005/2006 | SENEGAL
 Localité: | Personne: |
 PChE (U/ml): 0,00 | Température (°C): 0,00
 Hgb (g/dl): 0,00

NdB

PChE (U/ml) : 0,0000

Hgb (g/dl) : 0,0000

% du NdB

Calcul

PChE (U/ml) : 0,0000

Hgb (g/dl) : 0,0000

Action au travail: | Action Médicale: | Afficher les Actions à Proposer

Buttons: OK, Annuler

Validation du suivi

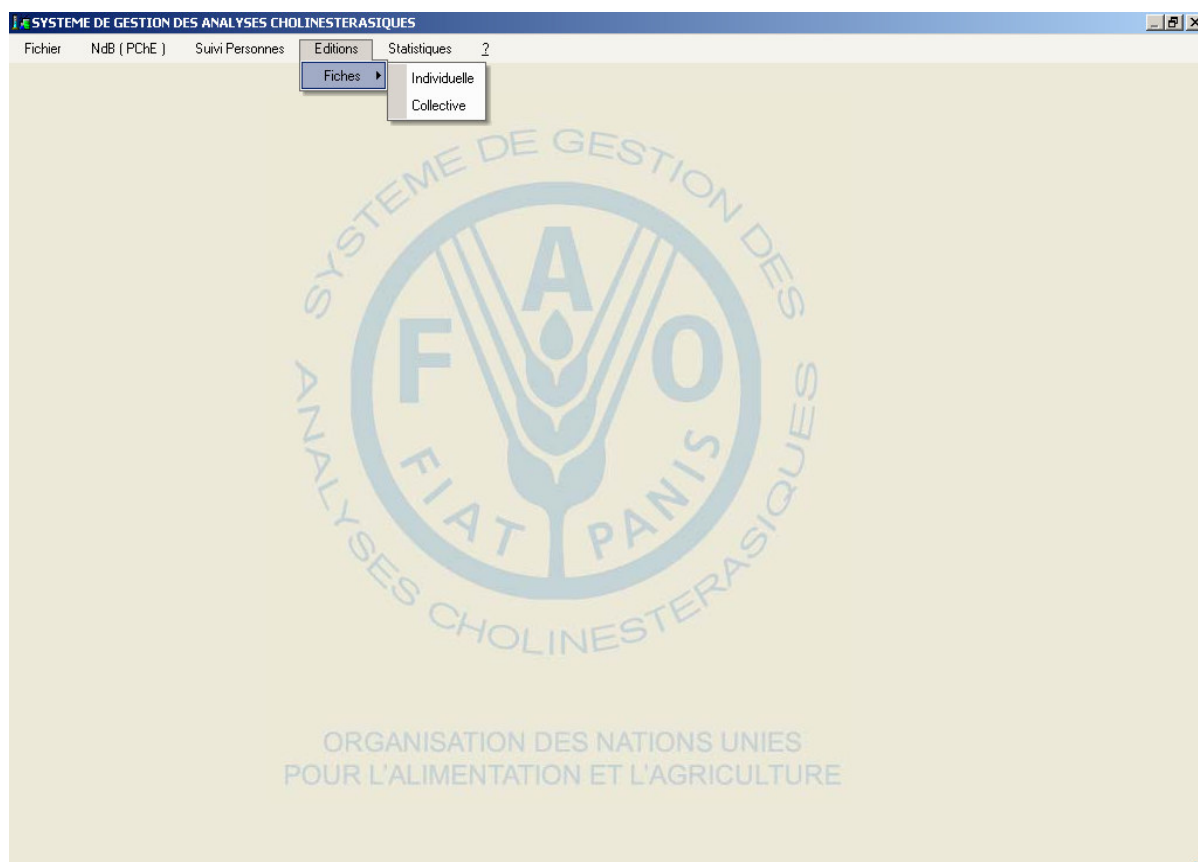
Affiche le résultat du calcul

Affiche l'action médicale et l'action proposée

Rappel des valeurs du Niveau de Base qui a déjà été déterminé

L'affichage des actions se fait après calcul du pourcentage du Niveau de Base et comparaison du quotient (% du NdB (PChE)) aux intervalles suivants : [100-70], [70-60], [60-]. Si le résultat est dans le premier intervalle «pas d'action à faire », si c'est dans le second «inspection des lieux de travail», et sinon si c'est le dernier «Retirer la personne de l'exposition», et pour ce troisième cas il y a une action médicale à proposer, il s'agit de faire la soustraction du résultat obtenu avec la valeur normale qui est de 70 et de diviser le nouveau résultat par 1.25 pour obtenir le nombre de jour de repos nécessaire pour revenir à 70 % (taux normal).

Editions




Editions: AChE-> Fiche Individuelle

Fenêtre de sélection pour impression de la FISAC

Fenêtre Impression Fiche individuelle de suivi analyse cholinestérasique

Applicateurs:

Nom	Prenom	DateNaissance	achesSui	dateSui	hgbSui	ndbacheSui	ndbhgsui	ndbugsui


 Imprimer Fiche individuelle de suivi

Sélection de l'applicateur pour qui on veut imprimer sa FISAC

Bouton qui Imprime la FISAC ci-dessous :

Atelier de formation surveillance sanitaire et analyse cholinestérasique

FICHE INDIVIDUELLE SUIVI ACTIVITE CHOLINESTERASIQUE



ORGANISATION DES NATIONS UNIES
L' ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE

Nom : NDIAYE **Prénom(s):** Mamadou
Date de naissance: 09/09/1965 **Code personnel:** P1
Taille: 1,78 m **Poids:** 85 kg

Niveau de Base (NdB):

ACHE:	4,0560	HGB:	12,4600	U/g:	0,0000
--------------	--------	-------------	---------	-------------	--------

Suivi:

Date	ACHE	% du NdB AChE	Hgb(g/dl)	U/g	% du NdB (U/g)	Action proposée
18/03/2005	3,99	98,40	25,00	15,9600	49,00	Mamadou NDIAYE doit être retiré de l'exposition et Mamadou NDIAYE doit être mis au repos pendant 25 jours
05/07/2005	4,85	75,52	13,00	37,3077	80,65	Mamadou NDIAYE doit être retiré de l'exposition et Mamadou NDIAYE doit être mis au repos pendant 25 jours

Editions: PChE-> Fiche Individuelle

Analyse écotoxicologique des pesticides utilisés en lutte contre le cri

Sélection de l'applicateur pour qui on veut imprimer sa FISAC

Fenêtre de sélection pour impression de la FISAC

Bouton qui Imprime la FISAC ci-dessous :

Atelier de formation surveillance sanitaire et analyse cholinesthésique

FICHE INDIVIDUELLE SUIVI ACTIVITE CHOLINESTERASIQUE



ORGANISATION DES NATIONS UNIES
L' ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE

Nom : SECK

Prénom(s) : Amade

Date de naissance : 02/02/1950

Code personnel : CH1

Taille : 1,78 m **Poids :** 92 kg

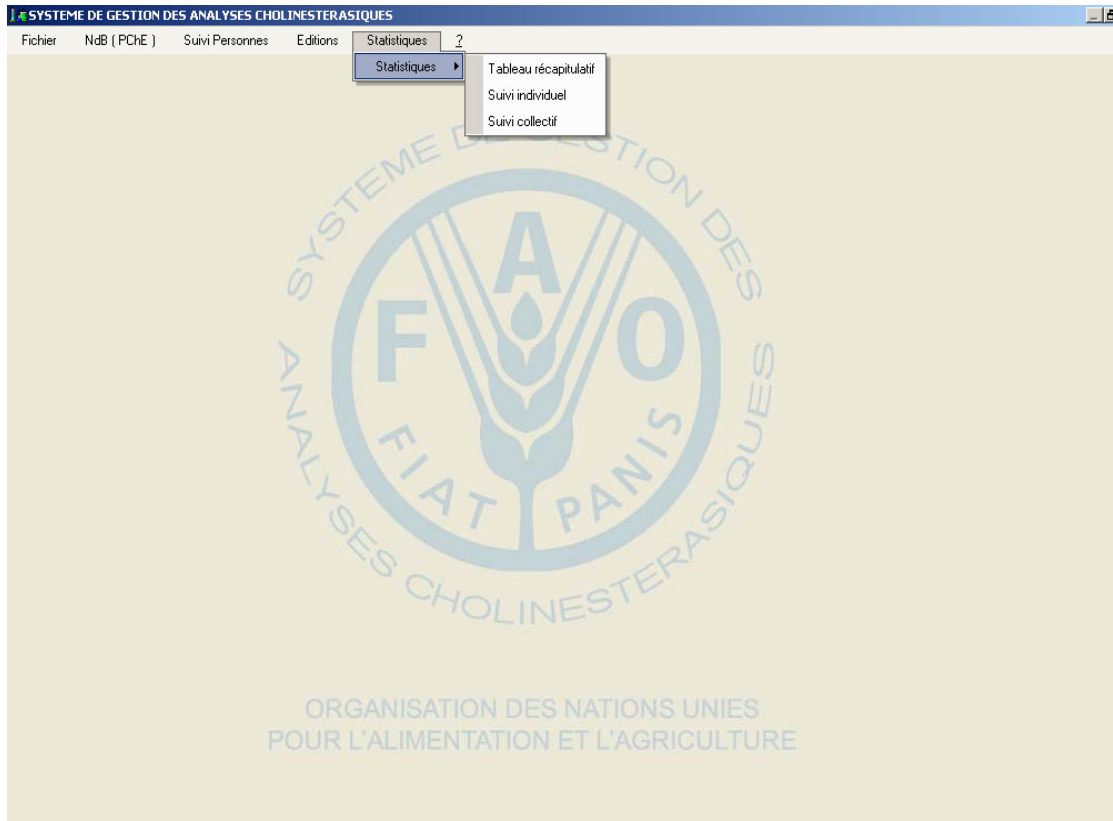
Niveau de Base (NdB):

ACHE :	4,6500	HGB :	12,8050
---------------	--------	--------------	---------

Suivi:

Date	PChE	% du NdB PChE	Hgb(g/dl)	% du NdB Hgb	Action proposée
16/02/2005	4,15	89,25	14,96	76,39	Pas d'action à titre pour Amade SECK

Statistiques



Statistiques: (AChE)->Tableau récapitulatif de suivi

Permet d'effectuer un filtre pour l'affichage des résultats au niveau de la table

Libelle	Total	Pourcentage (%)
Les personnes pour qui le pourcentage est supérieur à 80%	4	80,00
Les personnes pour qui le pourcentage est compris entre 70 et 80%	1	20,00
Les personnes pour qui le pourcentage est compris entre 50 et 70%	0	0,00
Les personnes pour qui le pourcentage est inférieur à 50%	0	0,00
TOTAL	5	100,00

Afficher les personnes pour qui le taux est supérieur à 80%

Afficher les personnes pour qui le taux est compris entre 70 et 80%

Afficher les personnes pour qui le taux est compris entre 50 et 70%

Afficher les personnes pour qui le taux est inférieur à 50%

Tableau récapitulatif des personnes pour qui le taux est supérieur à 80 %

icides utilisés en lutte contre le criquet pèlerin : 149 sur 155

Identifiant de l'App.	Prénoms et Nom	NDB ache	Date suivi
1	Mamadou NDIAYE	90,3370	18/03/2005
5	Moussa MBAYE	122,2380	26/04/2005

Tableau récapitulatif des personnes pour qui le taux est compris entre 50 et 70 %

Prénoms et Noms	NDB ache	Date suivi

Imprimer

Fermer

Tableau récapitulatif des personnes pour qui le taux est compris entre 70 et 80 %

Prénoms et Noms	NDB ache	Date suivi
Mamadou NDIAYE	75,5206	05/07/2005

Imprimer

Fermer

Tableau récapitulatif des personnes pour qui le taux est inférieur à 50 %

Prénoms et Noms	NDB ache	Date suivi

Imprimer

Fermer

Statistiques: (PChE)->Tableau récapitulatif de suivi

Tableau récapitulatif du suivi (PChE) campagne

Choisir Equipe, Fonction et Période

Equipe:

Fonction:

Première Date: 01/01/2005

Deuxième Date: 28/04/2006

Rechercher

Effectifs du 01/01/2005 Au 28/04/2006 Nombre de personnes exclus des calculs : 0

Libelle	Total	Pourcentage (%)
Les personnes pour qui le pourcentage est supérieur à 70%	2	100,00
Les personnes pour qui le pourcentage est icompris entre 40 et 70%	0	0,00
Les personnes pour qui le pourcentage est inférieur à 40%	0	0,00
TOTAL	2	100,00

Fermer

Afficher les personnes pour qui le taux est supérieur à 70%

Afficher les personnes pour qui le taux est compris entre 40 et 70%

Afficher les personnes pour qui le taux est inférieur à 40%

Permet d'effectuer un filtre pour l'affichage des résultats au niveau de la table

Tableau récapitulatif des personnes pour qui le taux est supérieur à 70 %

Identifiant de Ap	Prénoms et Noms	NDB ache	Date suivi
5	Amade SEDK	89,2470	16/02/2005

Imprimer

Tableau récapitulatif des personnes pour qui le taux est inférieur à 40 %

Identifiant de Ap	Prénoms et Noms	NDB ache	Date suivi

Imprimer

ticides u
: 150 su

Tableau récapitulatif des personnes pour qui le taux est compris entre 40 et 70 %

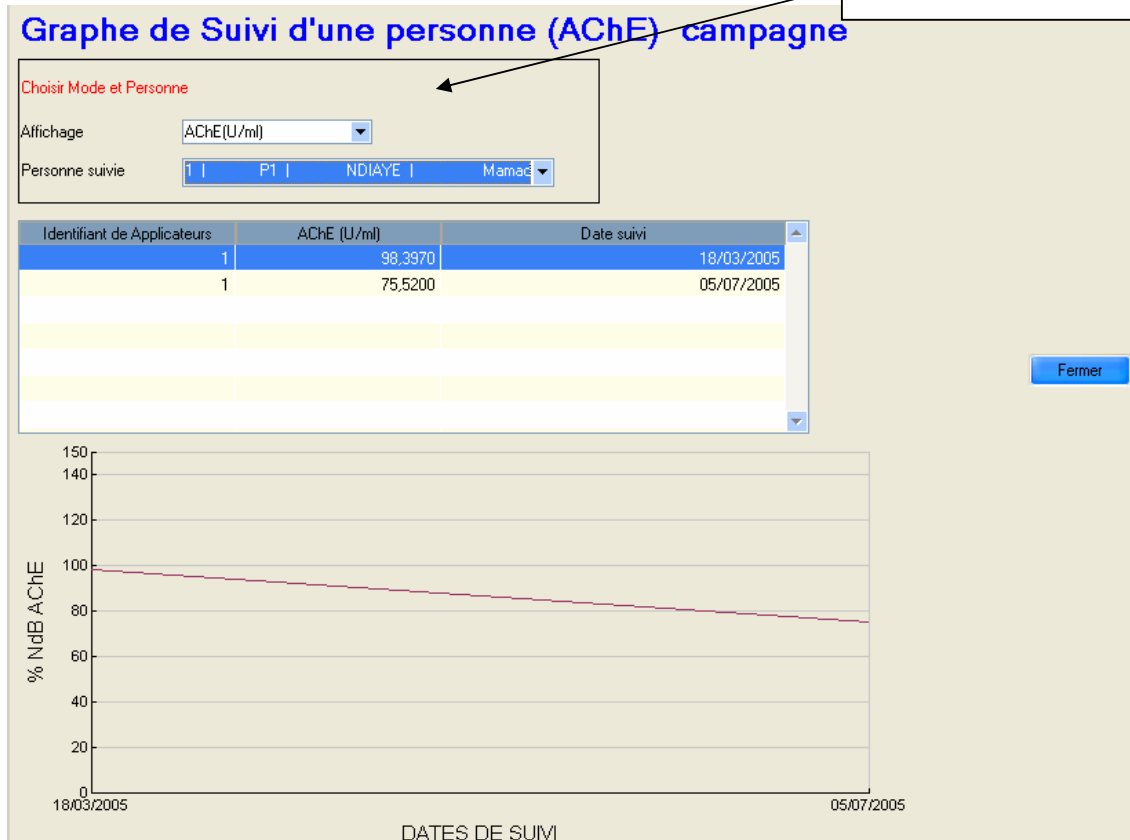
Prénoms et Noms	NdB ache	Date suivi

Imprimer

Fermer

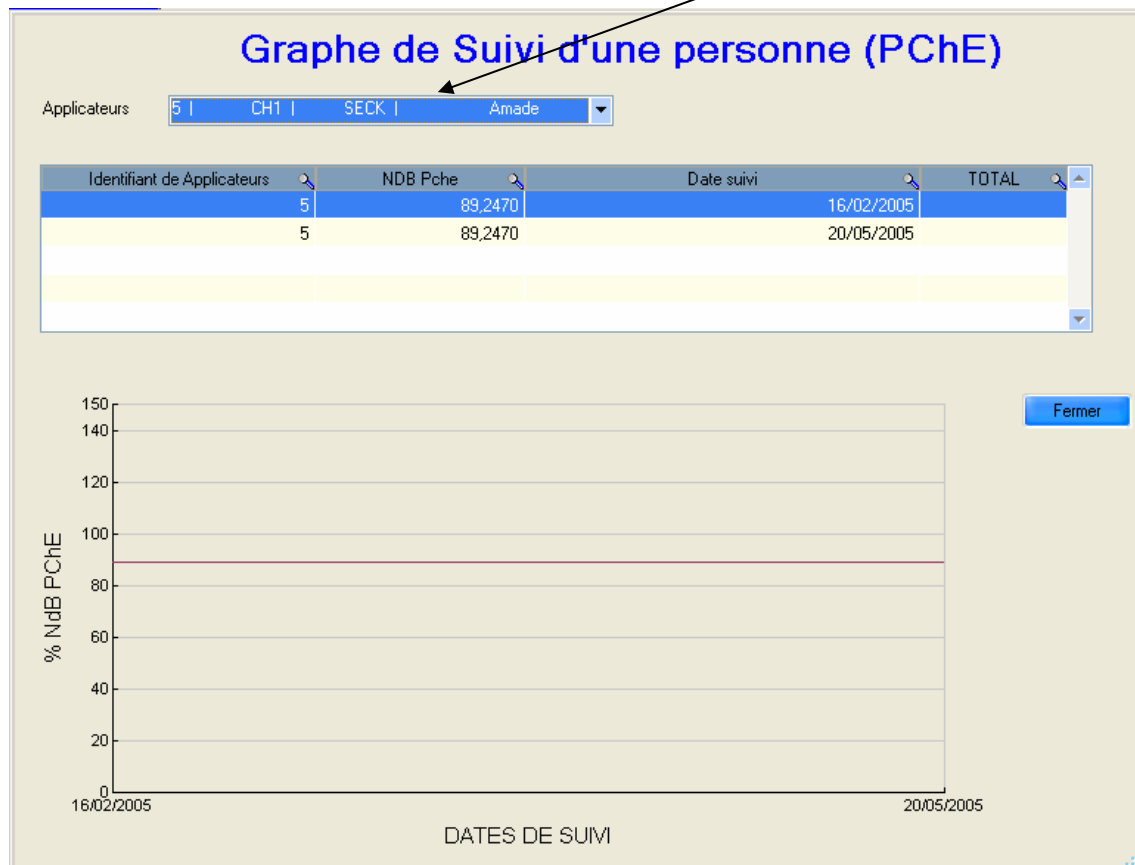
Statistiques: (AChE)->suivi individuel

Sélection de l'applicateur et du mode pour qui on veut afficher sa courbe



Statistiques: PChE->suivi individuel

Sélection de l'applicateur pour qui on veut afficher sa courbe



Statistiques: AChE->suivi collectif

Permet d'effectuer un filtre pour l'affichage des résultats au niveau de la table

Analyse écotoxicologique des pesticides utilisés en lutte contre le criquet pèlerin

Choisir Mode , Equipe , Fonction et Période

Affichage

Equipe

Fonction

Première Date

Deuxième Date

 Rechercher

Tableau récapitulatif du suivi collectif campagne

Identifiant de Applicateurs	NDB ache	Date suivi
1	98,3970	18/03/2005
6	122,3280	29/04/2005
6	100,0100	22/06/2005
1	75,5200	05/07/2005
7	80,5920	13/04/2005

Fenêtre qui permet d'exporter les données pour pouvoir y faire d'autre traitement

Exporter vers ...

Exporter vers ...

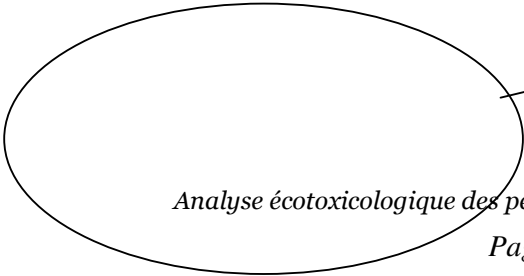
Fichier texte

Word

Excel

Statistiques: PChE->suivi collectif

Permet d'effectuer un filtre pour l'affichage des résultats au niveau de la table



Choisir Equipe , Fonction et Période

Equipe

Fonction

Première Date

Deuxième Date

 Rechercher

Tableau récapitulatif du suivi collectif campagne

Identifiant de Appicateurs	NDB Pche	Date suivi
5	89.2470	16/02/2005
5	89.2470	20/05/2005

Exporter

Fermer

Fenêtre qui permet d'exporter les données pour pouvoir y faire d'autre traitement

Exporter vers ...

Exporter vers ...

Fichier texte

Word

Excel

OK

Annuler