



**HAL**  
open science

# Les moustiques vecteurs de maladies en Aquitaine : historique et risques actuels avec l'évolution des écosystèmes et le changement climatique

Charlotte Cavalier

► **To cite this version:**

Charlotte Cavalier. Les moustiques vecteurs de maladies en Aquitaine : historique et risques actuels avec l'évolution des écosystèmes et le changement climatique. Sciences pharmaceutiques. 2014. dumas-01072504

**HAL Id: dumas-01072504**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01072504>**

Submitted on 8 Oct 2014

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

UNIVERSITÉ de BORDEAUX

**U.F.R DES SCIENCES PHARMACEUTIQUES**

Année 2014

Thèse n°64

Thèse pour l'obtention du

**Diplôme d'État de Docteur en Pharmacie**

Présentée et soutenue publiquement

Le 26 Juin 2014 à Bordeaux

Par **Charlotte Cavalier**

Née le 21/12/1989 à DAX

**TITRE**

**Les moustiques vecteurs de maladies en Aquitaine**  
Historique ; risques actuels avec l'évolution des écosystèmes  
et le changement climatique.

*Directeur de thèse*

**M. Gilbert HAUMONT**

*Jury*

<b>Monsieur Gilbert HAUMONT</b>	Maître de conférences	Président
<b>Madame Isabelle BAUDRIMONT</b>	Maître de conférences	Juge
<b>Madame Séverine TOCAVEN</b>	Pharmacienne	Juge



*« Les plus grandes épreuves auxquelles le Monde aura à faire face dans les années à venir seront la surpopulation, le manque de ressources (eau, matières premières, pétrole...), des pandémies de toutes sortes de maladies connues et nouvelles, des pollutions de toutes sortes (chimiques, air, eau, alimentation...) »*

*Albert Einstein*

## REMERCIEMENTS

### À mon président et directeur de thèse,

**Monsieur Haumont**, Maître de conférences à l'université de Bordeaux,

Je vous remercie d'avoir accepté de diriger cette thèse. Soutien, confiance, disponibilité et encouragements m'ont été d'une grande aide tout au long de ce travail. Sans oublier votre passion pour ce sujet dont vous aimez tant parler à vos étudiants...

### À mes juges,

**Madame Baudrimont**, Maître de conférences à l'université de Bordeaux,

Je vous remercie sincèrement d'avoir accepté de juger cette thèse. Merci aussi pour l'intérêt et le temps que vous avez bien voulu consacrer à mon travail.

**Madame Tocaven** , *Docteur en pharmacie*,

Merci d'avoir si gentiment accepté de juger cette thèse.

### À mes parents,

Je vous remercie pour votre soutien sans faille, vos encouragements et votre patience pendant ces longues années d'études. Merci aussi pour vos conseils bienveillants, les bons moments en famille et les nombreuses parties de rigolade aussi (surtout pour ça d'ailleurs)... et " les p'tits grains de fantaisie, youpi, youpi " (Comprend qui peut ... !)

### À mon frère, Benji,

Merci pour m'avoir soutenu dans mon "take off" dans la vie étudiante bordelaise ! Pour nos débats passionnés, mais aussi pour ta gentillesse. Pourvu que LA session surf de l'année à Mimizan ne soit pas aujourd'hui ... !

### À mon bleuet, Guillaume,

Pour ton soutien et surtout les quelques touches que tu n'as pas relevées et les leurres que tu as perdu dans le Gave ou au Lac d'Aureilhan pour ne pas appauvrir les ressources halieutiques de notre région! " Bref, par respect du poisson quoi ! " Merci pour tes petites attentions et tes encouragements.

**A ma grande amie de promo, Mathilde,**

Merci chouchoute pour nos après-midi café qui me manquent tant. Merci pour ton soutien dans les moments difficiles pendant ces longues années d'études mais aussi nos folles soirées, nos "p'ti" secrets et tout le reste : ton rire, ta bonne humeur, tes cartes postales ...

**A ma famille et mes amis,**

Merci à tous de m'avoir soutenu et pour les bons moments passés ensemble. En espérant qu'il y en ait beaucoup d'autres !

**A ma maître de stage Carole, Anna et toute l'équipe officinale,**

Merci à toutes pour m'avoir encouragé au cours de mon stage de fin d'étude, pour votre patience et la formation que vous m'avez donné durant ces six mois de stage.

*Et enfin, à ceux qui ne sont pas ou plus là,*

*Je pense surtout à toi Suzon, je sais que tu serais fière et que tu rirais aux éclats de lire ces remerciements ... 'cheeu'zus ! "*

# TABLE DES MATIERES

<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>11</b>
<b>Partie 1 : Biodiversité et écosystèmes, généralités. ....</b>	<b>13</b>
<b>1. La biodiversité.....</b>	<b>14</b>
1.1. Définition, généralités.....	14
1.2. Biodiversité en France.....	15
<b>2. Les écosystèmes. ....</b>	<b>16</b>
2.1. Définitions.....	16
2.1.1. Un système.....	17
2.1.1.1. Définition et principe d'organisation hiérarchique. ....	17
2.1.1.2. Stratégies adaptatives et principe d'évolution.(7) .....	17
2.1.2. Un écosystème. ....	18
2.2. Les grands types d'écosystèmes naturels et les agrosystèmes.(10).....	19
2.3. Analyse d'un écosystème, quelques paramètres clés. ....	21
2.3.1. Les interactions. (14) .....	21
2.3.1.1. La compétition.....	21
2.3.1.2. L'antagonisme ou prédation. ....	22
2.3.1.3. Le mutualisme ou symbiose. ....	22
2.3.1.4. Le parasitisme.....	22
2.3.2. Les stratégies.....	23
2.3.3. L'énergie. ....	24
2.3.4. L'information interne ou diversité. ....	24
2.3.4.1. La diversité fonctionnelle.....	24
2.3.4.2. La diversité spécifique. ....	24
2.3.5. La hiérarchie. ....	25
2.4. Evolution des écosystèmes. (7).....	25
2.4.1. Formation d'un écosystème.....	26
2.4.2. Vieillesse et perturbation. ....	26
<b>3. L'homme et les écosystèmes. ....</b>	<b>27</b>
3.1. La fragmentation et la destruction des milieux naturels.....	27

3.2.	La surexploitation des espèces sauvages.....	28
3.3.	La pollution industrielle, agricole ou urbaine. ....	29
<b>4.</b>	<b>Evolution d'un écosystème régional : le paludisme autochtone dans les Landes. ....</b>	<b>30</b>
4.1.	Introduction. ....	30
4.2.	Situation en 1900. ....	30
4.2.1.	Les habitants. ....	30
4.2.2.	Le milieu. ....	31
4.3.	Les symptômes.....	32
4.4.	Régression et éradication. ....	32
4.5.	Point sur la quinine. ....	33
<b>5.</b>	<b>Conclusion.....</b>	<b>33</b>
 <b>Partie 2 : Changement climatique et maladies vectorielles.....</b>		<b>34</b>
<b>1.</b>	<b>Bilan météorologique 2013. ....</b>	<b>35</b>
1.1.	A l'échelle mondiale.....	35
1.2.	En France.....	35
<b>2.</b>	<b>Le réchauffement climatique.....</b>	<b>36</b>
2.1.	L'Anthropocène.....	37
2.2.	Les causes.....	37
2.3.	L'effet de serre. ....	38
2.3.1.	Mécanisme. ....	38
2.3.2.	Les gaz à effet de serre.....	39
2.4.	Les grandes conséquences du réchauffement climatique. ....	40
2.4.1.	Sur le plan de l'environnement. ....	41
2.4.2.	Sur la santé. ....	42
2.5.	Biodiversité et changement climatique, rôle des espèces invasives. ....	42
2.6.	Scénario possible. ....	43
<b>3.</b>	<b>Les maladies vectorielles. ....</b>	<b>44</b>
3.1.	Définition d'un vecteur. ....	45
3.2.	Mécanisme général du cycle.....	45
3.3.	Les principales maladies vectorielles transmises par les moustiques. ....	45
3.3.1.	Le paludisme.....	45

3.3.1.1.	<i>Généralités / Physiopathologie</i> .....	45
3.3.1.2.	<i>Les symptômes.</i> .....	47
3.3.1.3.	<i>Situation actuelle - Evolution</i> .....	48
3.3.1.4.	<i>Prévention.</i> .....	49
3.3.2.	Les arboviroses .....	50
3.3.2.1.	<i>La dengue.</i> .....	50
3.3.2.2.	<i>Le chikungunya.</i> .....	53
3.3.2.3.	<i>Situation actuelle - Evolution</i> .....	54
3.3.2.4.	<i>Point sur les gîtes larvaires.</i> .....	56
3.3.2.5.	<i>Nouvelle arbovirose importée en Europe : Zika.</i> .....	56
3.3.2.6.	<i>Prévention</i> .....	57

### **Partie 3 : Surveillance des écosystèmes, quels dangers futurs attendus pour notre région Aquitaine? ..... 59**

<b>1.</b>	<b>Une préoccupation récente.</b> .....	<b>60</b>
1.1.	Les grandes dates.....	60
1.1.1.	Au niveau international.....	60
1.1.2.	Au niveau européen. ....	62
1.1.3.	Au niveau national.....	62
<b>2.</b>	<b>Mesures de surveillance.</b> .....	<b>64</b>
2.1.	Un nouveau constat alarmant : dernier rapport du GIEC 2014.....	64
2.2.	Les indicateurs. ....	66
2.2.1.	Outils de surveillance de la Stratégie Nationale pour la Biodiversité.....	66
2.2.2.	Deux exemples parlants. ....	67
2.3.	Un concept récent : le développement durable.....	69
<b>3.</b>	<b>Quel sera notre futur?</b> .....	<b>71</b>
3.1.	Où en sont les écosystèmes métropolitains ? .....	71
3.2.	Quels sont les points préoccupants pour notre région ? .....	72
3.2.1.	Concernant les maladies vectorielles.....	73
3.2.1.1.	<i>Vers le retour du paludisme autochtone?</i> .....	73
3.2.1.2.	<i>Doit-on craindre l'arrivée de la dengue et du chikungunya?</i> .....	74
3.2.1.3.	<i>Démoustiquer notre région serait-il bénéfique ?</i> .....	76
3.2.1.4.	<i>L'effet de dilution.</i> .....	78

3.2.2.	Zoom sur la forêt.....	80
3.2.2.1.	<i>Les tempêtes.....</i>	<i>80</i>
3.2.2.2.	<i>Les incendies.....</i>	<i>83</i>
3.2.3.	Zoom sur la dune et le littoral.(70) .....	85
3.2.3.1.	<i>Des évènements extrêmes récents.....</i>	<i>85</i>
3.2.3.2.	<i>Un exemple : Dans la commune de Mimizan.....</i>	<i>86</i>
<b>CONCLUSION.....</b>		<b>88</b>

## LISTE DES FIGURES

FIGURE 1 : ESTIMATION DE LA PROPORTION ET NOMBRE D'ESPÈCES NOMMÉES CHEZ LES EUCARYOTES ET ESTIMATION DE LA PROPORTION DU NOMBRE TOTAL D'ESPÈCES CHEZ LES EUCARYOTES (3) .....	14
FIGURE 2 : PANORAMA DE LA BIODIVERSITE EN FRANCE (6) .....	16
FIGURE 3 : SCHEMA SIMPLIFIE D'UN ECOSYSTEME (7) .....	19
FIGURE 4 : REPARTITION DES BIOMES (13) .....	21
FIGURE 5 : DEFORESTATION ET DESERTIFICATION, ETAT DES LIEUX. ....	28
FIGURE 6: LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE.(20) .....	29
FIGURE 7 : LANDES DE GASCOGNE EN 1977 .....	31
FIGURE 8 : ÉVOLUTION DE LA TEMPERATURE TERRESTRE MOYENNE.(29) .....	36
FIGURE 9 : L'EFFET DE SERRE.(32) .....	39
FIGURE 10 : IMPACT DU RECHAUFFEMENT CLIMATIQUE.(33) .....	40
FIGURE 11 : CYCLE DU PLASMODIUM (37) .....	46
FIGURE 12: GEOGRAPHIE DU PALUDISME AVEC TOUTES ESPECES EN 2000 (38).....	48
FIGURE 13 : DIFFERENCE Aedes albopictus et Aedes aegypti.....	51
FIGURE 14 : MECANISME DE TRANSMISSION DE LA DENGUE .....	52
FIGURE 15 : ZONE A RISQUE CHIKUNGUNYA (A GAUCHE), DENGUE (A DROITE)(45) .....	54
FIGURE 16 : REPARTITION METROPOLITAINE D'Aedes albopictus (45).....	55
FIGURE 17 : CAMPAGNE DE SENSIBILISATION : PREVENIR LA DENGUE ET LE CHIKUNGUNYA. (48) .....	58
FIGURE 18 : INDICATEUR DE DEPENSE NATIONALE POUR LA BIODIVERSITE (55).....	66
FIGURE 19 : INDICATEUR DE DEPLACEMENT DES ESPECES D'OISEAUX LIE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE (56) .	67
FIGURE 20 : INDICATEUR DE LA PROPORTION D'ESPECES METROPOLITAINES ETEINTES OU MENACEES. (57) .....	68
FIGURE 21: OBJECTIFS ET ACTIONS DU DEVELOPPEMENT DURABLE.(59) .....	70
FIGURE 22: UTILISATION DES ECOSYSTEMES EN FONCTION DE LA DEMOGRAPHIE MONDIALE (60).....	71
FIGURE 23 : IMPLANTATION D'A.albopictus EN EUROPE DE 1995 A 2011 (63) .....	75
FIGURE 24 : EXTENSION POSSIBLE D'A.albopictus EN EUROPE DE 2010 A 2030. (64) .....	76
FIGURE 25 : LES ESPECES DE MOUSTIQUES IDENTIFIEES SUR LA FAÇADE ATLANTIQUE(65) .....	77
FIGURE 27 : TAUX MOYEN DE DEGATS DE PINS MARITIMES (67). ....	82
FIGURE 28 : SENSIBILITE AUX INCENDIES DE FORETS ACTUELLE ET A L'HORIZON 2040. (69).....	84
FIGURE 28 : DEBORDEMENTS SUR LES BERGES ET FORTE EROSION EN AMONT DU COURANT (70).....	86
FIGURE 28 : ÉROSION DE LA DUNE (70) .....	87

## LISTE DES TABLEAUX

<i>TABLEAU I : RECAPITULATIF DES INTERACTIONS INTERSPECIFIQUES.(15).....</i>	23
<i>TABLEAU II : EXEMPLES D'INCIDENCES ASSOCIEES A LA VARIATION DE LA TEMPERATURE MOYENNE A LA SURFACE DU GLOBE(34) .....</i>	44
<i>TABLEAU III : EFFICACITE DES MOYENS DE LUTTE ANTI-MOUSTIQUES.(47).....</i>	57
<i>TABLEAU IV : 20 OBJECTIFS DE LA STRATEGIE NATIONALE POUR LA BIODIVERSITE. (53).....</i>	63

# INTRODUCTION

L'actualité en parle, le réchauffement climatique et l'érosion de la biodiversité auront un impact certain sur notre vie future. Dans l'histoire de notre planète, des successions d'extinctions majeures ont eu lieu mais actuellement, les scientifiques discutent d'une sixième et nouvelle période d'extinction massive qui est remarquable et inédite par sa rapidité. A chaque rapport d'experts du GIEC sur l'évolution du climat, le bilan est sans appel et les alertes renouvelées, nous devons nous préparer à affronter de nouveaux risques sanitaires dans les années futures. Un des risques fréquemment évoqué est l'expansion des maladies vectorielles.

Dans ce contexte mondial, on peut se demander quels sont les risques en France métropolitaine. Rappelons qu'il n'y a pas si longtemps le paludisme autochtone sévissait dans nos campagnes aquitaines. Actuellement, les Départements et Territoires d'Outre Mer doivent déjà faire face à des épidémies de dengue et de chikungunya. Devant cette réalité, nous pouvons nous interroger sur les moyens de lutte à notre disposition afin de répondre au mieux à ces nouvelles menaces. Le Pharmacien d'officine peut-il jouer un rôle dans la prévention de ces maladies récentes, peut-il avoir un rôle d'éducation et/ou de sensibilisation?

Il est important de souligner que les impacts du réchauffement climatique en cours sont plus étendus, ils touchent tous les écosystèmes et donc, plus largement, la biodiversité.

Dans le travail qui suit, nous allons dans un premier temps définir la biodiversité et les écosystèmes. Ces deux entités sont intimement liées et leur fonctionnement est extrêmement complexe. Quelques notions sont nécessaires à la compréhension des évolutions extraordinaires actuelles. Ces écosystèmes évoluent, parfois en faveur de l'homme, nous prendrons comme exemple l'éradication du paludisme autochtone dans la région Aquitaine dans les années 1950. Mais cette action anthropique sur l'environnement peut aussi avoir des effets néfastes, c'est ce que nous étudierons dans la seconde partie de ce travail. Les scientifiques commencent à parler d'une nouvelle ère géologique : l'Anthropocène. Par exemple, il est aujourd'hui devenu indéniable que les activités humaines influent sur le climat avec des risques de nouvelles maladies vectorielles que nous développerons dans la deuxième partie de ce travail. Après avoir vu tous ces éléments, nous verrons qu'une prise de conscience mondiale est en marche en faveur de la protection de la biodiversité. Les écosystèmes sont de plus en plus surveillés, étudiés et donc protégés. Nous nous questionnerons également sur les risques régionaux concernant les maladies vectorielles.

Pour finir, deux grands écosystèmes emblèmes de notre région sont actuellement bouleversés par des extrêmes climatiques à savoir la forêt de pins maritimes ainsi que le cordon dunaire. Nous évoquerons succinctement ces deux éléments pour clore ce travail.

En conclusion nous discuterons du rôle éventuel des personnels de santé et plus particulièrement des Pharmaciens dans la mise en place de moyens de prévention, d'éducation et d'adaptation.

# Partie 1 : Biodiversité et écosystèmes, généralités.



Source : ecobase21.net

# 1. La biodiversité.

## 1.1. Définition, généralités.

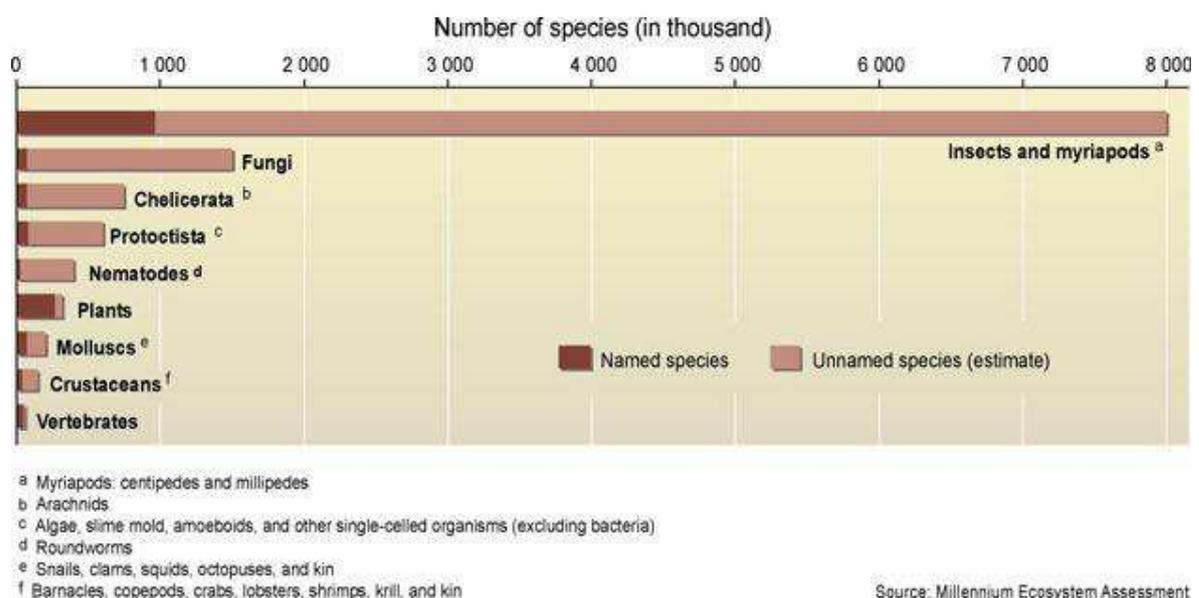
La biodiversité représente l'ensemble des formes de vie existantes sur Terre. Venant du grec "Bios" qui signifie vie et du latin "diversus" qui signifie opposé, contraire, divers ; la biodiversité désigne donc la diversité du vivant.

La biodiversité est un concept récent, c'est en 1992 au Sommet de la terre à Rio de Janeiro qu'a été portée au grand public cette notion.

Quand on parle de biodiversité, il ne s'agit pas simplement d'énumérer les diverses espèces vivantes. Il est indispensable de considérer l'environnement, les interactions entre espèces, entre espèces et milieu naturel et leurs évolutions.

En bref, la biodiversité est une notion très complexe regroupant de nombreux aspects, et beaucoup d'inconnues englobent ce terme. A l'heure actuelle, 1.9 millions d'espèces vivantes sont recensées. En 2010, une équipe de chercheurs a publié une nouvelle estimation(1) : il existerait 8,7 millions d'espèces eucaryotes. D'après cette même étude, il existerait 2,2 millions d'espèces marines et 6,5 millions d'espèces terrestres. Il y aurait 7,77 millions d'espèces d'animaux, 298 000 de végétaux et 611 000 de champignons(2). Il resterait donc à découvrir 86% des êtres vivants terrestres, et 91 % de ceux vivants dans les océans.

Figure 1: Estimation de la proportion et nombre d'espèces nommées chez les eucaryotes et estimation de la proportion du nombre total d'espèces chez les eucaryotes (3)



On remarque sur cette figure que la classe des insectes est celle où le nombre d'espèces inconnues est le plus important. On estime aussi que les règnes fongiques, des chélicérates, des algues et des nématodes sont eux aussi largement constitués d'espèces encore non recensées à l'heure actuelle.

Au vue de ces estimations, on peut dire que l'étude de la biodiversité, est une discipline pleine d'incertitudes du fait de la composante "inconnue" sur Terre. Comment peut-on étudier un domaine dont on ne connaît pas la constitution exacte ?

Malgré cette question, la biodiversité est un sujet très étudié à l'heure actuelle et au cœur de nombreuses préoccupations. On distingue trois grandes approches de la biodiversité :

- la diversité des espèces, dite diversité spécifique.
- la diversité des individus au sein d'une même espèce c'est ce que l'on appelle la diversité génétique.
- la diversité des milieux (dans lesquels les espèces vivent), on parle alors d'écosystèmes.

## **1.2. Biodiversité en France.**

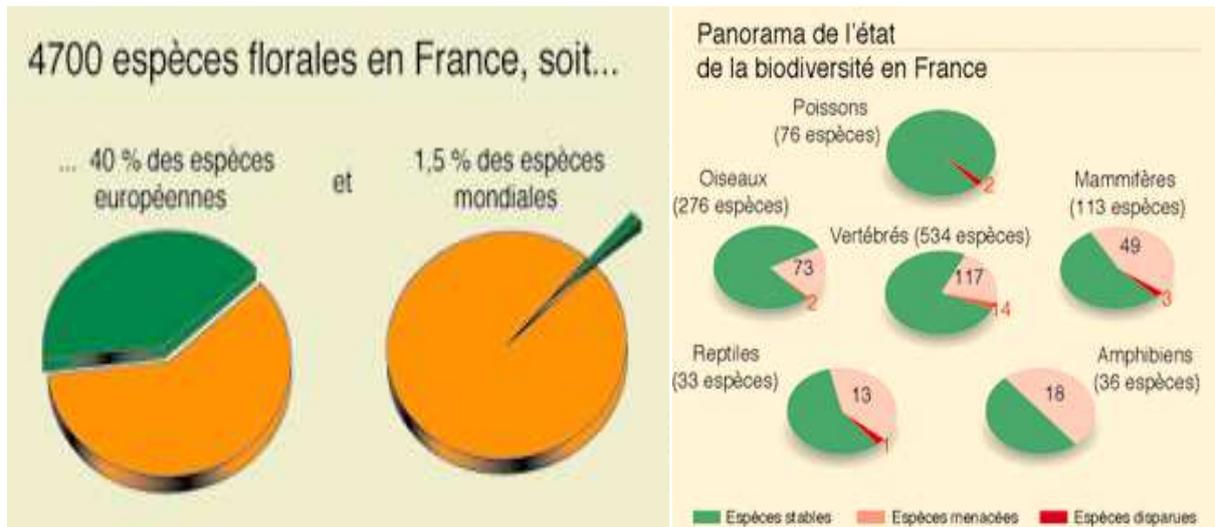
Qu'il s'agisse de la métropole ou des territoires d'outre-mer, la France possède une biodiversité très riche. En effet, le pays est présent sur deux continents et dans les trois océans (c'est le deuxième domaine maritime du monde avec 11 millions de kilomètres carrés).

Parmi huit zones principales de répartition des êtres vivants définies par des experts, la France en regroupe quatre à savoir : la zone atlantique, continentale, méditerranéenne et alpine. Elle est aussi à la première place européenne pour la diversité des amphibiens, des oiseaux et des mammifères. On peut citer aussi la Guyane qui est elle située dans l'un des derniers grands massifs forestiers de la planète : l'Amazonie.

De plus, 10 % des récifs coralliens et des lagons de la planète sont situés dans les eaux françaises.(4)

En chiffre, on recense en France 11 934 espèces végétales, 43 727 espèces animales et 14 183 espèces fongiques.(5)

Figure 2 : Panorama de la biodiversité en France (6)



La France possède donc une biodiversité riche mais il faut toutefois être vigilant et veiller à la préserver car on observe déjà quelques espèces disparues, et, plus inquiétant, un grand nombre d'espèces sont actuellement menacées d'extinction proche. Nous aborderons ce problème dans la dernière partie de ce travail.

## 2. Les écosystèmes.

Les notions de biodiversité et d'écosystèmes sont intimement liées. En effet, un écosystème renferme une biodiversité qui lui est propre, mais, plus généralement, les écosystèmes constituent la biodiversité au sens large. Il est donc important de définir plus précisément ce terme d'écosystème.

### 2.1. Définitions.

Un écosystème peut se définir comme un ensemble dynamique d'organismes vivants (de toute nature comme des plantes, des animaux ou encore des micro-organismes) qui interagissent entre eux d'une part et avec le milieu dans lequel ils vivent d'autre part. Par milieu on entend la composition du sol, le taux d'humidité, les conditions climatiques environnantes, en bref, tous les paramètres physico-chimiques qui entrent en jeu.

Pour mieux comprendre ce qu'est un écosystème et comment il fonctionne, il convient tout d'abord de définir plus précisément un système.

## 2.1.1. Un système.

### 2.1.1.1. Définition et principe d'organisation hiérarchique.

C'est Von Bertalanffy dans son ouvrage "General System Theory" en 1968 qui définit le système. Les systèmes ont plus tard été souvent redéfinis en deux étapes :

- Un système est tout d'abord "un ensemble d'éléments en interaction", parfois la précision suivante est apportée : "éléments interagissant entre eux et éventuellement avec le milieu extérieur".(7)
- Un système a ensuite des propriétés clés. Parmi ces propriétés on peut citer entre autre : un environnement, une organisation, une autonomie de l'ensemble et une stabilité.

Les interactions ont pour objectif de faire survivre le système. A l'échelle des écosystèmes, les espèces qui les constituent, entretiennent deux types d'interactions majeures : entre elles et avec l'environnement.

Un autre point essentiel pour définir un système est le principe d'organisation hiérarchique.

D'une part, l'environnement d'un système ne perçoit que dans une moindre mesure les interactions des éléments qui le composent mais il est plus en relation avec l'entité globale. D'autre part, l'environnement d'un système constitue lui aussi un autre système et l'association de ces derniers, forme de nouvelles entités d'un niveau supérieur et ainsi de suite.

Ainsi on voit bien que tout le vivant et son environnement sont étroitement liés et entretiennent des interactions plus ou moins étroites selon l'échelle sur laquelle on se place.

Plus simplement, on assiste à une succession de niveau d'intégration hiérarchiquement emboîtés. Dans le domaine du vivant, on observe les niveaux d'organisation successifs suivants :

*macromolécules → organites → cellules → tissus → organes → "systèmes" d'organes → organismes → population et société → écosystèmes → biosphère. (7)*

### 2.1.1.2. Stratégies adaptatives et principe d'évolution.(7)

Un système est une entité qui évolue ce qui implique que les composants de ce dernier développent des stratégies adaptatives pour survivre au sein de celui-ci. Et inversement, ces adaptations sont possibles uniquement si le système est "modulable" et permet le changement.

Le concept de stratégie adaptative sous entend plusieurs possibilités de réponses. En effet en vue d'un objectif, les protagonistes d'un système ( ou plus largement d'un écosystème dans notre travail ) peuvent s'adapter. Un exemple d'adaptation : une espèce en voie

d'extinction va mettre en place des stratégies concernant sa reproduction en augmentant sa natalité, et/ou en mettant en place des mécanismes de protection se perfectionnant au fil des générations pour aboutir à une descendance résistante.

D'une manière générale, en l'absence de perturbation, le système va évoluer vers une complexification. S'il y a perturbation, le système va produire un "stress" entraînant la simplification de celui-ci.

Pour la suite de ce travail il faudra garder en tête que l'étude des écosystèmes et plus largement de la biodiversité se fait à partir d'une image à un instant "t" qui ne reflète que partiellement la réalité du milieu car les adaptations et les évolutions sont permanentes et bien souvent imprévisibles.

### **2.1.2. Un écosystème.**

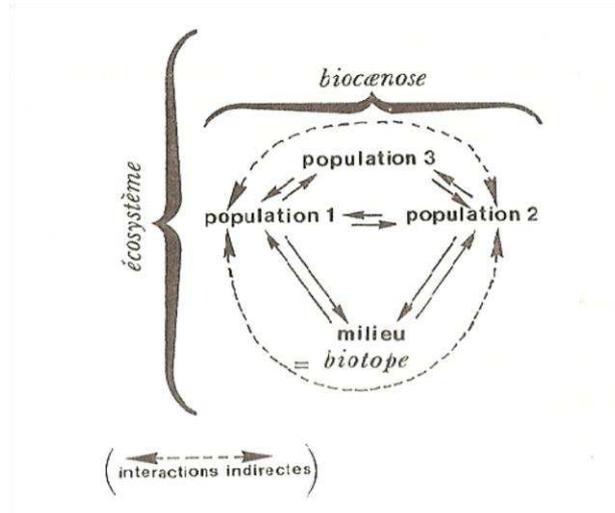
Comme vu précédemment, un écosystème est défini par un système c'est-à-dire un ensemble d'éléments en interaction les uns avec les autres. C'est un système hiérarchisé dans lequel les éléments qui le composent sont eux-mêmes des sous-systèmes hiérarchisés.(8)

La définition des écosystèmes est souvent reprise sous la forme (7) :

"Écosystème = biotope + biocénose "

Le biotope est un milieu défini par des caractéristiques physico-chimiques plus ou moins stables et abritant une communauté d'êtres vivants (9). La biocénose se définit quand à elle comme un ensemble d'êtres vivants rassemblés par l'attraction qu'exercent sur eux les divers facteurs du milieu. Ce groupement est caractérisé par une composition spécifique, par l'existence de phénomènes d'interdépendances et il occupe un espace bien déterminé : le biotope.(8)

Figure 3 : Schéma simplifié d'un écosystème (7)



Cette figure schématise et résume ce qu'est un écosystème, on note des interactions entre les diverses populations du milieu et l'environnement.

On peut considérer un écosystème selon différentes échelles spatio-temporelles, pour exemple, au niveau spatial, on peut étudier une flaque d'eau qui constitue à elle seule un écosystème ou plus largement un océan ou encore la Terre dans sa globalité.

En ce qui concerne les échelles temporelles là encore il faudra distinguer les écosystèmes dits temporaires (ne perdurant que quelques heures ou jours, citons par exemple, la flaque d'eau) des écosystèmes dits permanents (à durée de vie très longue : forêts, océans...).

## **2.2. Les grands types d'écosystèmes naturels et les agrosystèmes.(10)**

Pour la suite de ce travail nous ne parlerons que des écosystèmes permanents. Bien sûr, il existe un nombre infini d'écosystèmes en fonction de l'échelle sur laquelle on se place. Sur notre planète Terre on distingue de grands types de macro-écosystèmes. Un macro-écosystème se caractérise par un type de végétation dominant sur de vastes surfaces c'est ce que l'on appelle les biomes.

Parmi les macro-écosystèmes majeurs on peut citer :

- les forêts : les forêts tropicales situées aux niveaux tropical et équatorial constitueraient près de 75% de la biodiversité mondiale terrestre. Les forêts boréales sont situées plus au Nord et sont composées essentiellement de conifères ; ce sont les plus vastes forêts du monde. Enfin les forêts tempérées, se composent de feuillus et/ou de conifères, elles hébergent un grand nombre de mammifères et possèdent une flore très variée. Un exemple de forêt tempérée est la forêt d'Aquitaine.

- les mers et océans : ils couvrent la plus grande partie de la surface de la Terre. Ils sont constitués d'une très grande biodiversité : algues, coraux, poissons... Mais ce macro-écosystème est en danger notamment à cause de la surpêche : en quelques chiffres, environ 86 % de la production totale du secteur des pêches soit 128,3 millions de tonnes en 2010 ont été utilisés pour la consommation humaine directe. Les 14% restants, soit 20,2 millions de tonnes, ont été destinés à des produits non alimentaires, principalement la préparation de farines et huile de poisson.(11)

Ce macro-écosystème est source de découvertes puisque tellement vaste une grande partie de celui-ci n'est pas exploré. En 1976 ont été découvertes à plusieurs milliers de mètres de profondeur des zones de rencontre de plaques tectoniques d'où s'écoule du magma. Ces zones possèdent une biodiversité très riche en mollusques, crustacés, poissons, végétaux, bactéries et planctons. (12)

Les récifs coralliens constituent eux aussi un écosystème riche en biodiversité. Les algues qui les composent jouent un rôle essentiel à la vie sous-marine puisqu'elles sont les premiers maillons de la chaîne alimentaire.

- les lacs et rivières : constitués d'eau douce, ces milieux représentent 3% de la quantité totale d'eau sur Terre. Ils renferment un nombre important d'espèces de poissons, d'amphibiens, de larves d'insectes, de plantes aquatiques et des mammifères tels que les loutres et les castors.

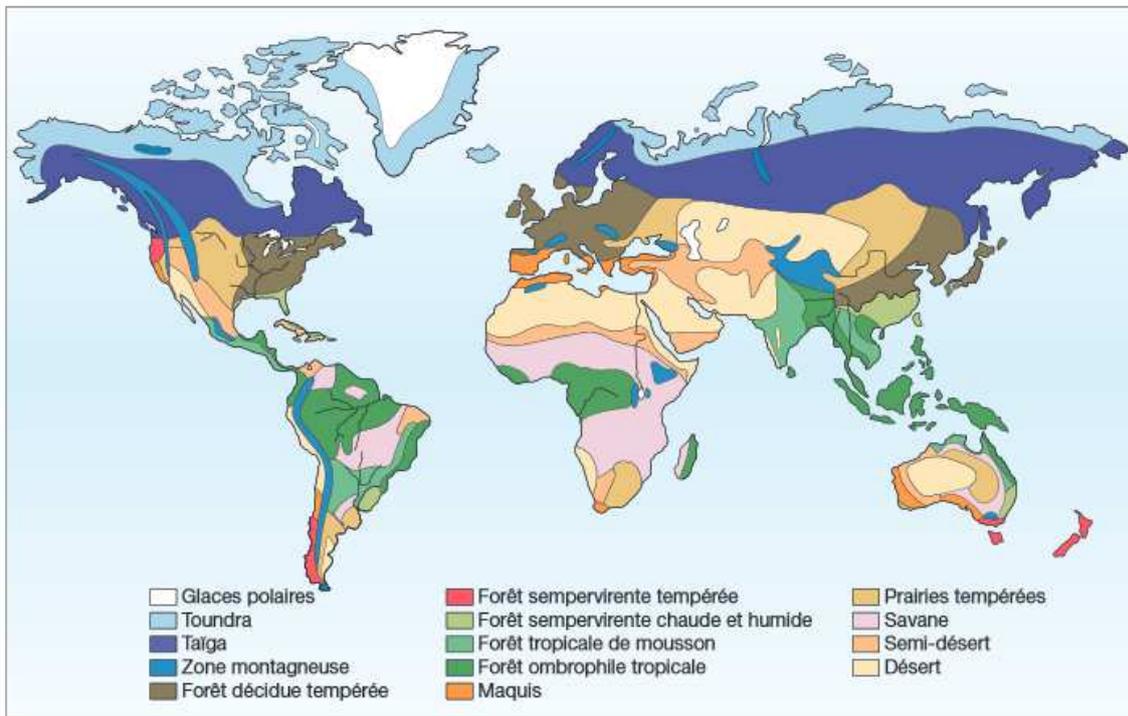
- les déserts : les déserts recouvrent une grande surface sur notre planète. Ces macro-écosystèmes n'abritent qu'un très faible nombre d'espèces. Ils sont froids avec les déserts polaires ou chauds comme les déserts intertropicaux tels que le Sahara. Les conditions difficiles qui y règnent (températures extrêmes, faible quantité d'eau, fort ensoleillement) entraînent des adaptations uniques de la part des organismes vivants parfois très rares.

- les prairies : Les prairies forment des écosystèmes composés principalement de plantes herbacées. Elles possèdent une biodiversité variée. Il existe de nombreux types de prairies. Parmi elle, *la toundra*, dont le sol reste gelé en permanence en profondeur, située en Europe de l'Est et du Nord.

Très répandues dans le monde, *les grandes prairies et les steppes tempérées* sont constituées de plantes, et parcourues par des troupeaux de grands herbivores. En montagne, on parle de *prairies alpines*, le climat y est froid. Elles abritent de nombreuses espèces (marmotte, edelweiss, plusieurs espèces d'orchidées).

La *savane tropicale*, située entre deux tropiques, correspond à des prairies aux herbes hautes, contenant quelques arbres et arbustes isolés, et abritant de grands troupeaux d'herbivores (girafes, zèbres...).(10)

Figure 4 : Répartition des biomes (13)



Cette figure illustre la répartition des grands biomes. Il est à noter qu'en France le macro-écosystème dominant est la forêt décidue tempérée.

Outre les grands écosystèmes naturels, on peut citer aussi les agrosystèmes. Ce sont des écosystèmes créés par des pratiques agricoles comme l'élevage ou encore les cultures. Ce sont des espaces d'interactions entre les humains, ses savoirs, ses pratiques et la diversité des ressources naturelles. Les écosystèmes agricoles couvrent près d'un tiers de la surface de la planète.

### 2.3. Analyse d'un écosystème, quelques paramètres clés.

Pour décrire un écosystème, on utilise plusieurs paramètres majeurs :

#### 2.3.1. Les interactions. (14)

Comme vu précédemment, un écosystème est caractérisé par des interactions interspécifiques mais aussi entre espèces et l'environnement. Plusieurs types d'interactions peuvent être recensés.

##### 2.3.1.1. La compétition.

Elle existe lorsque des individus de la même espèce ou d'espèces différentes, recherchent et exploitent la même ressource. Elle se manifeste aussi quand les ressources ne sont pas limitées mais que les organismes en concurrence se nuisent.

La compétition peut être intraspécifique (vis-à-vis d'une ressource alimentaire, d'un territoire) ou interspécifique. Dans ce dernier cas, les espèces en jeu occuperont la même niche écologique. Au sein d'un écosystème, de nombreuses espèces se rencontrent dans le même habitat mais chacune occupe une niche écologique qui lui est propre. Deux espèces qui occupent la même niche écologique vont entrer en compétition.

### **2.3.1.2. L'antagonisme ou prédation.**

On appelle prédateur, au sens large, tout organisme qui se nourrit aux dépens d'un autre. Le prédateur et la proie appartiennent à deux espèces différentes et même le plus souvent, à des règnes différents. Cependant, le cannibalisme s'observe chez de nombreux animaux.

En cas d'antagonisme fort, il se peut qu'une coexistence soit impossible et mène alors à la disparition d'une des deux espèces, c'est l'amensalisme.

### **2.3.1.3. Le mutualisme ou symbiose.**

C'est une interaction entre deux ou plusieurs espèces, dans laquelle tous les deux (ou plus) tirent profit de cette relation. L'association peut être facultative c'est le mutualisme ou devenir obligatoire pour les deux espèces, on parle alors de symbiose.

Dans le cas de la symbiose, les deux partenaires s'échangent des molécules indispensables à leur survie. L'hôte ne peut pas utiliser seul une ressource présente dans son biotope, tandis que le symbionte est capable d'utiliser cette même ressource et de la transformer en substance assimilable par l'hôte.

### **2.3.1.4. Le parasitisme.**

Le parasitisme est une association dans laquelle l'un des deux partenaires tire profit de l'autre. On parle de parasite (qui a besoin de l'espèce parasitée pour se développer) et d'hôte (qui subit l'interaction). Contrairement au prédateur, le parasite n'entraîne pas nécessairement la mort de l'hôte aux dépens duquel il se développe.

Dans la suite de ce travail, nous parlerons beaucoup du paludisme qui fait intervenir cette interaction de parasitisme.

Tableau I : Récapitulatif des interactions interspécifiques.(15)

Tableau représentant les principales relations existant entre les différentes espèces d'un même milieu.

		Espèce A	Espèce B	
		○	○	neutralisme
AIDE	mutuelle	+	+	mutualisme
		+	+	symbiose
	unilatérale	+	○	commensalisme
EXPLOITATION		+	-	prédation
		+	-	parasitisme
COMPETITION		-	-	concurrence

+ signifie action favorable  
 - signifie action défavorable  
 ○ signifie action nulle

### 2.3.2. Les stratégies

Un écosystème se caractérise par la mise en place de diverses stratégies. Ces stratégies, qu'elles soient démographiques, alimentaires ou de croissance, permettent de répondre aux modifications aléatoires et imprévisibles du milieu.

Concernant les stratégies démographiques, elles peuvent être de deux types : soit on assiste à une multiplication intensive de la reproduction en réponse à une surmortalité ; soit on verra la survie d'un groupe restreint d'individus au sein de l'espèce mais qui auront acquis des mécanismes de survies adaptés et spécifiques.

Les stratégies alimentaires obéissent généralement à une règle simple, quelle que soit l'espèce considérée, elle ne dépensera jamais plus d'énergie pour rechercher une denrée alimentaire que l'énergie que lui apportera la ressource lors de son assimilation.

Au cours de l'évolution d'un écosystème (notion développée ci-après), on voit se mettre en place une stratégie de croissance et/ou de développement.

### **2.3.3. L'énergie.**

Ce point est très complexe, nous ne l'approfondirons pas dans ce travail. Il est cependant nécessaire de garder à l'esprit que le fonctionnement d'un écosystème est directement lié aux flux de matières et d'énergie qui le composent.

Les minéraux composent la matière en formant des molécules organiques. Or le point de départ est la formation de toutes ces molécules grâce à des liaisons chimiques nécessitant de l'énergie qui est puisée dans l'environnement.

### **2.3.4. L'information interne ou diversité.**

A l'intérieur d'un écosystème se retrouve une diversité fonctionnelle d'une part et taxonomique d'autre part.

#### **2.3.4.1. La diversité fonctionnelle.**

Au sein d'un écosystème, chaque espèce possède des caractéristiques propres et un rôle personnel.

E.P Odum dans "Fundamentals of Ecology" (1971) dit : " L'habitat d'une espèce est son adresse, la niche est sa profession".

Plus simplement, chaque espèce occupe sa propre niche écologique. Les différentes niches écologiques constituent les caractères essentiels au bon fonctionnement des écosystèmes.

#### **2.3.4.2. La diversité spécifique.**

Elle correspond simplement au nombre d'espèces inventoriées au sein d'un écosystème. D'une manière générale, on remarque que lorsque la diversité d'un genre diminue ou augmente, la diversité des autres varie dans le même sens.

Certaines espèces sont indispensables à la stabilité des écosystèmes. Si elles viennent à disparaître, on assistera alors à une simplification vers une forme moins organisée de la structure ; le milieu s'appauvrit. On peut alors dire que la diversité spécifique d'un écosystème reflète en partie son niveau de complexification. Autrement dit, plus un milieu est riche, plus le système est complexe et évolué.

Au cours des temps géologiques, la diversité spécifique a beaucoup évolué. De grandes périodes d'extinctions ont eu lieu comme il y a environ 65 millions d'années, les grands reptiles ont disparu à la fin du Crétacé. On distingue ainsi six périodes au cours des derniers 460 millions d'années, chacune d'une durée de 35 à 142 millions d'années, se terminant par des extinctions massives et se poursuivant par des rétablissements de 3 à 8 millions

d'années. Certains organismes se sont maintenus en dépit de ces changements, d'autres ont disparu ou ne subsistent qu'à l'état de vestiges, après avoir proliféré et dominé tous les autres.(16)

Lors de la première extinction massive en -428 millions d'années, 70% des espèces marines disparaissent. Lors de la deuxième extinction en -365 millions d'années, là encore, environ 70% des espèces animales sont touchés. Dans les deux cas, une importante glaciation aurait entraîné la baisse des océans.

La crise permo-triasique est sans doute la plus grave extinction massive qu'ait connue la Terre : plus de 90 % de toutes les espèces présentes disparaissent, aussi bien sur terre que dans les océans. Cette extinction serait due à une comète de 11 km de diamètre qui a percuté la Terre. Pendant les 20 millions d'années suivantes, on pense que la Terre est restée presque stérile et toxique.

Les deux extinctions suivantes en -200 et -65 millions d'années ont vu la disparition de 20% des espèces marines. La première a laissé place aux dinosaures ; la deuxième a elle aboutit à la disparition de ces derniers c'est la crise Crétacé-Tertiaire où tous règnes confondus huit espèces sur dix ont disparu. Une chute de météorite serait à l'origine de cette cinquième extinction massive.

L'extinction actuelle, provoquée par les activités humaines, est comparable à une crise biologique majeure puisque d'ici à 2050, les scientifiques considèrent que 25 à 50 % des espèces pourraient disparaître.(17)

Cette nouvelle extinction est remarquable et originale par une vitesse d'extinction des espèces sans précédent.

### **2.3.5. La hiérarchie.**

Comme vu dans le fonctionnement d'un système, il existe un principe hiérarchique au sein des écosystèmes. Pour rappel, un système avec ses interactions est lui même une partie d'un autre système supérieur et ainsi de suite... Une hiérarchie s'instaure.

## **2.4. Evolution des écosystèmes. (7)**

Un écosystème est soumis à diverses perturbations. En réponse à ses dernières, le système évolue.

### **2.4.1. Formation d'un écosystème.**

Suite à une modification du milieu, un espace se libère ce qui laissera la place à une nouvelle espèce pour s'implanter. Dans un premier temps, l'espèce invasive aura une caractéristique de multiplication et de croissance rapide. A ce stade, plusieurs espèces peuvent entrer en compétition, c'est celle qui sera la plus robuste et la mieux adaptée au milieu qui persistera.

Au fil du temps, une maturation a lieu, on assiste alors à une complexification par augmentation de la diversité de l'écosystème. Cette complexification est due à une action des premiers peuplements sur le milieu qui permet l'apparition de nouvelles espèces.

### **2.4.2. Vieillesse et perturbation.**

Un écosystème mature possède des espèces de longévité significative, en effet, en se complexifiant, les espèces primitives à croissance et multiplication rapide laissent place à des espèces à croissance plus lente, et de longévité plus importante. Il peut arriver que ces dernières "écrasent" d'autres espèces par privation de ressources nutritives par exemple. Du fait de la longévité des espèces, on peut penser que l'écosystème est stable, or, il n'en est rien réellement, la tendance est même à l'appauvrissement du milieu.

Il arrive alors que lors de la disparition de cette espèce robuste, une ancienne espèce latente réapparaisse.

On parle de perturbation ou de stress lorsque la modification observée dépasse les capacités d'adaptation de l'écosystème. Les perturbations peuvent être de plusieurs types : la destruction directe du milieu induite par des catastrophes naturelles ou par l'action de l'homme (la déforestation) ou encore on peut citer la surexploitation des milieux (par l'homme, par exemple la pêche de masse).

Généralement, un stress rajeunit un écosystème car il provoque une simplification du système. Lors d'une perturbation, la disparition d'une ressource ou d'une espèce laisse un espace libre où de nouvelles espèces à croissance et multiplication rapide peuvent s'implanter.

Deux cas se présentent :

- ✓ Le stress cesse : on a alors le cheminement vu précédemment avec une diversification progressive allant vers la complexification de l'écosystème. On aboutira à un nouvel écosystème.
- ✓ Le stress perdure : dans ce cas l'écosystème ne cesse de s'appauvrir, il est très peu diversifié.

Un écosystème pauvre ne génère que très peu de matière contrairement à un système qui se complexifie. On comprend alors pourquoi les perturbations durables comme l'action de l'homme sur les écosystèmes peuvent poser des problèmes majeurs sur le long terme : en générant un appauvrissement d'écosystèmes ciblés cela induit plus largement une dégradation sur les écosystèmes environnants (d'après le principe d'organisation hiérarchique). Après avoir subi un traumatisme, un écosystème a la capacité de récupérer un fonctionnement normal, c'est ce que l'on appelle la résilience. Il faut cependant garder à l'esprit que ce n'est pas un retour à l'état initial, mais un nouvel écosystème qui se forme et évoluera à son tour.

### **3. L'homme et les écosystèmes.**

L'homme exerce une pression grandissante sur la biodiversité et les écosystèmes. Comme évoqué précédemment, au cours de l'histoire de la Terre, de grandes périodes d'extinctions ont eu lieu et se sont succédées. A l'heure actuelle, on note une nouvelle période d'extinction mais celle-ci est unique en son genre par la vitesse d'extinction. L'homme par son mode de vie, ses industries n'est pas étranger à ce phénomène. Il induit malgré lui des modifications profondes de notre environnement dont le retentissement futur est imprévisible.

Nous sommes actuellement dans une nouvelle ère géologique. Les scientifiques parlent d'Anthropocène. Nous parlerons de cette nouvelle ère dans la suite de ce travail.

Nous allons voir brièvement les grandes influences anthropiques sur les écosystèmes.

#### **3.1. La fragmentation et la destruction des milieux naturels.**

L'homme a pour fâcheuse habitude de détruire ou fragmenter des milieux naturels afin de développer sa propre économie. Il va exploiter les espaces naturels en les transformant en milieux rentables (implantation d'industries, cultures intensives, implantations urbaines) ou en exploitant les ressources déjà existantes.

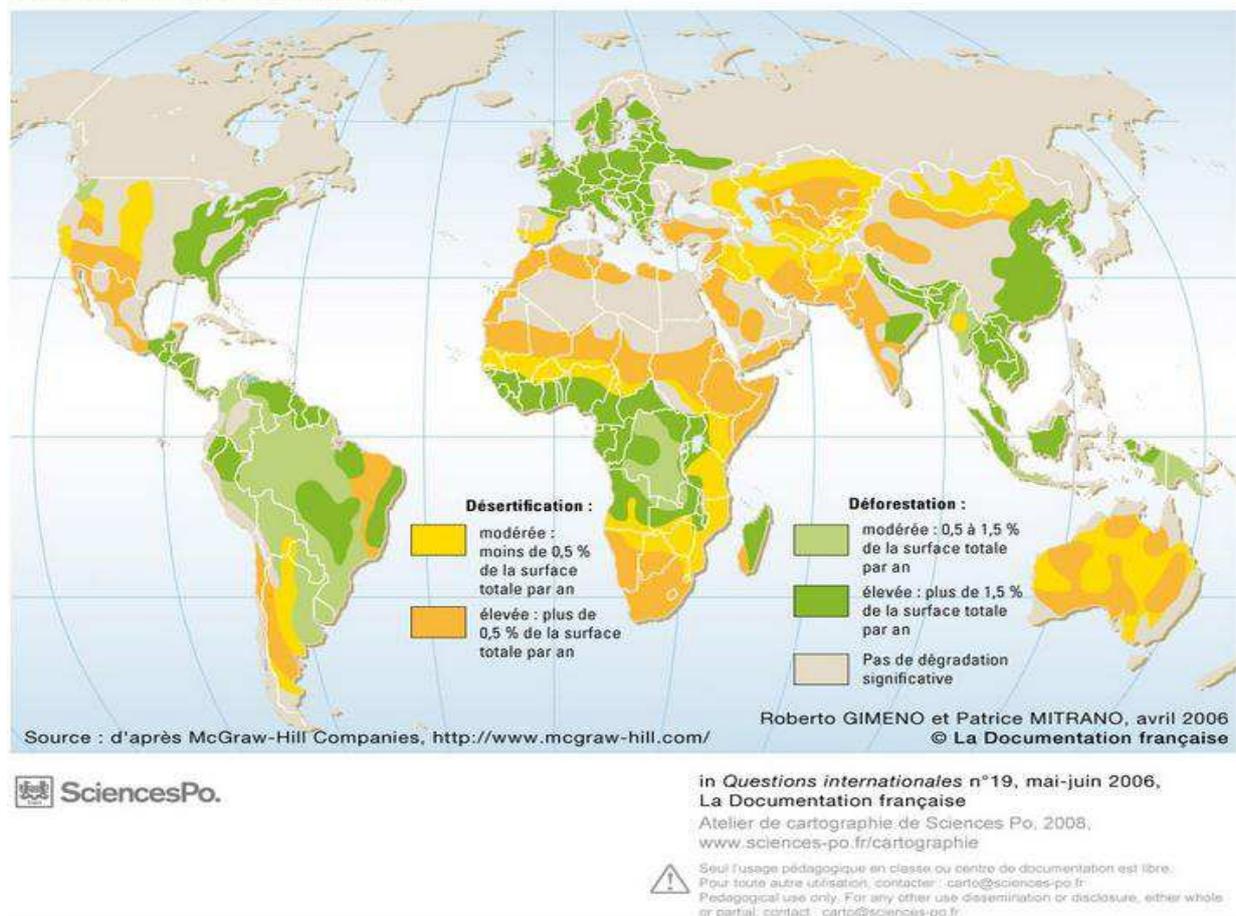
Actuellement un fléau est le commerce de l'huile de palme. En Indonésie, 90 % des forêts ont été déboisées pour d'une part, le commerce du bois, et d'autre part, la conversion en palmeraies. L'île de Bornéo qui était recouverte de forêt en 1950 est sur le point de disparaître si le rythme de déforestation de la forêt ne ralentit pas.

Les palmiers sont des plantes et non pas des arbres et les palmiers à huile capturent 3 fois moins de dioxyde de carbone que les arbres. La déforestation pour l'huile de palme a fait de l'Indonésie l'un des principaux pays émetteurs de gaz à effet de serre dans le monde. Cette déforestation menace la biodiversité locale dans un premier temps puis la biodiversité planétaire dans un second temps.

Autre exemple, la flore et la faune mexicaine sont parmi les plus riches du monde mais elles sont menacées surtout les forêts tropicales, qui, avec un taux de déforestation de 4,3 % par an, auront disparu dans environ 25 ans. La perte de biodiversité est estimée à 0,5 à 1 % par an pour les zones tropicales. Cette déforestation massive constitue un réel danger pour la diversité spécifique.(18)

Figure 5 : Déforestation et désertification, état des lieux.

### Déforestation et désertification



### 3.2. La surexploitation des espèces sauvages.

C'est le domaine de la pêche qui illustre le mieux l'impact de l'homme sur ces espèces sauvages et plus particulièrement ici sur les écosystèmes marins.

L'homme, par des pratiques de pêche excessive, est en train de bouleverser la biodiversité marine. Or la stabilité de celle-ci s'avère essentielle au maintien de l'exploitation des ressources de la mer. En effet, la qualité des stocks de poissons pêchés dépend de l'équilibre entre prédateurs et proies. La surpêche qui tendant à faire disparaître les grands prédateurs permet alors la prolifération d'autres organismes comme les petits poissons, les méduses et

le phytoplancton. L'écosystème est alors perturbé, déséquilibré et les ressources en sont fortement affectées. (19)

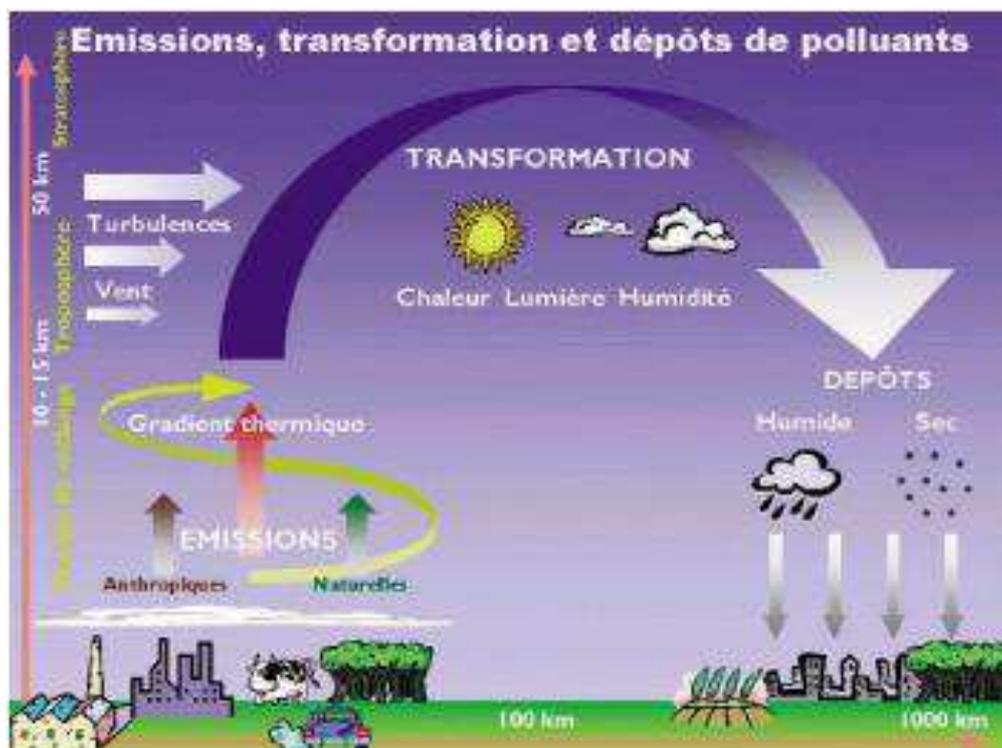
### 3.3. La pollution industrielle, agricole ou urbaine.

La pollution peut concerner les sols, la terre ou bien l'air. Les principaux polluants sont les composés gazeux (dioxyde d'azote, dioxyde de soufre, ozone, monoxyde de carbone), les particules fines ou encore les molécules chimiques tels que les pesticides, insecticides qui font de plus en plus l'objet de surveillance et sont souvent source de polémique.

La pollution ayant le plus grand retentissement direct sur l'homme est la pollution de l'air. Les effets de la pollution de l'air dépendent de notre état de santé, de la concentration aérienne des polluants, et de la durée pendant laquelle on les respire. Certaines personnes seront plus sensibles à ce type de pollution comme les sujets fragiles, les enfants ou les personnes âgées.

Plus largement, toutes les formes vivantes sont touchées par ce phénomène de pollution. Les écosystèmes sont directement ou indirectement impactés. Directement car les polluants ont une action directe sur les organismes vivants. Indirectement car ils ont aussi une action globale sur certains éléments comme le climat en provoquant l'effet de serre à l'origine du réchauffement climatique (développé ci-après) ou les pluies acides qui ont un retentissement sur les écosystèmes.

Figure 6: La pollution atmosphérique.(20)



## **4. Evolution d'un écosystème régional : le paludisme autochtone dans les Landes.**

### **4.1. Introduction.**

Le paludisme ou plus souvent appelé d'antan fièvres intermittentes était autrefois endémique dans toutes les zones humides de la France (21): parmi ces zones on retrouve les Landes mais Sologne, Marais poitevin, Plaine d'Alsace, Flandres et d'autres encore ont aussi été concernées par ce fléau. Certaines années, il sévissait à l'état épidémique. Cette pathologie est transmise par *Anopheles maculipennis*. Dans nos régions deux souches ont été repérées : *Plasmodium vivax* et *Plasmodium malariae*. Il semblerait que *Plasmodium falciparum* (la plus dangereuse) et *Plasmodium ovale* n'aient pas été représentées. Nous développerons brièvement ces souches et les généralités sur cette maladie vectorielle dans la deuxième partie de ce travail. Sa disparition en France avant la Première Guerre mondiale, a beaucoup intrigué.

La maladie a commencé à régresser à partir du milieu du XIXe siècle. Au moment de la Première Guerre mondiale, il ne restait plus que quelques foyers très localisés. Les fièvres ayant comme origine les marais sont connues depuis l'antiquité, mais la compréhension de leurs causes date du XIXe siècle. Le diagnostic était relativement aisé dans les formes typiques, mais beaucoup moins dans les formes atypiques.

Dans de nombreux ouvrages, les auteurs attribuent la disparition du paludisme autochtone à une corrélation de plusieurs facteurs dont deux majeurs : la modification des conditions de vie et la modification du milieu.

### **4.2. Situation en 1900.**

#### **4.2.1. Les habitants.**

La population des Landes de Gascogne est à l'époque essentiellement constituée de résiniers, bergers, cultivateurs, quelques commerçants et artisans. Les populations sont souvent décrites comme très pauvres et vivant dans des conditions d'hygiène médiocres. Leur alimentation d'une qualité insuffisante les rend particulièrement sujets aux carences et fragiles vis-à-vis des infections. Les habitations sont modestes souvent enfumées, avec peu d'ouvertures. De plus bêtes et hommes cohabitent souvent. Tout ceci est favorable au développement et à la prolifération des anophèles et du parasite *Plasmodium sp.*

Les fièvres intermittentes font de nombreuses victimes parmi les résiniers, cultivateurs et bergers mais elles atteignent moins les marins et les populations aisées des bourgs.(22) Cette observation laisse à penser que les conditions de vie jouent un rôle dans le développement du Paludisme au début du siècle dernier.

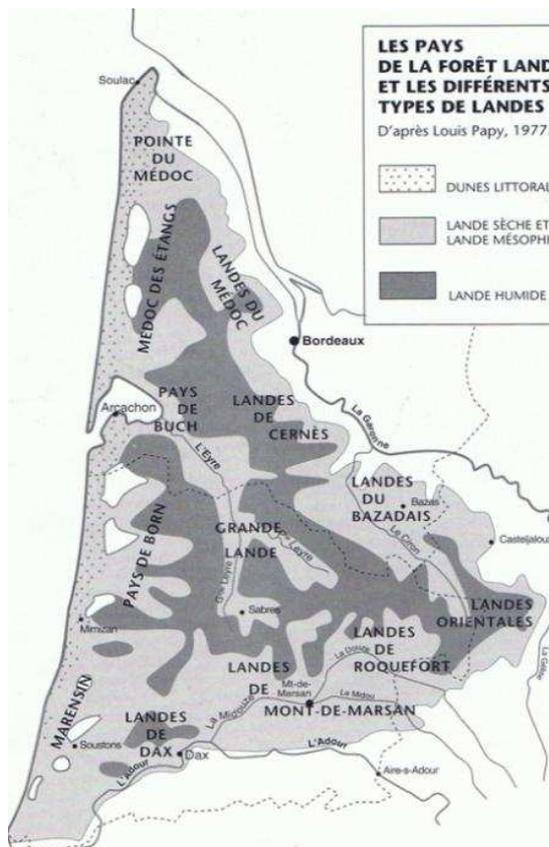
#### 4.2.2. Le milieu.

Les Landes de Gascogne se caractérisent par une composition de sol atypique. Il est constitué d'une couche de sable très perméable. Les sables peuvent être classés en deux catégories : le sable de l'intérieur dit sable des Landes et le sable dunaire. Les dépôts sableux ont subi partout une altération ayant donné naissance à l'aliôs. C'est une roche plus ou moins dure et imperméable, elle est riche en fer et de couleur sombre. Cette roche a une extension locale très variable et forme des bancs discontinus entre 0,50 et 2,00 m de profondeur. Le fer provient du sable lui-même, riche en magnétite et ilménite.(23)

L'aliôs d'une perméabilité faible, conduit à la formation d'un milieu humide par stagnation des eaux de pluies en surface, favorable à la prolifération des anophèles, l'espèce vectrice du Paludisme.

Les marais couvrent une grande partie des Landes de Gascogne d'ou l'utilisation des échasses, autrefois d'une utilité majeure aux bergers pour traverser les marais et retrouver leurs bêtes. Désormais cette pratique est devenue exclusivement folklorique!

Figure 7 : Landes de Gascogne en 1977



### 4.3. Les symptômes.

On remarque à l'époque une fatigue généralisée, une perte d'appétit, des troubles digestifs de type nausées, vomissements, douleurs abdominales, diarrhées. Le symptôme le plus classique du paludisme est la répétition cyclique d'une sensation de froid soudaine suivie de frissons avec fièvre durant quatre à six heures, survenant toutes les 48 heures. Cette notion de cyclicité est très caractéristique du Paludisme.

### 4.4. Régression et éradication.

L'éradication du paludisme autochtone est longtemps restée une question sans réponse, puis plusieurs facteurs se sont dessinés pour expliquer ce changement.

A l'époque plusieurs mesures ont été prises :

- ✓ le développement des réseaux ferrés et des routes : les villages jusqu'alors isolés ont bénéficié de connexions avec de plus grandes villes. Pour exemple le 24 Août 1852, un décret du gouvernement impérial décide de la construction d'une voie ferrée Bordeaux-Bayonne.
- ✓ La création de fossés favorisant l'écoulement des eaux de pluie.
- ✓ Un grand plan d'assainissement a été lancé par Napoléon III en 1857. L'illustration la plus nette est la loi du 19 Juin 1857 : *"dans les départements des Landes et de la Gironde, les terrains communaux actuellement soumis au parcours du bétail serontensemencés ou plantés en bois"*. Cette loi qui a entraîné la colère des bergers a pourtant joué un grand rôle dans l'assèchement de la région et la régression du Paludisme.

Ceci a entraîné la diminution des gîtes larvaires d'anophèles par la diminution des marécages d'une part, et, plus tardivement, par l'amélioration des conditions de vie des habitants (logements, hygiène, niveau de vie). En 1954, Hubert-Henri Sansarricq écrivait déjà dans sa thèse de médecine de la faculté de Bordeaux que *"la faune anophélienne n'est plus suffisante pour perpétuer l'endémie et l'endémie des temps passés était due à l'existence d'une faune plus développée"*.

L'amélioration du niveau de vie a eu une action directe sur le parasite sanguin en cause dans le paludisme. Les populations étant en meilleur état général, leurs défenses ont été plus efficaces. D'une manière indirecte, l'amélioration des conditions de vie et de la situation économique des habitants leurs ont permis un meilleur accès à la quinine : grand médicament des fièvres intermittentes.

#### 4.5. Point sur la quinine.

Les effets de la quinine sont doubles schizonticide elle arrête la libération des mérozoïtes dans le sang et la colonisation des hématies par cette forme du parasite coupant ainsi les accès de fièvre; gamétocytocide elle détruit la forme sexuée du parasite c'est-à-dire la forme transmissible au moustique vecteur. Quand on parle de vecteur, il convient de bien identifier le type d'anophèles vectrices. Jusque vers les années 1930 les entomologistes parlent une manière générale d' *Anopheles maculipennis* sans distinguer avec netteté les nombreuses variantes aujourd'hui connues.(24)

L'usage du quinquina et de la quinine se banalise dans la seconde moitié du XIX<sup>ème</sup> siècle. Chaque ferme possède sa réserve de quinine. Sans doute l'usage de ces substances efficaces contre *Plasmodium malariae* et *Plasmodium vivax* est-il à l'origine de la disparition des fièvres indigènes en France. On pense que *Plasmodium malariae* est plus sensible à la quinine, elle a disparu avant le *Plasmodium vivax*. Cet argument est souligné par tous les médecins qui se sont préoccupés de la question. Mais tous nuancent leur opinion et affirment que les doses de quinine employées étaient insuffisantes pour prévenir le développement des hématozoaires dans le corps humain.(21)

### 5. Conclusion

Cet exemple illustre bien l'impact de l'homme sur les écosystèmes. Cela dit, il faut garder à l'esprit que les conséquences des actions anthropiques sur les écosystèmes sont bien souvent imprévisibles et bien qu'ici elles se montrent favorables, elles peuvent également être défavorables.

En effet, l'homme exerce actuellement une pression considérable sur son environnement. A l'heure du réchauffement climatique, on peut légitimement se questionner sur notre avenir. Un retour du paludisme est-il envisageable ? De nouvelles pathologies vectorielles non présentes sur notre territoire peuvent-elles émerger ? Nous essaierons de dresser un bilan actuel et de discuter des possibilités futures dans la dernière partie de ce travail.

## **Partie 2 : Changement climatique et maladies vectorielles.**



# **1. Bilan météorologique 2013.**

## **1.1. A l'échelle mondiale.**

L'année 2013 est l'une des dix années les plus chaudes au niveau mondial. L'Organisation météorologique mondiale (OMM) a publié que l'année 2013 fait partie des dix années les plus chaudes qui aient été enregistrées depuis 1850, toutes situées dans les 20 dernières années.

Elle se classe au sixième rang des années les plus chaudes, ex-aequo avec 2007, la température moyenne à la surface des terres et des océans dépassant de 0,5 °C la normale calculée pour la période 1961-1990.

Ces données météorologiques (du temps prévu ou constaté sur le court terme) sont en adéquation avec les données de climatologie qui analysent eux les tendances sur des périodes plus longues (trois dernières décennies au moins). En effet, la température moyenne de 2013 confirme la tendance au réchauffement sur le long terme.

On note des concentrations record de gaz à effet de serre qui sont mesurées dans l'atmosphère, ces gaz vont entraîner une hausse des températures moyennes sur plusieurs générations. (25)

## **1.2. En France.**

En France métropolitaine, la température moyenne se situe à un niveau proche de la normale estimée pour la période 1981-2010 d'après le bilan climatique 2013 de Météo France. Les saisons ont connu des conditions changeantes. En effet pour l'année 2012-2013 la température moyenne constatée de l'hiver a été inférieure de 0,3 °C à la normale 1981-2010, celle du printemps 2013 était nettement plus basse de -1,3°C par rapport à la normale. L'été et l'automne, quant à eux, ont connu des températures respectivement supérieures de +0,3 °C et +0,7 °C par rapport à la normale 1981-2010.

Du 15 au 27 juillet 2013, un épisode de forte chaleur relativement long a été enregistré. Les températures maximales n'ont cependant pas atteint les valeurs record de 2003 mais elles ont duré plus longtemps. En 2003, la température relevée a largement dépassé les 35°C atteignant parfois les 40°C et plus. La dernière vague de chaleur de l'année 2013 a elle duré 13 jours, et, selon Météo-France, c'est « l'un des épisodes les plus longs sur l'ensemble de l'historique disponible depuis 1947 ».(26)

Plus récemment le mois de janvier 2014 a été remarquable par des températures et des précipitations extraordinaires. En effet, les températures moyennes sur la France ont été supérieures aux normales 1981-2010 de +2,7 °C. C'est le mois de janvier le plus chaud depuis 1900.

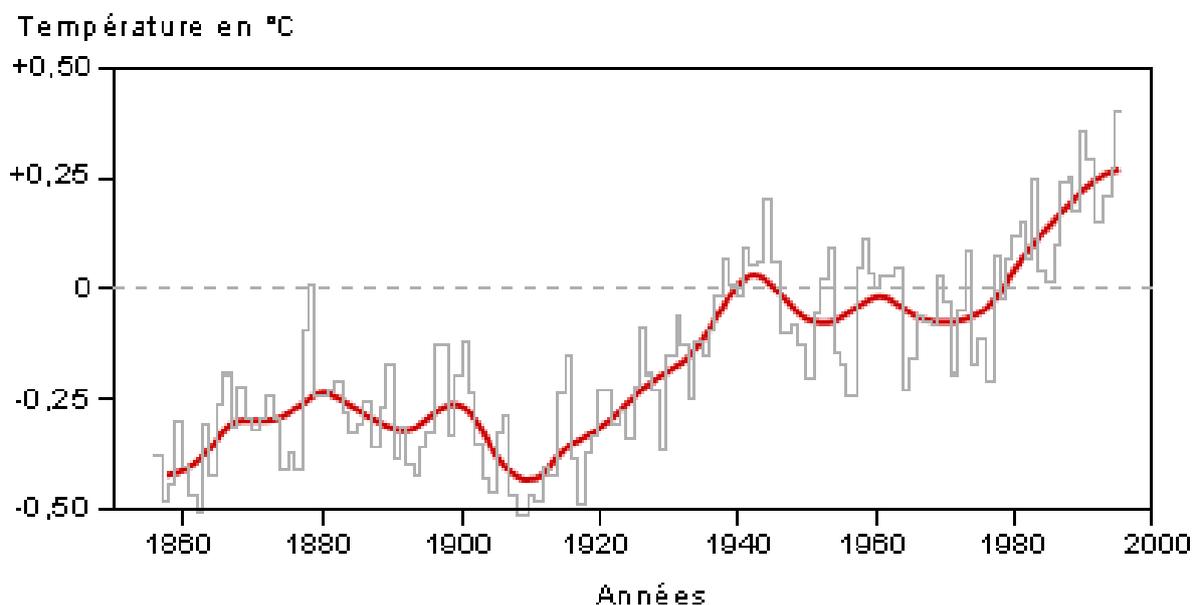
Ces conditions climatiques exceptionnelles souvent silencieuses ont cette année eu de lourdes conséquences sur les habitants d'une part, et, sur les écosystèmes aquitains d'autre part. Nous parlerons de ces dégradations dans la dernière partie de ce travail.

## 2. Le réchauffement climatique.

D'après une étude internationale publiée dans la revue *Nature*,<sup>(27)</sup> d'ici à 2050, près d'un million d'espèces végétales et animales risquent de disparaître à cause du réchauffement climatique. Le changement des conditions climatiques fait évoluer la biodiversité. En effet la modification du climat induit une perturbation des écosystèmes, et, comme vu dans la première partie, lorsqu'un stress permanent s'exerce cela modifie durablement la composition des écosystèmes. Ils tentent de s'adapter au réchauffement climatique. Ces évolutions sont le plus souvent imprévisibles mais des tendances peuvent être avancées.

En France, on estime que la tendance est au déménagement des espèces vers le nord. Mais en moyenne dans le monde c'est de 16,6 kilomètres par décennie que se déplacent la flore et la faune par décennie<sup>(28)</sup>.

Figure 8 : Evolution de la température terrestre moyenne.<sup>(29)</sup>



Les températures terrestres se sont élevées durant les 150 dernières années comme le montre cette courbe. On remarque aussi sur ce graphique que la vitesse du réchauffement s'accroît depuis 1980 avec une augmentation franche de la température.

Pour l'avenir, plusieurs scénarios sont envisagés par les experts, mais, celui le plus souvent retenu est un développement continu des activités anthropiques et, de surcroît, ce développement se généraliserait au niveau mondial. Autrement dit, il est prévu que les pays

en voie de développement participent eux aussi de plus en plus au réchauffement climatique en se développant de plus en plus industriellement.

Ainsi en 2100, on estime que la concentration en CO<sub>2</sub> aura doublé par rapport à la période pré-industrielle. Comme indiqué dans le résumé à l'intention des décideurs sur les Changements climatiques 2013 : "Il est probable que la sensibilité climatique à l'équilibre se situe entre 1,5 et 4,5 °C (degré de confiance élevé), extrêmement improbable que celle-ci soit inférieure à 1 °C (degré de confiance élevé) et très improbable que celle-ci soit supérieure à 6 °C (degré de confiance moyen)."

## 2.1. L'Anthropocène.

Le terme anthropocène vient du grec *Anthropos* qui signifie "être humain" et *Kainos* "récent, nouveau". L'Anthropocène serait donc la nouvelle période des humains qui succède à l'Holocène. Ce terme a été proposé en 2000 par Paul J. Crutzen mais le concept est plus ancien et remonte à la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle.

Une vidéo réalisée par l'IGPB (International Geosphere-Biosphere Programm) décrit bien les raisons de notre entrée dans une nouvelle ère : l'anthropocène. (30)

*"Nourries par le charbon, le pétrole plusieurs inventions apparurent. Elles initièrent la révolution industrielle qui se répandit à travers l'Europe, l'Amérique du Nord, le Japon et d'autres pays. Le chemin de fer, puis les voitures et les autoroutes connectèrent les gens à travers le monde. Les découvertes médicales sauvèrent des millions de vies. Les nouveaux engrais chimiques permirent de nourrir davantage de personnes, la population a alors augmenté rapidement. [...] Les années 1950 marquèrent le début de la grande accélération. Mondialisation, marketing, tourisme, investissements colossaux entretenirent une croissance soutenue. En une seule génération, le bien-être de millions de personnes s'améliora sans commune mesure. [...] Chaque année nous déplaçons plus de sédiments et de pierres que tous les processus naturels comme l'érosion et les rivières. Nous transformons 3/4 de toutes les terres. Les concentrations de gaz à effet de serre n'ont jamais été aussi forte depuis 1 million d'année. Les températures augmentent, la biodiversité se dégrade. [...] Nous perturbons les cycles naturels de la Terre. Nous sommes entrés dans l'ère Anthropocène : une nouvelle ère géologique dominée par l'humanité... Cette pression sur notre planète fait courir le risque d'une déstabilisation sans précédent. Mais notre énergie créative et notre industrie laisse un espoir..."*

## 2.2. Les causes.

Les causes du réchauffement climatique peuvent être de deux types :

- ✓ Naturelles : Elles sont inévitables et indépendantes de l'activité humaine. Des changements dans l'activité volcanique, la production d'énergie solaire et l'orbite de la Terre autour du Soleil, peuvent altérer le climat de notre planète. Pour exemple, les éruptions volcaniques sont épisodiques et ont des effets relativement courts sur le climat. Ces éruptions provoquent également une modification de la biodiversité environnante.
- ✓ Anthropiques : les activités humaines contribuant au réchauffement climatique sont multiples, on peut citer la combustion des énergies fossiles, l'agriculture qui utilise

des énergies fossiles notamment pour la fabrication des engrais et des pesticides et émet des gaz à effet de serre (monoxyde d'azote et méthane).

Un événement historique important est la révolution industrielle qui a considérablement augmenté l'activité industrielle avec pour conséquences une augmentation de l'émission des gaz à effet de serre dans un premier temps, et, un réchauffement climatique dans un second temps.

Plus récemment, l'homme a brutalement modifié son environnement pour exploiter sa richesse en vue de rente économique, on peut citer comme exemple la déforestation et les cultures intensives. Ces nouvelles activités émettent des substances dans l'atmosphère elles aussi responsable de l'effet de serre. (31)

### **2.3. L'effet de serre.**

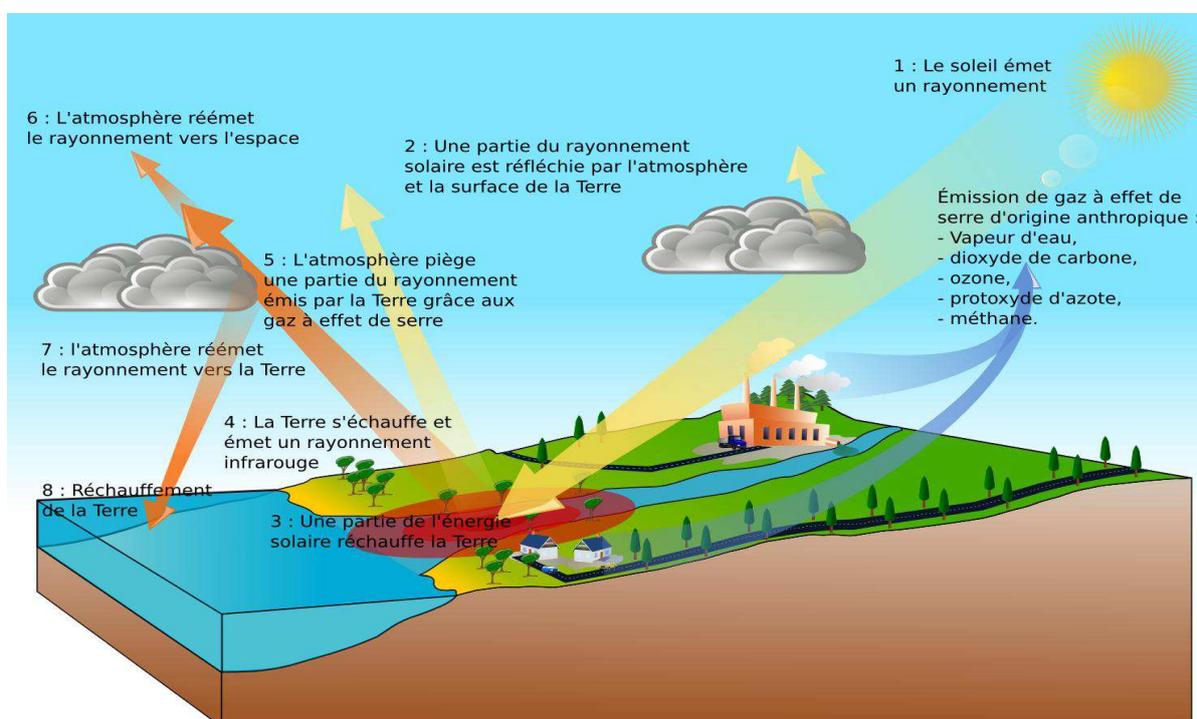
L'effet de serre est dû à la présence naturelle de certains gaz dans l'atmosphère. Ce phénomène est indispensable à la vie humaine. Depuis le XX<sup>e</sup> siècle, les activités anthropiques telles que l'agriculture, l'usage de combustibles fossiles, les rejets industriels accentuent l'émission de gaz responsable de ce phénomène. Le surplus d'effet de serre a joué et joue actuellement un rôle déterminant dans le changement climatique des dernières décennies.

#### **2.3.1. Mécanisme.**

Le soleil émet de l'énergie qui traverse directement l'atmosphère pour réchauffer la surface de la terre. La terre absorbe environ la moitié de ce rayonnement et réfléchit le reste sous forme d'infrarouges. Cette énergie ré-émise par la surface terrestre est en grande partie absorbée par les gaz à effet de serre (naturellement présents dans l'atmosphère). Ces gaz à effet de serre, en absorbant l'énergie infrarouge permettent de conserver une température convenable et nécessaire à la vie sur Terre. Sans eux, la température moyenne de la terre serait de -18°C au lieu de +15°C.

Il est important de rappeler que les gaz à effet de serre sont indispensables à la vie sur Terre. Le problème actuel n'est pas à la présence de gaz à effet de serre mais plutôt à une concentration excessive de gaz à effet de serre qui provoque un réchauffement climatique perturbateur des écosystèmes.

Figure 9 : L'effet de serre.(32)



### 2.3.2. Les gaz à effet de serre.

Plus d'une quarantaine de gaz à effet de serre ont été répertoriés par le Groupe Intergouvernemental d'Experts sur l'Évolution du Climat (GIEC).

Par exemple, parmi les gaz à effet de serre les plus importants, on peut citer : la vapeur d'eau (H<sub>2</sub>O), le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), le Méthane (CH<sub>4</sub>), l'Ozone (O<sub>3</sub>), le Protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O) ou encore les fluorocarbures.

- Le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) représente près de 70% des émissions de gaz à effet de serre d'origine anthropique. Il est principalement issu de la combustion des énergies fossiles (pétrole, charbon).

- Le protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O) représente 16% des émissions. Il provient des activités agricoles, de la combustion de la biomasse et des produits chimiques comme l'acide nitrique.

- Le méthane (CH<sub>4</sub>) représente 13% des émissions. Il est essentiellement généré par l'agriculture.

- Les gaz fluorés (fluorocarbures) représentent 2% des émissions. Ces gaz sont utilisés dans les systèmes de réfrigération et employés dans les aérosols et les mousses isolantes. Les gaz fluorés, bien que minoritaires, ont un pouvoir de réchauffement 1 300 à 24 000 fois

supérieur à celui du dioxyde de carbone et une très longue durée de vie. Ils représentent donc un réel danger pour la planète.

- l'ozone (O<sub>3</sub>), dont il faut distinguer le "bon" et le "mauvais" ozone.

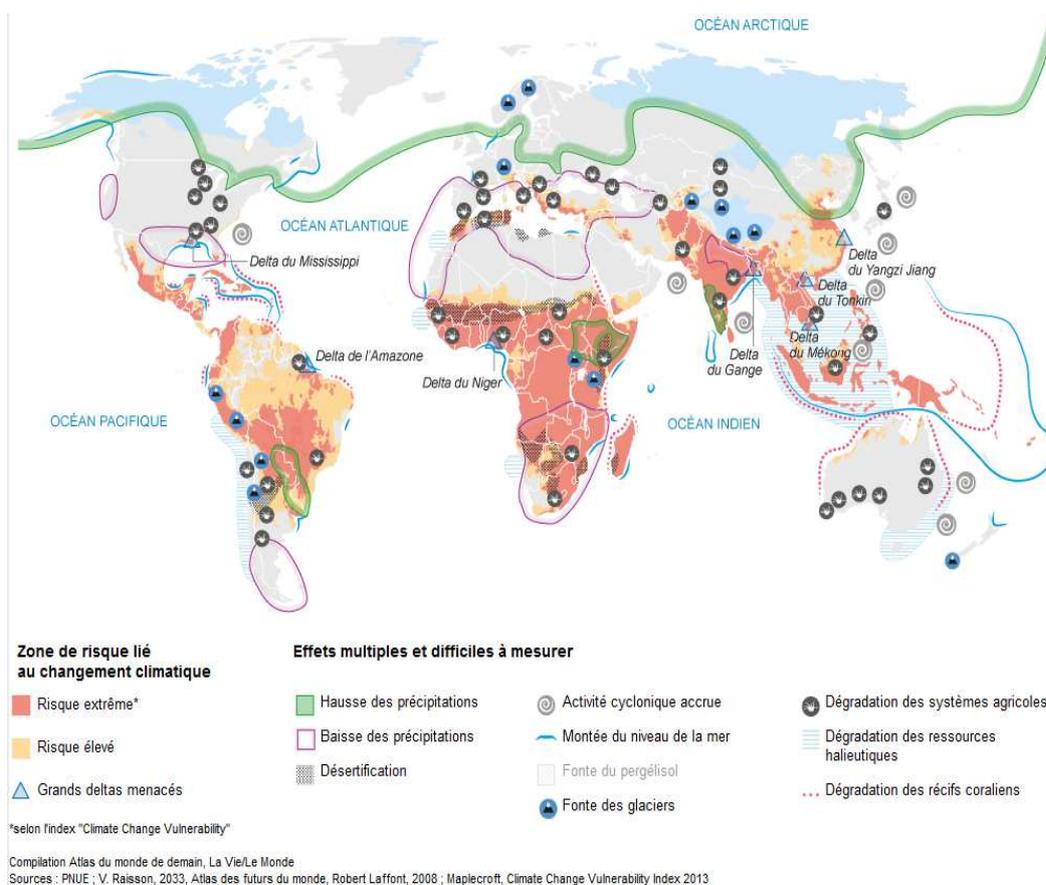
Le "bon" ozone ou ozone stratosphérique absorbe fortement les rayons ultraviolets, il protège donc les organismes vivants des radiations U.V. Il est détruit par des aérosols, notamment issus de l'activité humaine, parmi lesquels les chlorofluorocarbones (CFC), entraînant ainsi le fameux "trou dans la couche d'ozone".

L'ozone troposphérique ou "mauvais ozone" est engendré par la pollution près de la surface de la terre.

C'est un polluant secondaire produit lorsque deux polluants primaires réagissent : le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) avec l'oxygène de l'air (O<sub>2</sub>). C'est un gaz incolore et extrêmement irritant qui se forme juste au-dessus de la surface de la terre. Le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) est formé par l'association du monoxyde d'azote (NO) directement rejeté par les automobiles, combiné à des composés organiques volatils (COV) provenant principalement des industries.

## 2.4. Les grandes conséquences du réchauffement climatique.

*Figure 10 : impact du réchauffement climatique.(33)*



Comme le montre cette carte, le réchauffement climatique va impacter dans les décennies à venir la quasi totalité de la planète Terre. Aridification d'une part et augmentation des précipitations d'autre part, dégradation des ressources halieutiques et agricoles, acidification des océans, fonte des glaciers, augmentation de l'activité cyclonique... Autant de dangers auxquels l'homme devra faire face.

Voyons plus en détail quelques grands bouleversements attendus les prochaines décennies.

### **2.4.1. Sur le plan de l'environnement.**

On observe déjà et observera au fil des années:

- Une élévation du niveau des mers : l'élévation du niveau des mers sera due à la fonte partielle des glaces polaires et des glaciers continentaux. Le niveau s'élèverait d'environ cinquante centimètres d'ici 2100. Certains deltas, lagunes et régions littorales pourraient être submergés. Des pays seront menacés de disparaître comme les îles Maldives. En France, la Camargue et le rivage à lagune du Languedoc pourraient être immergés. La façade atlantique aussi subira de fortes perturbations. Nous aborderons ce sujet dans la dernière partie de ce travail.

- Des bouleversements climatiques : des manifestations climatiques inhabituelles et extrêmes comme des inondations, des tempêtes, des vagues de chaleur, seront constatées. Dans notre région Aquitaine, ce début d'année 2014 a été marqué par de nombreux événements climatiques comme des inondations, des vagues de submersion, l'érosion de la dune. La fréquence et l'intensité de ces manifestations exceptionnelles ont inquiété les populations, et il est certain que les dégâts occasionnés (vu dans la troisième partie) ont joué un rôle dans la prise de conscience récente de la population locale plus particulièrement. On prévoit qu'en France la fréquence des manifestations extraordinaires déjà quelque fois observées au cours des dernières années soit considérablement augmentée.

- Des bouleversements écologiques : ces changements sont beaucoup moins perceptibles à notre échelle, mais le réchauffement climatique a des conséquences non négligeables sur les paysages et la vie terrestre. Même les caractéristiques physico-chimiques des sols sont modifiées.

Des simulations sur les évolutions futures sont faites mais il faut garder à l'esprit que les prévisions globales comportent une marge d'erreur ou plutôt d'incertitude importante. Différents scénarios sont envisagés selon les variations à venir des émissions de CO<sub>2</sub>.

Il est quand même important de souligner que si l'homme cessait totalement l'émission de ces fameux gaz à effet de serre (ce scénario est totalement impossible en réalité), le réchauffement climatique aurait quand même lieu, en effet, ces gaz déjà dans l'atmosphère ont une inertie spectaculaire.

Il ne s'agit donc pas de cesser industries et activités anthropiques pour sauver la planète mais plutôt de maîtriser et réguler ces activités, essayer de moins consommer afin de limiter l'impact sur notre environnement, ralentir le phénomène de disparition de certaines espèces, ralentir les migrations des autres. Tout ceci avec deux objectifs phares : préserver notre planète mais aussi préserver la santé humaine.

#### **2.4.2. Sur la santé.**

Les conséquences sur la santé peuvent être directes et/ou indirectes. En effet, on observera des effets physiologiques directs dus à la chaleur, mais aussi une transmission accrue de maladies d'origine alimentaire ou vectorielle.

L'exemple le plus récent d'impact direct en France est la vague de chaleur de l'été 2003. D'après l'institut de veille sanitaire, "cette vague de chaleur s'est accompagnée d'une vague de surmortalité à court terme d'une importance exceptionnelle". 19 490 décès ont été recensés par l'Inserm.

Indirectement, les maladies infectieuses vont être en recrudescence, notamment les infections d'origine alimentaire.

Les maladies vectorielles vont elles aussi connaître un essor, c'est déjà le cas. Nous allons développer ce point dans la suite de ce travail. Plusieurs alertes ont été lancées dans nos régions.

Le réchauffement climatique provoque la migration des espèces tropicales vers nos régions. On assiste donc à la migration d'insectes nuisibles aujourd'hui confinés aux zones tropicales vers les zones tempérées actuelles. On pense bien sûr aux maladies transmises par les moustiques dont on entend beaucoup parler.

La rapidité des changements de température a un impact, certaines espèces n'ont pas la rapidité de réaction suffisante (reproduction, colonisation) pour s'adapter au changement climatique, leur disparition est en cours.

#### **2.5. Biodiversité et changement climatique, rôle des espèces invasives.**

Le changement climatique et les espèces invasives sont les sources principales de la perte de biodiversité sur la planète. En effet les espèces invasives peuvent profondément transformer les écosystèmes.

C'est la combinaison des deux protagonistes qui engendre une perte de biodiversité au sein d'un écosystème. D'une part, le changement climatique crée des conditions difficiles pour plusieurs espèces mais, d'autre part, les espèces dites invasives ont une capacité de résistance plus forte et peuvent alors émerger au sein d'un écosystème au détriment des

autres espèces qui le composent. Captant les ressources nutritives du milieu et occupant un espace important, les espèces déjà implantées se voient alors en danger d'extinction.

De ce fait, c'est toute la biodiversité qui se trouve en danger face à ces espèces invasives.

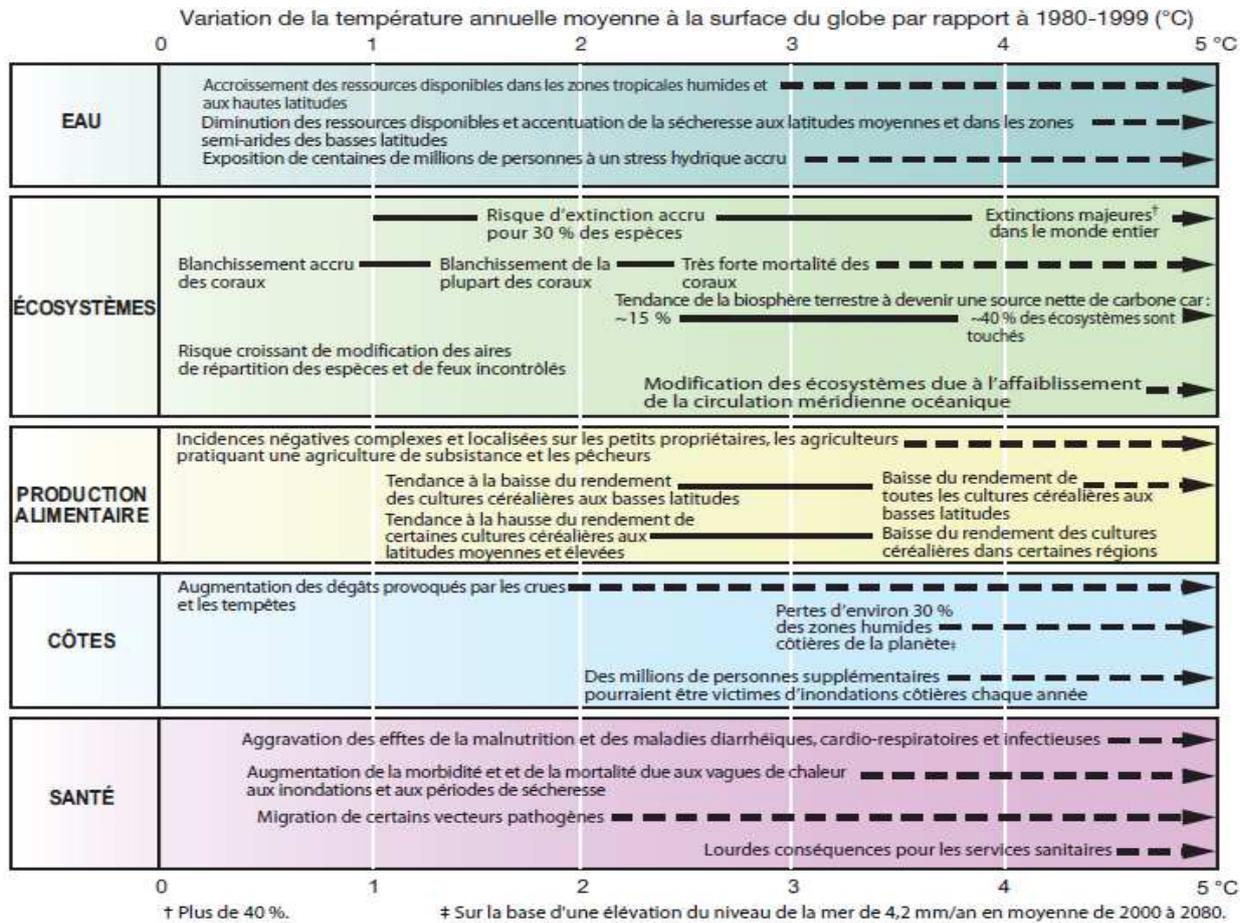
Les températures plus chaudes dans des zones de climat modéré peuvent aussi augmenter le risque d'émergence de certaines maladies tropicales véhiculées par des insectes dans des latitudes plus hautes, mettant à risques des nouvelles populations. Comme nous l'avons vu précédemment notre région a été dans le passé confrontée à une maladie vectorielle : le paludisme. Doit-on craindre un retour du paludisme en France métropolitaine. Nous tenterons de discuter ce point dans la dernière partie de ce travail.

Actuellement de nouvelles maladies vectorielles affolent les autorités sanitaires dans les territoires d'Outre Mer et dans une moindre mesure en métropole. De même, nous développerons ce point plus loin dans ce travail.

## **2.6. Scénario possible.**

D'après un rapport publié en 2007 par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) plusieurs phénomènes sont attendus et impacteront notre planète.

Tableau II : Exemples d'incidences associées à la variation de la température moyenne à la surface du globe(34)



Les impacts du réchauffement climatiques sont multiples et concernent tous les secteurs d'activité : écosystèmes, ressources en eau industrie et société mais aussi la santé, sûrement le domaine le plus préoccupant pour le futur de l'homme.

Un impact déjà préoccupant pour l'homme est la migration des espèces vectorielles.

### 3. Les maladies vectorielles.

Les maladies vectorielles ou maladies à transmission vectorielle sont des maladies infectieuses transmises par des vecteurs. D'après l'Organisation Mondiale de la Santé : "Les maladies à transmission vectorielle représentent 17% de la charge mondiale estimée des maladies infectieuses. Le paludisme est celle qui fait le plus de victimes, avec, selon les estimations, 660 000 décès en 2010. Ces chiffres de l'OMS semblent très sous estimés si l'on en croit l'étude publiée dans The Lancet qui fait état de 1 238 000 décès en 2010 (35). Le paludisme est donc un problème majeur de santé publique, mais la maladie vectorielle qui se propage le plus rapidement dans le monde actuellement est la dengue, dont l'incidence a été multipliée par 30 au cours des 50 dernières années".(36)

### 3.1. Définition d'un vecteur.

Les vecteurs sont des organismes qui transmettent des agents pathogènes ou des parasites d'un sujet infecté à un autre, causant de graves maladies dans les populations humaines. Ces vecteurs sont des arthropodes hématophages qui assurent une transmission active de l'agent infectieux.

Ils peuvent transmettre des maladies parasitaires : le paludisme, des maladies bactériennes comme la borréliose ou maladie de Lyme, la peste ou des maladies virales : le chikungunya, la dengue, le virus du Nil occidental. Ces virus sont appelés arbovirus.

Les agents infectieux sont transmis par des vecteurs spécifiques à l'agent pathogène. Les principaux vecteurs sont les moustiques, les phlébotomes (moucherons), les acariens types tiques ...

### 3.2. Mécanisme général du cycle.

L'infection est transmise par le vecteur. Au cours de son repas sanguin sur l'homme, le vecteur s'infecte de l'agent infectieux. Celui-ci va alors se répliquer et se transformer (il va effectuer une partie de son cycle de reproduction) : c'est la phase dite cycle extrinsèque. A la fin de ce cycle extrinsèque, le vecteur pourra transmettre la maladie le plus souvent par piqures sur un nouvel individu.

### 3.3. Les principales maladies vectorielles transmises par les moustiques.

Dans la suite de ce travail nous ne parlerons que des maladies vectorielles transmises par les moustiques car c'est le phénomène le plus préoccupant. Actuellement, nous ne sommes plus exposés à ces maladies dans notre région, en effet, le paludisme autochtone en France à disparu, mais, au vu du changement climatique et des modifications attendues au cours des prochaines décennies, nous pouvons nous questionner sur un éventuel retour du paludisme d'une part mais aussi sur l'émergence de nouvelles maladies vectorielles comme la dengue ou encore le chikungunya.

#### 3.3.1. Le paludisme.

##### 3.3.1.1. Généralités / Physiopathologie

Le paludisme, ou malaria, est dû à un protozoaire parasite : le *plasmodium* véhiculé par des moustiques : les anophèles. Ces sont les anophèles femelles



qui peuvent transmettre au cours de leur repas sanguin le parasite responsable du paludisme.

Plus de 450 espèces d'anophèles ont été recensées, parmi ces espèces, seule une soixantaine sont effectivement vectrices du paludisme. Ces espèces d'anophèles se distinguent par plusieurs critères : leur répartition géographique, leur préférence écologique et le type de parasite qu'elles véhiculent.

Il existe quatre types de *Plasmodium* :

Source : [www.moustiques.fr](http://www.moustiques.fr)

- *Plasmodium falciparum* : responsable de la forme la plus grave de la maladie. Il peut tuer en provoquant un accès pernicieux. On note une prédominance de cette forme dans les zones tropicales d'Afrique, d'Asie et d'Amérique Latine.

- *Plasmodium vivax* au Maghreb et au Sud-Est asiatique. Il détermine habituellement des accès fébriles sans gravité. Les infestations massives et répétées peuvent provoquer parfois des tableaux sévères tels que des fièvres rémittentes et un paludisme viscéral évolutif mais jamais d'accès pernicieux. Rappelons que c'est ce type de *Plasmodium* qui a sévit dans les années 1900 en France.

- *Plasmodium ovale* sévissant plutôt en Afrique de l'ouest et au Moyen-Orient est proche du paludisme à *P. vivax* par sa bénignité

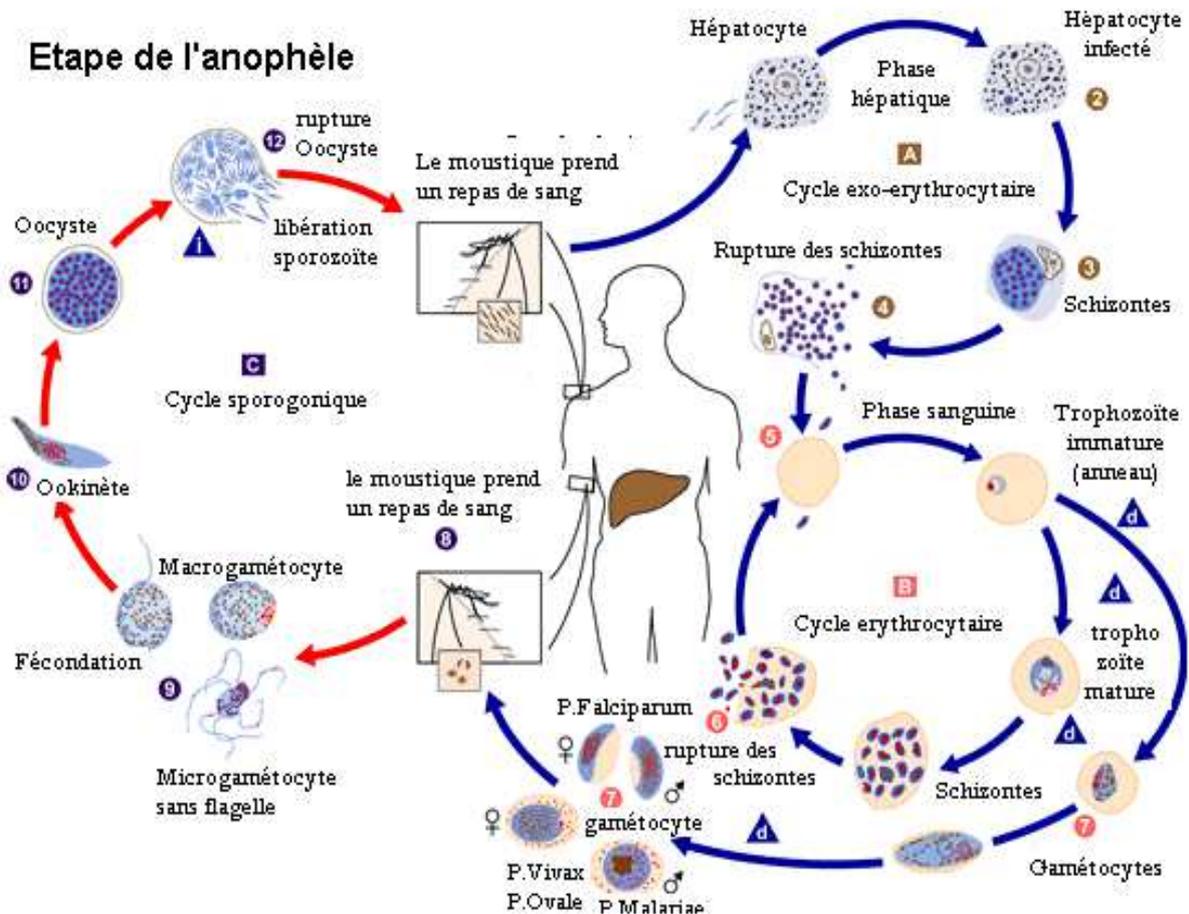
- *Plasmodium malariae* est surtout remarquable par la périodicité de ses accès intermittents et sa longévité.

Le cycle de *Plasmodium* est complexe il comporte deux étapes principales : une phase asexuée chez l'homme et une phase sexuée chez l'homme et le moustique.

L'anophèle inocule à l'homme le parasite sous forme de sporozoïte qui migre via la circulation sanguine vers le foie. Il s'y divise activement, la cellule du foie éclate et libère de nouveaux parasites dans le sang les mérozoïtes. Ils pénètrent alors dans les globules rouges et continuent leur cycle. Lorsque les hématies éclatent à leur tour, (c'est à ce moment là que les symptômes et l'accès fébrile apparaissent) de nouveaux mérozoïtes infectent de nouveaux globules rouges qui éclateront à leur tour: c'est le cycle érythrocytaire. (Ce mécanisme explique la périodicité observée des fièvres.). Les parasites prennent progressivement une forme sexuée à l'intérieur des globules rouges : lorsque la personne infectée est piquée par une anophèle femelle, cette dernière relance un nouveau cycle de réplication du parasite (phase sexuée) et devient à son tour compétente dans la transmission du pathogène.

Figure 11 : Cycle du Plasmodium (37)

## Etape de l'anophèle



En l'absence de traitement, des formes viscérales peuvent être observées avec anémie, splénomégalie, altération de l'état général pouvant conduire au décès. Ces formes graves sont imputables à *Plasmodium falciparum*. C'est une urgence diagnostique et thérapeutique majeure car elle entraîne près de 20% de décès.

D'une manière générale, toute fièvre apparaissant dans les semaines ou les mois suivants un voyage en pays impaludé doit être considérée comme une urgence médicale.

### 3.3.1.2. Les symptômes.

Les manifestations sont diverses. Le paludisme débute par une fièvre survenant dans la semaine suivant l'infestation ou jusqu'à 30 jours après l'infestation. Cette fièvre peut s'accompagner ou non de céphalées, de douleurs musculaires, de vomissements, de diarrhées, de toux et d'une altération de l'état général. Des cycles caractéristiques alternent fièvre, tremblements avec sueurs froides et transpiration : c'est ce que l'on appelle l'accès palustre.

La périodicité des cycles dépend de l'espèce de parasite en cause. L'éclatement des globules rouges lors du cycle parasitaire conduit à une anémie.

Comme vu précédemment, le paludisme causé par *Plasmodium falciparum* peut être fatal s'il n'est pas pris en charge à temps. Parfois, les hématies infectées peuvent obstruer les vaisseaux sanguins irriguant le cerveau : on parle alors de neuropaludisme ou d'accès pernicieux, souvent mortel.

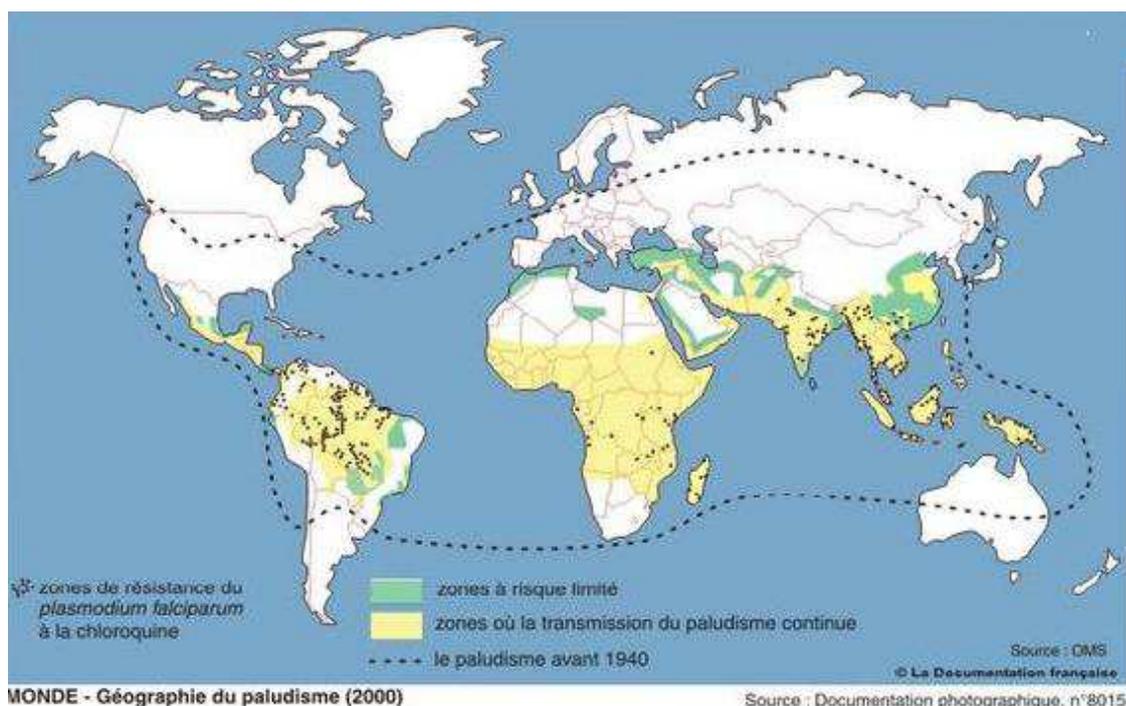
Il est à noter que dans les régions où le paludisme est prépondérant, une partie de la population est porteuse asymptomatique. En effet, certains individus tolèrent la présence du parasite dans leur organisme suite à des contacts répétés et développent une immunité naturelle dite immunité acquise.

### 3.3.1.3. Situation actuelle - Evolution.

#### Au niveau Mondial.

En 2012, l'Organisation mondiale de la santé (OMS) estimait à près de 207 millions le nombre de cas de paludisme et à 627 000 le nombre de décès associés. On constate une diminution de la mortalité de 45% au niveau mondial par rapport à 2000. La plupart des décès surviennent chez des enfants vivant en Afrique, où chaque minute un enfant meurt du paludisme.

Figure 12: Géographie du paludisme avec toutes espèces en 2000 (38)



En 10 ans on observe une progression du paludisme vers le Nord et le Sud. Certaines zones, impaludées en 1940 et indemne de tout paludisme en 2000, sont à nouveau impaludées.

#### Au niveau Européen.

D'après le rapport d'activité 2013 du Centre National de référence du paludisme (CNRP) : "Pour l'année 2012, un total de 1 856 cas de paludisme a été déclaré au Centre national de référence (CNR) du paludisme par les correspondants du réseau métropolitain. Un cas concerne un paludisme survenu dans les suites d'une transfusion sanguine." (39)

D'après l'institut de veille sanitaire, on lit dans son bulletin hebdomadaire international du 17 au 23 août 2011 : "depuis juin 2011, 6 cas de paludisme autochtone à *Plasmodium vivax* ont été diagnostiqués" en Grèce.(40)

On lit en septembre que "les autorités grecques rapportent 16 cas de paludisme autochtone à *Plasmodium vivax*". De même en Roumanie, un cas début août et un cas fin août ont été diagnostiqués.

### **3.3.1.4. Prévention.**

Vu la situation actuelle et en considérant que le paludisme est une maladie vectorielle causant de nombreux décès il est important de rappeler quelques règles de prévention qu'il incombera au Pharmacien d'officine de transmettre dans le cas d'un séjour dans une zone impaludée.

La lutte anti-vectorielle reste le principal moyen de réduire la transmission du paludisme. La protection individuelle contre les piqûres de moustique est le premier moyen de défense contre le paludisme : moustiquaire imprégnée d'insecticides et pulvérisation d'insecticides sont les deux premières mesures à adopter afin de réduire la transmission paludéenne.

Les voyageurs peuvent aussi se protéger au moyen d'une chimioprophylaxie qui supprime le stade sanguin de l'infection palustre. Ce sont les anti paludéens.

Les régions impaludées du monde sont classées en trois groupes selon le niveau de chloroquinorésistance. On choisira alors une chimioprophylaxie adaptée à la zone considérée:

- ✓ Groupe 1 : absence de chloroquinorésistance.  
On utilisera alors la Chloroquine (Nivaquine<sup>®</sup>). La posologie est d'un comprimé chaque jour. La prise est à débiter le jour de l'arrivée dans la zone à risque, et à poursuivre quatre semaines après avoir quitté la zone impaludée.
- ✓ Groupe 2 : zone de chloroquinorésistance.  
On pourra utiliser la chloroquine (Nivaquine<sup>®</sup>) à un comprimé par jour ou le proguanil (Paludrine<sup>®</sup>) à la posologie de deux comprimés au cours d'un repas.

L'association chloroquine-proguanil (Savarine®) peut aussi être utilisée. Ici aussi, la prise est à débiter le jour de l'arrivée dans la zone à risque et à continuer quatre semaines après avoir quitté la zone impaludée.

Dans le cas de l'utilisation de l'association atovaquone - proguanil (Malarone®), l'administration est à commencer le jour d'arrivée en zone à risque et doit être poursuivie une semaine après la sortie de cette zone.

- ✓ **Groupe 3** : zone de de chloroquinorésistance élevée ou de multirésistance.  
On pourra utiliser l'association atovaquone - proguanil comme vu précédemment, la méfloquine (Lariam®) à une posologie plus légère : un comprimé une fois par semaine.  
Une autre alternative thérapeutique est la doxycycline : Doxypalu®, Granudoxy®Gé , Doxy® 100 Gé et Doxy® 50 Gé à la posologie de 100 mg/jour chez les sujets de plus de 40 kg et 50 mg/j pour les sujets de poids < 40 kg.

La doxycycline peut entraîner une photodermatose par phototoxicité, on conseille donc une prise le soir au cours du repas. Le traitement est à débiter le jour de l'arrivée et à poursuivre quatre semaines après avoir quitté la zone impaludée.(41)

### **3.3.2. Les arboviroses**

#### **3.3.2.1. La dengue.**

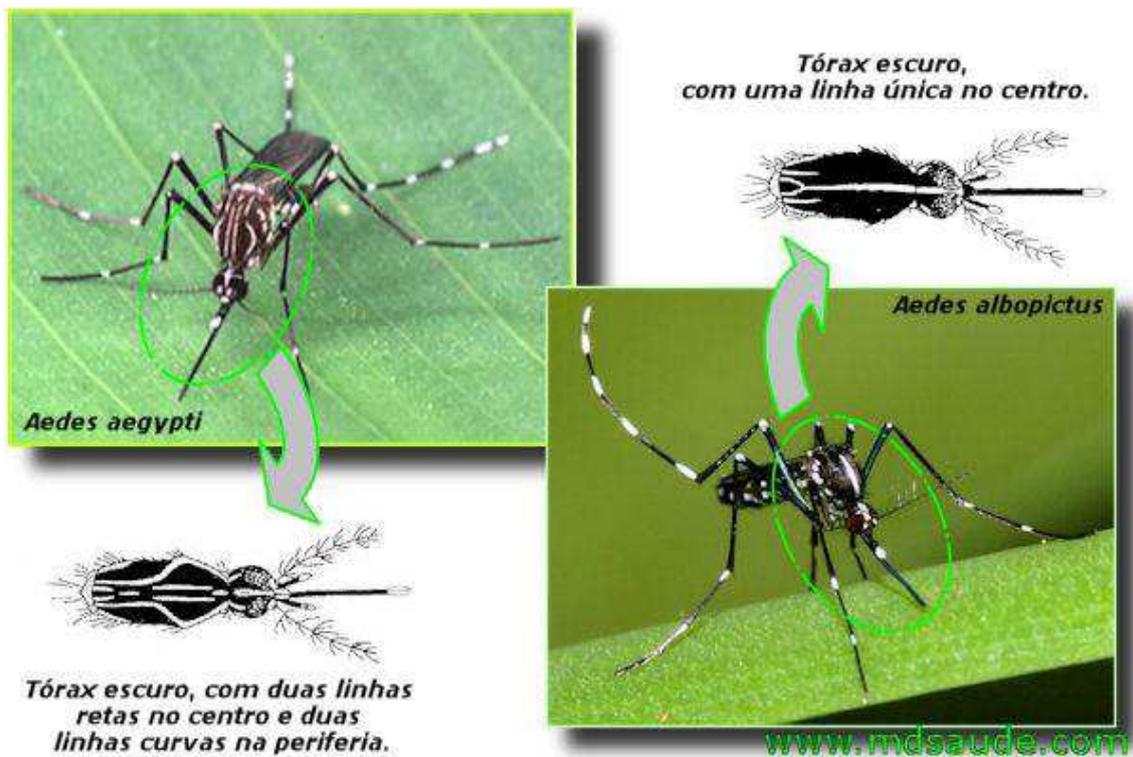
##### **3.3.2.1.1. Généralités.**

La dengue est une infection transmise par les moustiques du genre *Aedes aegypti* et *Aedes albopictus* qui sévissent dans les régions tropicales et subtropicales du monde entier. On l'appelle aussi "grippe tropicale".

*Aedes aegypti* vit en milieu urbain et se reproduit principalement dans des conteneurs produits par l'homme. Contrairement à d'autres moustiques comme les anophèles, ce moustique se nourrit le jour, avec un pic d'activité tôt le matin et le soir avant le crépuscule.

*Aedes albopictus*, est un autre vecteur de la dengue. On le retrouve principalement en Asie, en Amérique du Nord et en Europe. Cette espèce a une très grande faculté d'adaptation et peut donc survivre dans les régions plus tempérées et plus fraîches de l'Europe.

Figure 13 : différence *Aedes albopictus* et *Aedes aegypti*



La différence notable se situe au niveau du thorax, avec une ligne centrale pour *Aedes albopictus* et deux lignes pour *Aedes aegypti*.

Selon la zone géographique considérée on imputera la transmission de la maladie à tel ou tel vecteur. En effet la répartition géographique des *Aedes* n'est pas uniforme. Par exemple, en Guyane, le vecteur de la dengue est *Aedes aegypti*. Plus généralement, on remarque qu'*Aedes aegypti* a une répartition plus large qu'*Aedes albopictus*.

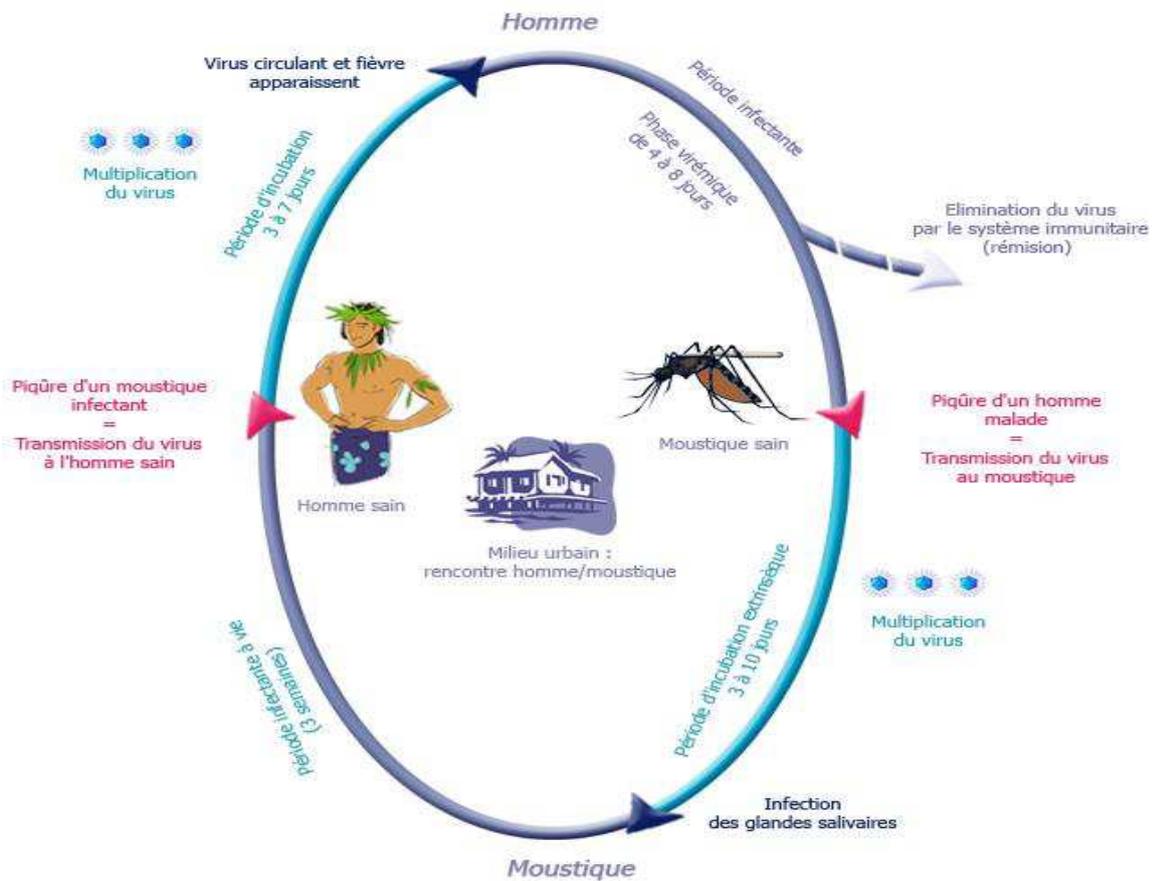
La dengue est causée par un virus dit arbovirus de la famille des Flaviviridae. Ces dernières années, la transmission a surtout progressé dans les zones urbaines et périurbaines et cette maladie est devenu un sujet de préoccupation de santé publique.

L'incidence de la dengue a considérablement augmenté au cours des dernières décennies, ce phénomène est désormais mondial.

On compte plus de 2,5 milliards de personnes, soit plus de 40% de la population mondiale, pouvant être exposées au risque de contracter cette maladie. Selon les estimations actuelles de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), il pourrait y avoir chaque année de 50 à 100 millions de cas dans le monde.(42)

Il existe 4 sérotypes de virus de la dengue appelés DEN1, DEN2, DEN3 et DEN4. L'infection par l'un de ces quatre types viraux induit la production d'anticorps protecteurs, contre le type infectant mais pas contre les trois autres. Il est ainsi théoriquement possible d'être infecté quatre fois par un virus de la dengue.

Figure 14 : Mécanisme de transmission de la dengue



Au cours du repas sanguin sur l'homme infecté en phase virémique, l'*Aedes* femelle se contamine. Ce moustique pique préférentiellement pendant la journée, on parle d'activité diurne. Le virus se réplique dans différents tissus et organes du moustique. Les virus ainsi fabriqués vont ensuite se loger dans les glandes salivaires du moustique. Ce cycle s'effectue en 10 à 12 jours. La transmission du virus aura lieu lors du prochain repas sanguin de l'insecte.

Il est important de souligner qu'un moustique infectant le reste toute sa vie. Il est donc capable de transmettre le virus à plusieurs individus.

### 3.3.2.1.2. Les symptômes.

Les symptômes apparaissent dans les jours suivants la piqûre par un moustique. On estime que la durée d'incubation est d'environ 5 jours. Les symptômes persistent généralement pendant une semaine.

Les manifestations cliniques fréquemment observées sont une forte fièvre accompagnée de céphalées, des nausées et des vomissements, des douleurs articulaires, musculaires et des rougeurs peuvent aussi apparaître.

C'est une prise de sang qui permettra de confirmer le diagnostic. Quand le diagnostic est posé deux possibilités se présentent :

- ✓ Les cas non sévères où l'on observera une rémission spontanée en une à deux semaines. Il n'existe pas de traitement spécifique, on réalisera seulement un traitement symptomatique qui consiste à prendre en charge la douleur et la fièvre.
- ✓ La forme sévère qui peut se développer de façon imprévisible dans environ 1 % des cas. Elle se caractérise par une fuite plasmatique sévère pouvant mener à un syndrome de choc, une détresse respiratoire, des syndromes hémorragies graves ou bien une atteinte organique sévère (foie, système nerveux central, cœur ou autres organes).

Il sera donc important de rechercher des signes de gravité dès l'apparition des premières fièvres afin d'apporter une réponse thérapeutique la plus rapide possible et ainsi réduire le taux de mortalité. (43)

Attention du fait du risque d'hémorragie, il est contre-indiqué d'utiliser l'aspirine ou des anti-inflammatoires lors de la prise en charge symptomatique de cette pathologie.

### **3.3.2.2. Le chikungunya.**

#### **3.3.2.2.1. Généralités.**

Le chikungunya est une maladie infectieuse des régions tropicales, provoquée aussi par un arbovirus. Le vecteur de la maladie est un moustique du genre *Aedes*. Parmi eux on retrouve *Aedes aegypti* et *Aedes albopictus* cités précédemment comme vecteurs de la dengue. Lorsque nous aborderons la question de la situation actuelle et de l'évolution nous traiterons communément ces deux pathologies.

Le cycle est identique à celui décrit précédemment. Seules les manifestations cliniques vont différer car le virus n'est pas le même. Le virus du chikungunya appartient à la famille des *Togaviridae*.

#### **3.3.2.2.2. Les symptômes.**

Le chikungunya est aussi appelé la maladie de l'homme courbé : "celui qui marche courbé" en swahili (dialecte africain). Ceci s'explique par la posture que prennent les individus touchés par cette maladie provoquant des douleurs articulaires et musculaires intenses à l'origine de cette posture particulière.

L'incubation est de 2 à 10 jours. Il apparaît ensuite une polyarthrite aiguë touchant les articulations type poignets, chevilles, genoux accompagné généralement de fièvre et de douleurs musculaires.

D'autres symptômes peuvent être observés tels que des céphalées, une éruption cutanée, une polyadénopathie cervicale et des hémorragies légères.

Des complications neurologiques peuvent survenir chez les personnes âgées et les nouveau-nés.

L'évolution est en faveur d'une amélioration rapide spontanée.

Le traitement à disposition est strictement symptomatique : antalgiques, anti-inflammatoire et corticothérapie dans les formes sévères. (44)

### 3.3.2.3. Situation actuelle - Evolution.

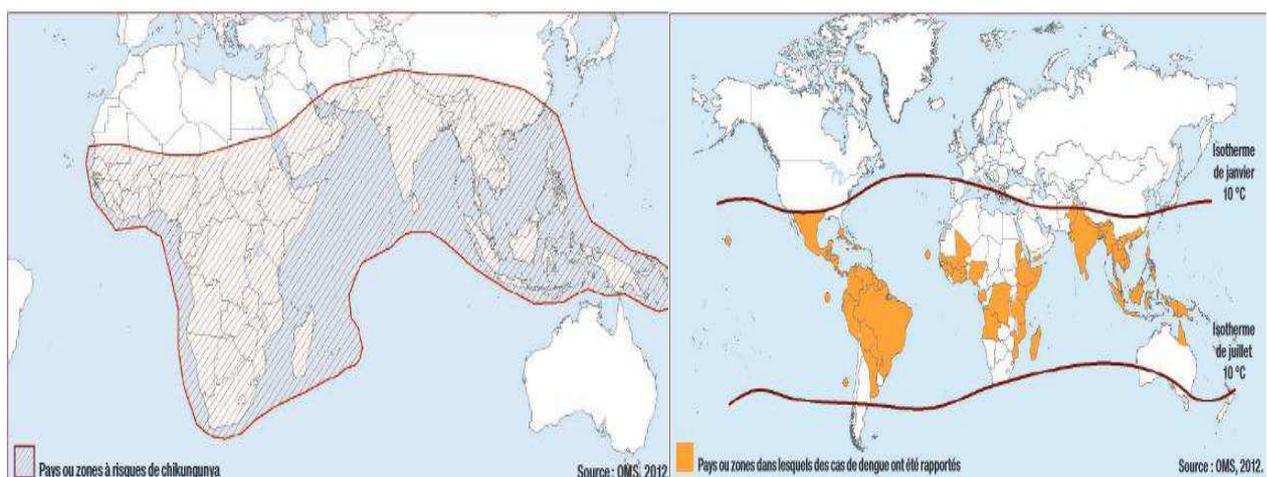
Au niveau mondial.

Comme l'illustre les cartes ci-après, le chikungunya touche la quasi totalité du continent africain en épargnant le Maghreb. L'Inde, l'Indonésie et une partie de la Chine sont aussi dans la zone à risque. Les Antilles connaissent depuis quelques mois une épidémie de chikungunya.

En ce qui concerne la dengue, le risque est manifestement plus global car il atteint aussi le continent Américain : Amérique du sud et équatoriale. L'Inde et l'Indonésie sont dans la zone à risque ainsi qu'une partie de l'Australie selon l'Organisation Mondiale de la Santé.

En ce qui concerne la Dengue en Afrique, le risque n'est pas aussi global que le chikungunya, en effet les pays concernés sont moins nombreux et touchent plus particulièrement l'Afrique centrale.

Figure 15 : Zone à risque chikungunya (à gauche), dengue (à droite)(45)

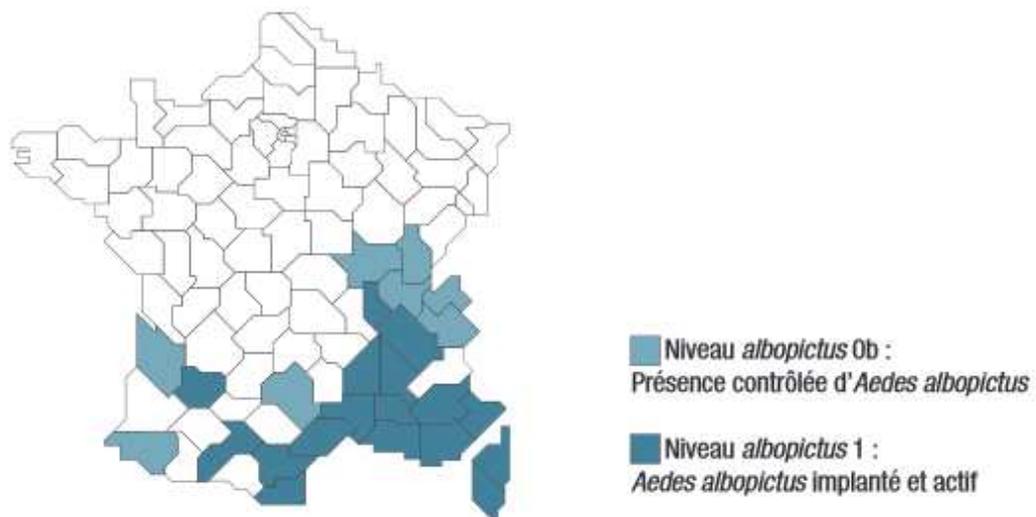


Remarque : les lignes isothermes 10°C indiquent la limite des zones à risque, définies par la possibilité de survie toute l'année du moustique vecteur principal de la dengue.

### Au niveau européen.

On lit dans un dossier de presse du ministère de la santé paru en 2013 à propos du chikungunya que " L'épidémie qui a touché près de 300 personnes dans la région italienne lors de l'été 2007, ainsi que les cas autochtones de chikungunya de l'été 2010 dans le Var et les Alpes-Maritimes confirment la possibilité de la survenue d'un tel événement en France métropolitaine."(46)

Figure 16 : Répartition métropolitaine d'*Aedes albopictus* (45)



D'après l'institut de veille sanitaire l'*Aedes albopictus* est donc bien présent sur le territoire français métropolitain. En 2013, on peut affirmer que le vecteur est présent sur 17 départements de métropole : Alpes-Maritimes, Alpes-de-Haute-Provence, Var, Haute-Corse, Corse-du-Sud, Bouches-du-Rhône, Vaucluse, Gard, Hérault, Aude, Pyrénées Orientales, Haute-Garonne, Lot-et-Garonne, Drôme, Ardèche, Isère et Rhône..

Du 1er mai au 22 novembre 2013, 405 cas suspects de dengue ou de chikungunya ont été signalés. Parmi eux :

- ✓ 168 cas importés de dengue ont été confirmés
- ✓ 2 cas importés de chikungunya ont été confirmés

Un cas isolé de dengue autochtone a été diagnostiqué dans le département des Bouches du Rhône le 21 octobre 2013. La personne n'avait pas séjourné en zone de circulation de la dengue dans les 15 jours précédant l'apparition des symptômes.

Le vecteur *Aedes albopictus* étant présent sur notre territoire, on peut à juste titre se demander si ces deux arboviroses déjà problème de santé publique dans nos territoires d'outre-mer le deviendront en métropole. Des cas d'importation sont déclarés, il est donc possible que le nombre de cas autochtones devienne de plus en plus important. Il suffirait

pour cela qu'un moustique (femelle) compétent pique un sujet infecté, il deviendrait alors infectant pour d'autres sujets sains ...

#### **3.3.2.4. Point sur les gîtes larvaires.**

Comme nous venons de le voir la dengue et le chikungunya sont deux maladies en pleine expansion au niveau mondial. La répartition mondiale des *Aedes* est de plus en plus cosmopolite et pose un réel danger pour la santé publique.

Un des moyens de lutte est de réduire les gîtes larvaires.

La femelle *Aedes aegypti* se reproduit dans des réserves d'eau. Les lieux de ponte sont aussi appelés "gîtes larvaires". Environ 80 % des gîtes sont créés par l'homme on parle de gîtes domestiques et péri-domestiques. Le moustique *Aedes* est considéré comme sédentaire : il ne s'éloigne pas de plus de 100 mètres de son gîte d'origine.

Deux types de gîtes sont observés :

- ✓ A l'intérieur des maisons et des lieux de travail : ce sont les gîtes domestiques, le moustique pond ses œufs dans tout récipient pouvant stocker de l'eau type vases, soucoupes sous les pots de fleurs ...
- ✓ A proximité des maisons et des lieux de travail : ce sont les gîtes péri-domestiques, tout récipient contenant de l'eau peut devenir un gîte larvaire : vases à fleurs, coupelles des plantes vertes, gouttières, bacs de climatisation, vieux pneus, poubelles, puits, réserves d'eau, piscines abandonnées, bassin ...

Des sites naturels peuvent aussi devenir des gîtes larvaires comme les trous d'arbres.

#### **3.3.2.5. Nouvelle arbovirose importée en Europe : Zika.**

Une arbovirose récente inquiète les instituts sanitaires, pour l'instant pas de cas autochtone en Europe bien que des suspicions de cas de zika importés ont déjà été énoncés.

Mais cette nouvelle arbovirose est préoccupante en Polynésie, on lit le 18 Mars 2014 une alerte sur le site de la Direction des Affaires Sanitaires et Sociales (DASS) :

*"Compte tenu de l'apparition de cas autochtones de zika (10 au 31/01/2014) répartis dans quatre foyers distincts dans le Grand Nouméa, la Nouvelle Calédonie se déclare en phase épidémique de zika virus à compter du 01 février 2014.*

*Ont été enregistrés au total par la DASS-NC en date du 18/03/2014 :*

*276 cas confirmés de zika virus dont:*

- 32 importés en Nouvelle-Calédonie
- 244 cas autochtones"

*publié le 01-02-2014*

Le virus zika fait parti de la famille des Flaviridae, il a été identifié pour la première fois en 1947 en Ouganda. En 2007 il est responsable d'une épidémie en Micronésie (Iles Yap), c'est depuis qu'il est considéré comme un virus émergent.

Ce virus est encore peu connu, il serait transmis par *Aedes aegypti*, il provoque après incubation une fièvre, des manifestations cutanées, des symptômes digestifs ou encore des arthralgies. Ces manifestations disparaissent après environ une semaine. Il n'existe pas de traitement spécifique, il est recommandé d'utiliser des traitements symptomatiques et de suivre les règles de prévention classiques et communes aux règles de prévention déjà communiquées pour la dengue et le chikungunya.

### 3.3.2.6. Prévention

Les règles de prévention sont simples. Ce sont des règles générales de protection contre les piqûres de moustiques. Il n'existe pas de chimioprophylaxie disponible lors de voyage dans les pays endémiques à conseiller aux voyageurs.

Voici un tableau récapitulatif disponible sur le bulletin épidémiologique hebdomadaire du 29 Mai 2012 réalisé par l'institut de veille sanitaire.

Tableau III : Efficacité des moyens de lutte anti-moustiques.(47)

Vecteurs	Maladies	Anophèles et Culex <i>Piquent du coucher au lever du soleil</i>	<i>Aedes</i> <i>Piquent le jour</i>
		Paludisme, Filariose, West Nile...	Dengue, Chikungunya...
<b>Moyens</b>			
Moustiquaire imprégnée d'insecticide		++++	+
Moustiquaire imprégnée ou non, de berceau, de poussette... pour un enfant avant l'âge de la marche		++++	++++
Pulvérisation intra-domiciliaire d'insecticides rémanents (méthode réservée aux professionnels de la lutte anti-vectorielle, indépendante et non disponible pour les voyageurs)		+++	++
Pulvérisation intra-domiciliaire de « bombes » insecticides (disponibles dans le commerce)		++	++
Diffuseur électrique d'insecticide (à l'intérieur)		++	++
Grillage anti-moustiques aux fenêtres et portes		++	++
Climatisation		+	+
Ventilation		+	+
Répulsifs cutanés		+++	+++
Vêtements imprégnés d'insecticide		++	++
Serpentin fumigène (extérieur)		+	+

Sources : IRD, InVS

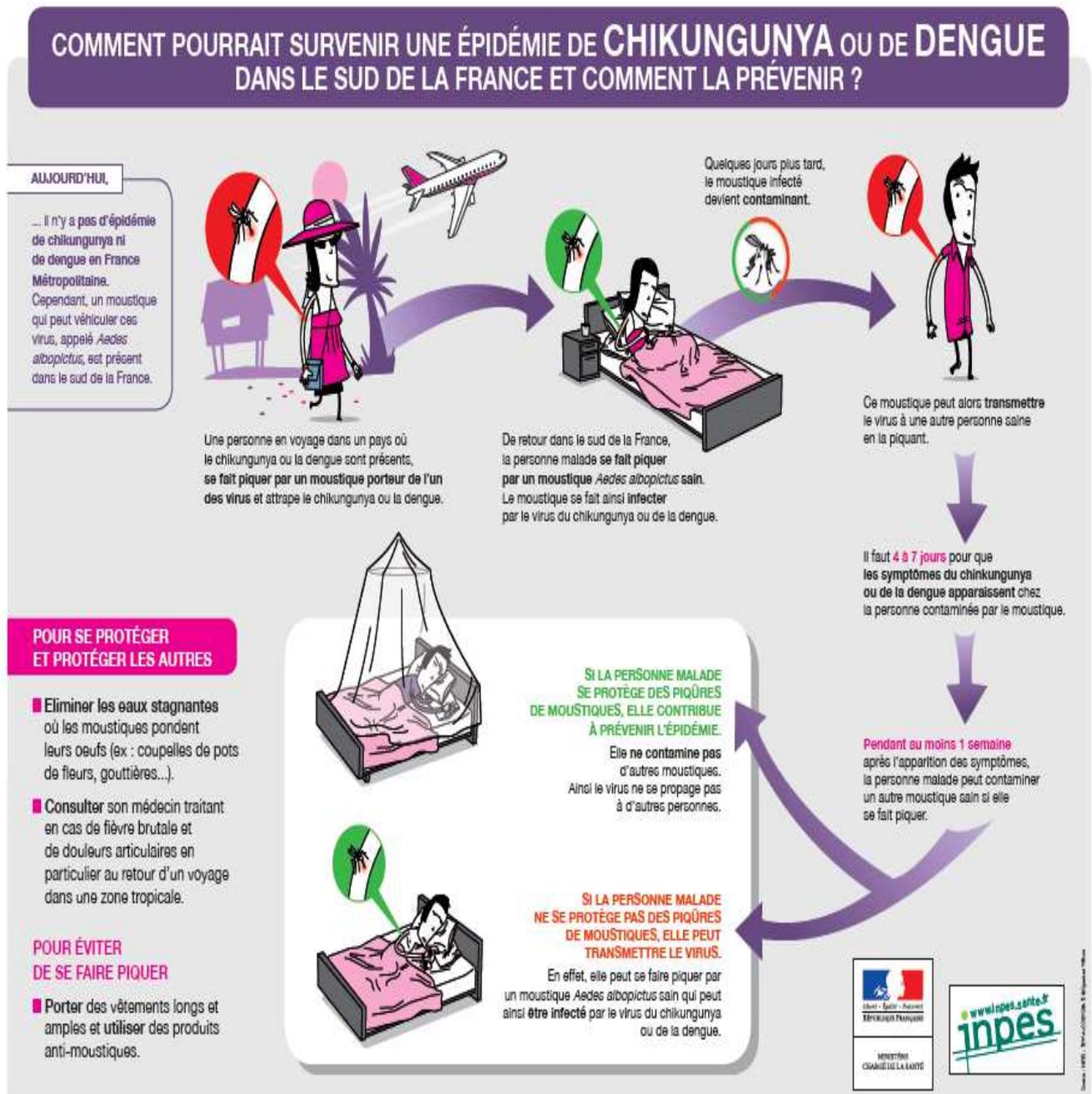
++++ : les plus efficaces ; + : les moins efficaces

On voit que les différents moyens de protections n'ont pas tous la même efficacité sur les différents vecteurs. Les différences d'efficacité sur les différents vecteurs ne sont pas flagrantes mais existent. Par exemple, la pulvérisation intra-domiciliaire est plus efficace pour lutter contre les *Anopheles* que pour lutter contre les *Aedes*.

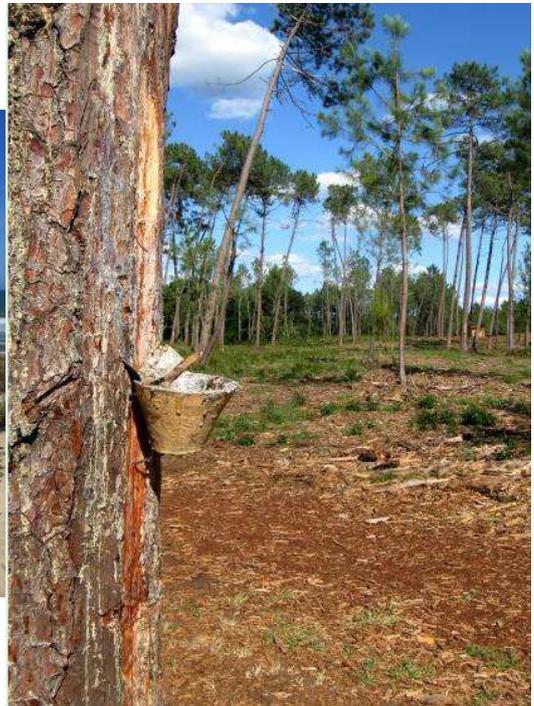
Comme vu précédemment, il n'est pas exclu que ces deux arboviroses (dengue et chikungunya) dans un premier temps, mais aussi, d'autres arboviroses comme le zika puisse devenir endémique dans nos régions de part le fait de la présence d'*Aedes* sur notre territoire.

Les pouvoirs publics mesurent de plus en plus ce risque et mettent en place des plans de communication de prévention.

Figure 17 : Campagne de sensibilisation : Prévenir la Dengue et le Chikungunya. (48)



# Partie 3 : Surveillance des écosystèmes, quels dangers futurs attendus pour notre région Aquitaine?



## 1. Une préoccupation récente.

Ce n'est que dans les années 70 que les autorités se sont réellement penchées sur le problème de la biodiversité. Le constat est alarmant : notre planète Terre est en danger. Depuis, la prise de conscience est progressive. La protection de la biodiversité et de l'environnement est l'affaire de tous, mais, depuis quelques années, on remarque un plus grand intérêt de la population pour ces grandes causes. Des pouvoirs politiques se sont créés et bon nombre de mouvements tentent d'exercer une pression politique sur les pouvoirs publics.

Le dernier rapport du Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC) en date du 31 Mars 2014 (49) expose une situation alarmante : actuellement on observe déjà sécheresses, inondations, maladies, migrations, pénuries alimentaires, risques de conflit, et bien d'autres conséquences au réchauffement climatique. Le plus inquiétant c'est que ces phénomènes vont, d'après ce rapport, se poursuivre et même s'aggraver dans les années à venir.

*« La probabilité d'impacts graves, étendus et irréversibles s'accroît avec l'intensification du réchauffement climatique », avertit le GIEC.*

### 1.1. Les grandes dates.

#### 1.1.1. Au niveau international.

En 1914, une Commission consultative pour la protection internationale de la nature se met en place. Plus tard, en 1923, est organisé à Paris, le 1<sup>er</sup> Congrès international sur la protection de la nature, suite à ce congrès les gouvernements successifs créeront des réserves dans certaines colonies africaines et en Antarctique.

C'est en 1945 que l'Organisation des Nations unies pour l'éducation, la science et la culture (Unesco) est fondée. Cette organisation avec son programme MaB lancé en 1971 : "The man and the Biosphere" a pour objectif de protéger la nature, tout en préservant l'activité humaine.

En 1951, la convention pour la protection des végétaux est une date importante dans l'histoire de la protection de la biodiversité puisque son objectif est d'assurer une action commune pour empêcher la dissémination et l'introduction d'organismes nuisibles aux végétaux et aux produits végétaux et de promouvoir l'adoption de mesures appropriées de lutte contre ces organismes nuisibles.

En 1961, la World Wildlife Foundation (WWF) est fondée, elle a pour rôle de protéger la faune et la flore

Comme dit précédemment, c'est à partir des années 70 que la prise de conscience est plus grande et que les mesures, qu'elles soient internationales, européennes ou nationales se multiplient en faveur de la protection de l'environnement.

En effet parmi les grandes dates à noter on peut citer (50):

- ✓ Le programme MaB de l'UNESCO lancé en 1971. La même année, la convention de Ramsar s'engage à préserver les zones humides afin d'en protéger les écosystèmes.
  
- ✓ La conférence des Nations Unies de Stockholm sur l'Environnement humain en 1972 est aussi un événement important. Est né de cette conférence le concept pour l'écodéveloppement. Lors de cette convention est aussi créé le Programme des Nations Unies pour l'Environnement ou PNUE.
  
- ✓ En 1988 est créé le groupe intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). Composé comme son nom l'indique d'experts scientifiques, le GIEC est chargé de suivre l'évolution du réchauffement climatique. Il a pour mission d'évaluer l'information scientifique sur les changements climatiques, leurs impacts et les mesures de prévention et d'adaptation envisageables. L'une des principales activités du GIEC consiste à procéder, à intervalles réguliers, à une évaluation de l'état des connaissances relatives au changement climatique.
  
- ✓ Le sommet de la Terre de Rio de Janeiro, en juin 1992, marque incontestablement un tournant décisif dans la prise de conscience internationale de la nécessité de protéger la biodiversité. Cette conférence a réuni les représentants d'Etat de 172 gouvernements. Au cours de ce sommet, des décisions sont prises ; deux conventions sont mises en place et les Etats signataires s'engagent à les respecter : la Convention sur le climat et la Convention sur la diversité biologique.
  - Dans la Convention sur le climat l'objectif théorique est de stabiliser les concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère à un niveau qui empêche toute perturbation anthropique dangereuse du système climatique. Ainsi les pays développés, les pays en transition et l'Union européenne, inscrits dans la convention s'engagent à stabiliser leurs émissions de gaz à effet de serre d'ici à l'an 2000 au niveau des émissions de 1990.
  - Concernant la Convention sur la diversité biologique elle contient trois objectifs :
    - la conservation de la biodiversité
    - l'utilisation durable des espèces et des milieux naturels

- le partage juste et équitable des bénéfices issus de l'utilisation des ressources génétiques

A partir de 1992, les événements en faveur de la protection de la biodiversité sont nombreux et la prise de conscience est collective et progressive.

De nos jours, le constat est alarmant si l'on en croit le dernier rapport des experts du GIEC publié le 31 mars 2014. Nous en verrons les grandes lignes plus tard dans cette partie.

### **1.1.2. Au niveau européen.**

Au niveau Européen, il y a moins de dates phares seulement deux paraissent importantes : en 1979, une directive européenne "oiseau" vise à protéger les oiseaux sauvages, puis en 1992 une autre directive européenne appelée "habitat, faune, flore" insiste sur la protection des habitats naturels, la faune et la flore sauvage.

### **1.1.3. Au niveau national.**

La France a elle aussi mis en place des mesures visant à protéger l'environnement. Comme on vient de le voir, la prise de conscience au niveau international a eu lieu de façon progressive et croissante au fil des années. Il en est de même pour l'évolution de la prise de conscience nationale.

Ainsi en 1967 a d'abord été créé le premier parc naturel. En 1971, est crée le ministère de l'environnement. Une loi est adoptée en 1976 : la loi sur la protection de la nature. Elle affirme que « La protection des espaces naturels et des paysages, la préservation des espèces animales et végétales, le maintien des équilibres biologiques auxquels ils participent et la protection des ressources naturelles contre toutes les causes de dégradation qui les menacent sont déclarés d'intérêt général ».(51)

C'est à partir de 1992 au Sommet de la Terre à Rio de Janeiro que la prise de conscience internationale a réellement lieu, et donc inévitablement les mesures au niveau national vont elles aussi se multiplier. C'est en 1994 qu'est ratifié la convention sur la diversité biologique et qu'est crée un fond français pour l'environnement mondial. Suite à cette ratification, en 2004, la France marque sa volonté de faire entrer la biodiversité dans le champ de toutes les politiques publiques, en lançant sa Stratégie Nationale pour la Biodiversité (SNB)(52).

Actuellement est en vigueur la stratégie 2011-2020, elle compte 20 objectifs répartis dans 6 catégories appelées orientations stratégiques.

*Tableau IV : 20 objectifs de la Stratégie Nationale pour la Biodiversité. (53)*

### **ORIENTATION STRATÉGIQUE A - Susciter l'envie d'agir pour la biodiversité**

**Objectif 1** → Faire émerger, enrichir et partager une culture de la nature

**Objectif 2** → Renforcer la mobilisation et les initiatives citoyennes

**Objectif 3** → Faire de la biodiversité un enjeu positif pour les décideurs

### **ORIENTATION STRATÉGIQUE B - Préserver le vivant et sa capacité à évoluer**

**Objectif 4** → Préserver les espèces et leur diversité

**Objectif 5** → Construire une infrastructure écologique incluant un réseau cohérent d'espaces protégés

**Objectif 6** → Préserver et restaurer les écosystèmes et leur fonctionnement

### **ORIENTATION STRATÉGIQUE C - Investir dans un bien commun, le capital écologique**

**Objectif 7** → Inclure la préservation de la biodiversité dans la décision économique

**Objectif 8** → Développer les innovations pour et par la biodiversité

**Objectif 9** → Développer et pérenniser les moyens financiers et humains en faveur de la biodiversité

**Objectif 10** → Faire de la biodiversité un moteur de développement et de coopération régionale en outre-mer

### **ORIENTATION STRATÉGIQUE D - Assurer un usage durable et équitable de la biodiversité**

**Objectif 11** → Maîtriser les pressions sur la biodiversité

**Objectif 12** → Garantir la durabilité de l'utilisation des ressources biologiques

**Objectif 13** → Partager de façon équitable les avantages issus de l'utilisation de la biodiversité à toutes les échelles

### **ORIENTATION STRATÉGIQUE E - Assurer la cohérence des politiques et l'efficacité de l'action**

**Objectif 14** → Garantir la cohérence entre politiques publiques, aux différentes échelles

**Objectif 15** → Assurer l'efficacité écologique des politiques et des projets publics et privés

**Objectif 16** → Développer la solidarité nationale et internationale entre les territoires

**Objectif 17** → Renforcer la diplomatie environnementale et la gouvernance internationale dans le domaine de la biodiversité

### **ORIENTATION STRATÉGIQUE F - Développer, partager et valoriser les connaissances**

**Objectif 18** → Développer la recherche, organiser et pérenniser la production, l'analyse, le partage et la diffusion des connaissances

**Objectif 19** → Améliorer l'expertise afin de renforcer la capacité à anticiper et à agir, en s'appuyant sur toutes les connaissances

**Objectif 20** → Développer et organiser la prise en compte des enjeux de biodiversité dans toutes les formations

En 2005, la France met en place la charte de l'environnement, plaçant les principes de sauvegarde de l'environnement au même plan que les droits de l'homme et du citoyen institués en 1789.

En 2007, le Grenelle de l'environnement est lancé. Il réunit pour la première fois l'Etat et les représentants de la société civile afin de définir des objectifs en faveur de l'écologie, du développement et de l'aménagement durables.

Parmi les objectifs fixés par ce grenelle :

- réduire d'ici 2020 de 20% les émissions de gaz à effet de serre : en développant des autoroutes ferroviaire et fluviales, en favorisant le transport collectif pour les transports des voyageurs...
- maintenir et développer la biodiversité : par exemple en rendant obligatoire la compensation des atteintes à la biodiversité quand il n'y a pas d'autres alternatives possibles.

Ce grenelle de l'environnement est étendu à la mer en 2009, il a pour grands objectifs de protéger et valoriser les espaces maritimes et littoraux, protéger la biodiversité marine, maîtriser la pollution marine ou encore développer une économie durable de la mer et du littoral.

Comme on vient de le voir les initiatives en faveur de la protection de l'environnement et de la biodiversité se sont multipliées au cours des ces dernières années. Les pouvoirs politiques s'engagent de plus en plus dans cette voie. La prise de conscience est globale tant au niveau des gouvernements qu'au niveau de la population.

## **2. Mesures de surveillance.**

### **2.1. Un nouveau constat alarmant : dernier rapport du GIEC 2014.**

Le Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat, rendra son 5<sup>ème</sup> Rapport d'évaluation en septembre 2014. Ce rapport se compose de plusieurs parties certaines déjà publiées.

Le premier volume a été rendu public en septembre 2013, il fait état des éléments scientifiques. Le second volume rendu public en mars 2014 dévoile quand à lui les impacts, vulnérabilités et les adaptations liés au changement climatique. En avril le troisième volume sera publié, il concernera les atténuations du changement climatique. Enfin ce ne sera qu'en septembre 2014 que les experts rendront les conclusions de ce 5<sup>ème</sup> rapport.

Dans ce rapport il est pour l'instant clairement établi la cause anthropique au réchauffement climatique actuel. Les grands changements à venir évoqués sont les suivants : (54)

- A la fin du XXI<sup>e</sup> siècle, l'augmentation de la température à la surface du globe sera probablement supérieure à 1,5 °C par rapport à l'époque allant de 1850 à 1900. Il est probable qu'elle dépassera + 2 °C, et il est plus probable qu'improbable qu'elle dépassera + 2 °. Dans tous les cas, le réchauffement se poursuivra après 2100. Cependant ce phénomène ne sera pas uniforme d'une région à l'autre.
- Les épisodes de précipitations extrêmes deviendront très probablement plus intenses et fréquents sur les continents des moyennes latitudes et dans les régions tropicales humides d'ici la fin de ce siècle, en lien avec l'augmentation de la température moyenne.
- Les océans continueront à se réchauffer au cours du XXI<sup>e</sup> siècle. De la chaleur sera absorbée à la surface et pénétrera jusqu'à l'océan profond, perturbant alors la circulation océanique.
- L'étendue et l'épaisseur de la banquise arctique continueront à diminuer, au fur et à mesure de l'augmentation de la température moyenne à la surface du globe, de même que l'étendue du manteau neigeux de l'hémisphère Nord au printemps.
- Le niveau moyen mondial des mers continuera à s'élever.

On peut lire dans le communiqué de presse du GIEC du mois de mars 2014 :

*"Les changements climatiques touchent déjà l'agriculture, la santé, les écosystèmes terrestres et océaniques, l'approvisionnement en eau et les moyens de subsistance de certaines populations. Ce qui est frappant dans les incidences observées de ces changements, c'est qu'ils se produisent depuis les tropiques jusqu'aux pôles, depuis les petites îles jusqu'aux grands continents et depuis les pays les plus riches jusqu'aux plus pauvres".*

La situation est donc critique et globale et c'est pourquoi le groupe d'experts tire la sonnette d'alarme en indiquant toutefois que même si la situation est préoccupante, il est indispensable que tous les gouvernements investissent afin de permettre une adaptation à ce changement climatique. Il faut agir dès maintenant, et que tout le monde s'implique pour que nous puissions à l'avenir nous adapter au mieux aux phénomènes climatiques dont nous sommes en grande partie responsable.

## 2.2. Les indicateurs.

### 2.2.1. Outils de surveillance de la Stratégie Nationale pour la Biodiversité.

Afin de répondre à la Stratégie Nationale pour la Biodiversité (SNB), des indicateurs de biodiversité ont été instaurés. C'est l'Observatoire National de la Biodiversité (ONB) qui les a mis en place.

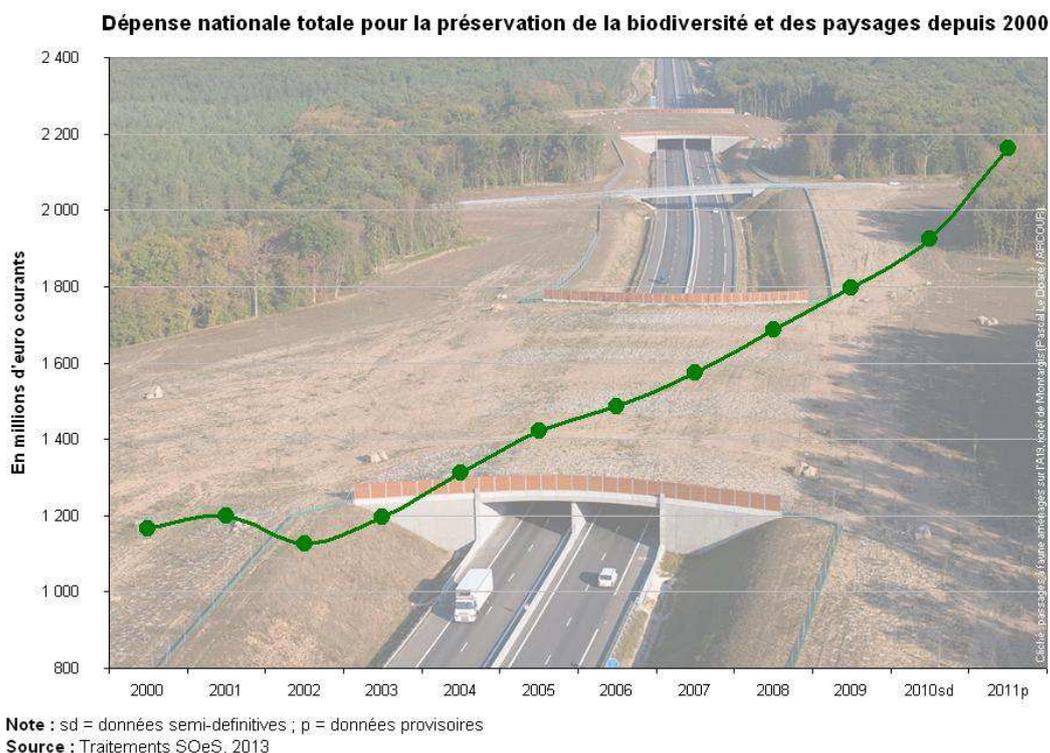
Ces indicateurs permettent de suivre les effets de la Stratégie Nationale pour la Biodiversité. Ils sont très nombreux et disponible sur le site internet suivant :

<http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous>

Le site met en garde et avertis que ces indicateurs doivent être utilisés avec précaution, ils ont été élaborés pour un usage particulier, il convient donc d'être prudent avant de les interpréter.

Prenons un exemple concernant la biodiversité : l'indicateur de dépense nationale pour la biodiversité.

*Figure 18 : Indicateur de dépense nationale pour la biodiversité (55)*



Comme le montre ce graphique, depuis 2002, la dépense nationale pour la préservation de la biodiversité et des paysages ne cesse d'augmenter. Avec un montant approchant les 2 200 millions d'euros en 2011, contre 1 200 millions d'euros en 2001, on peut dire qu'au niveau national, il y a une réelle volonté de protection de la biodiversité. Les moyens financiers

engagés pour répondre à la stratégie nationale pour la biodiversité sont donc considérables et en progression.

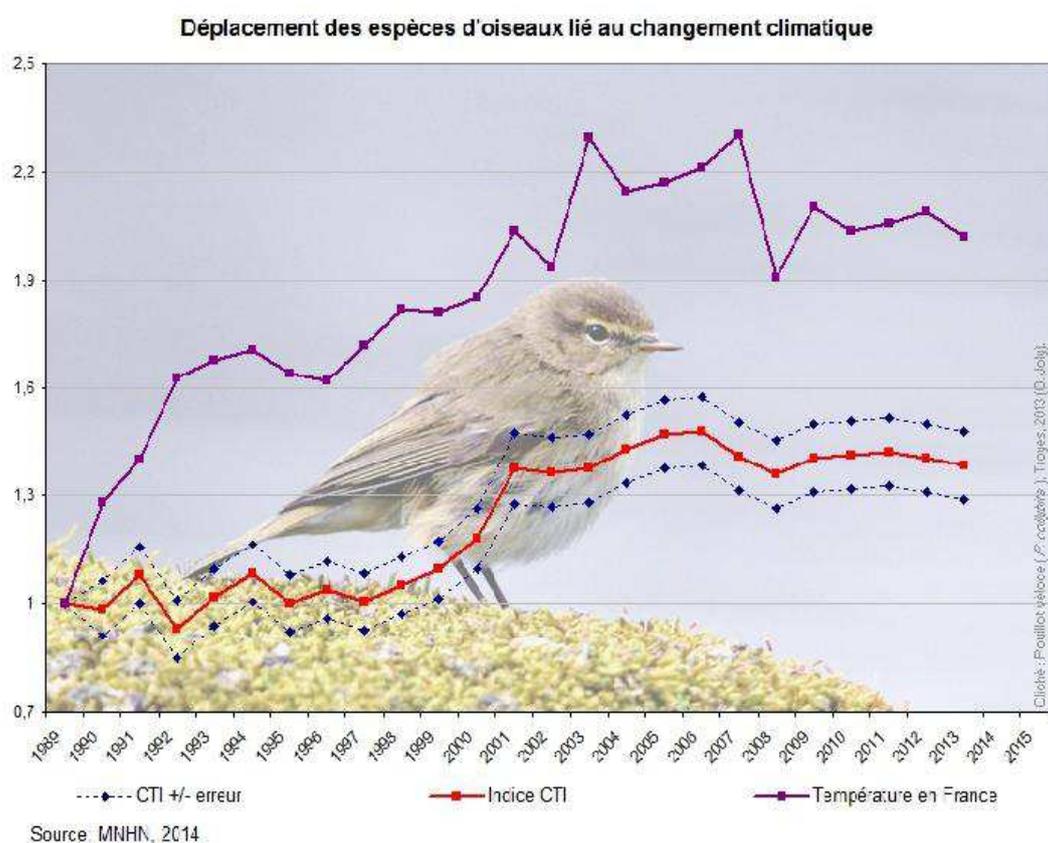
A bon nombre d'objectifs de la Stratégie Nationale pour la Biodiversité, sont reliés un ou plusieurs indicateurs.

Des indicateurs concernant la biodiversité et les écosystèmes sont donc disponibles. Comme nous avons vu précédemment, ces deux paramètres sont en danger, suivre leur évolution est important afin de les préserver au mieux.

## 2.2.2. Deux exemples parlants.

Prenons pour exemple deux indicateurs parlants : le déplacement des espèces lié au changement climatique et la proportion d'espèces métropolitaines éteintes ou menacées.

*Figure 19 : Indicateur de déplacement des espèces d'oiseaux lié au changement climatique (56).*

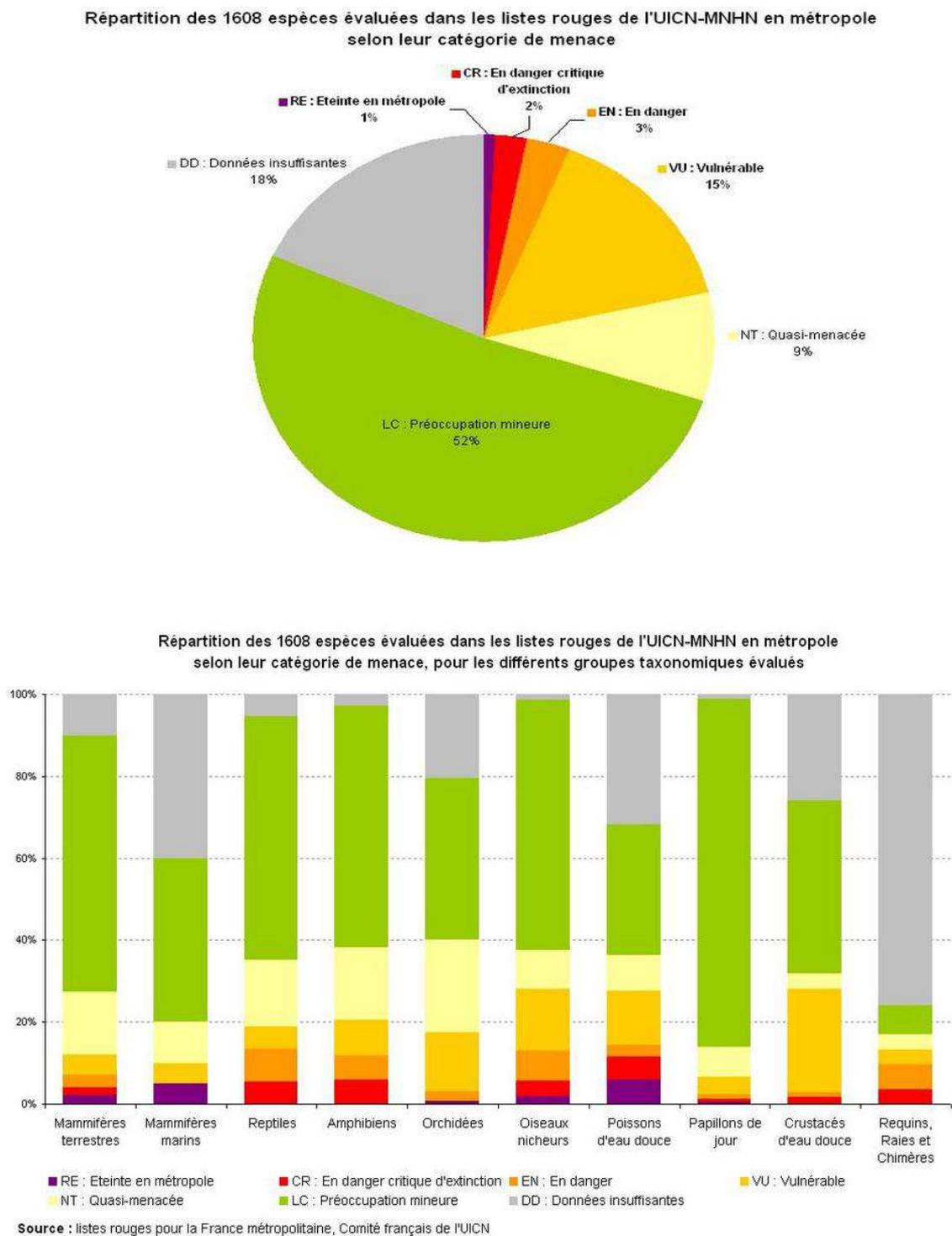


Cet indicateur présente les variations interannuelles de l'Indice Thermique moyen des Communautés (CTI) d'oiseaux en réponse au changement climatique.

En France, de nombreuses espèces ont une aire de répartition qui se déplace progressivement vers le Nord, à l'image du climat. Cela se traduit par un changement de

composition dans les communautés d'oiseaux avec des espèces qui deviennent plus ou moins abondantes selon leur capacité d'adaptation.

Figure 20 : Indicateur de la proportion d'espèces métropolitaines éteintes ou menacées.  
(57)



Comme on peut le voir sur le premier graphique, sur les 1608 espèces évaluées, 1% des espèces sont éteintes et 20% sont en danger majeur d'extinction. Ce chiffre est considérable sachant que seulement 52% des espèces ne sont pas dans une situation préoccupante.

Globalement, tous les taxons sont concernés mais parmi les espèces les plus menacées, on voit sur le second graphique qu'amphibiens, orchidées, oiseaux nicheurs et poissons d'eau douce voient 40% de leur diversité en danger. Suivent de près les reptiles et les crustacés d'eau douce et mammifères terrestres avec environ 30% ou plus des espèces menacées.

Concernant les requins et raies, les données sont insuffisantes pour 75% d'entre eux.

Cette érosion de la biodiversité et l'extinction de certaines espèces peuvent être indirectement liés à l'émergence de nouvelles maladies vectorielles. Ceci s'explique par la diminution de l'effet de dilution dont nous parlerons dans la suite de ce travail.

Ces indicateurs reflètent la situation et donnent une image plus parlante de la situation actuelle. En consultant ces éléments, on réalise mieux pourquoi il est important d'agir en faveur de la protection du vivant. C'est le principe du développement durable.

### **2.3. Un concept récent : le développement durable.**

Pour la première fois appelé "sustainable development" ou développement soutenable ; le concept est repris par Madame Gro Harlem Brundtland, le Premier Ministre norvégien qui définit plus précisément le développement durable en 1987 comme étant "un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs ".(58)

Il s'agit donc de prévoir et d'agir aujourd'hui afin que dans quelques années nos civilisations ne soient pas en danger.

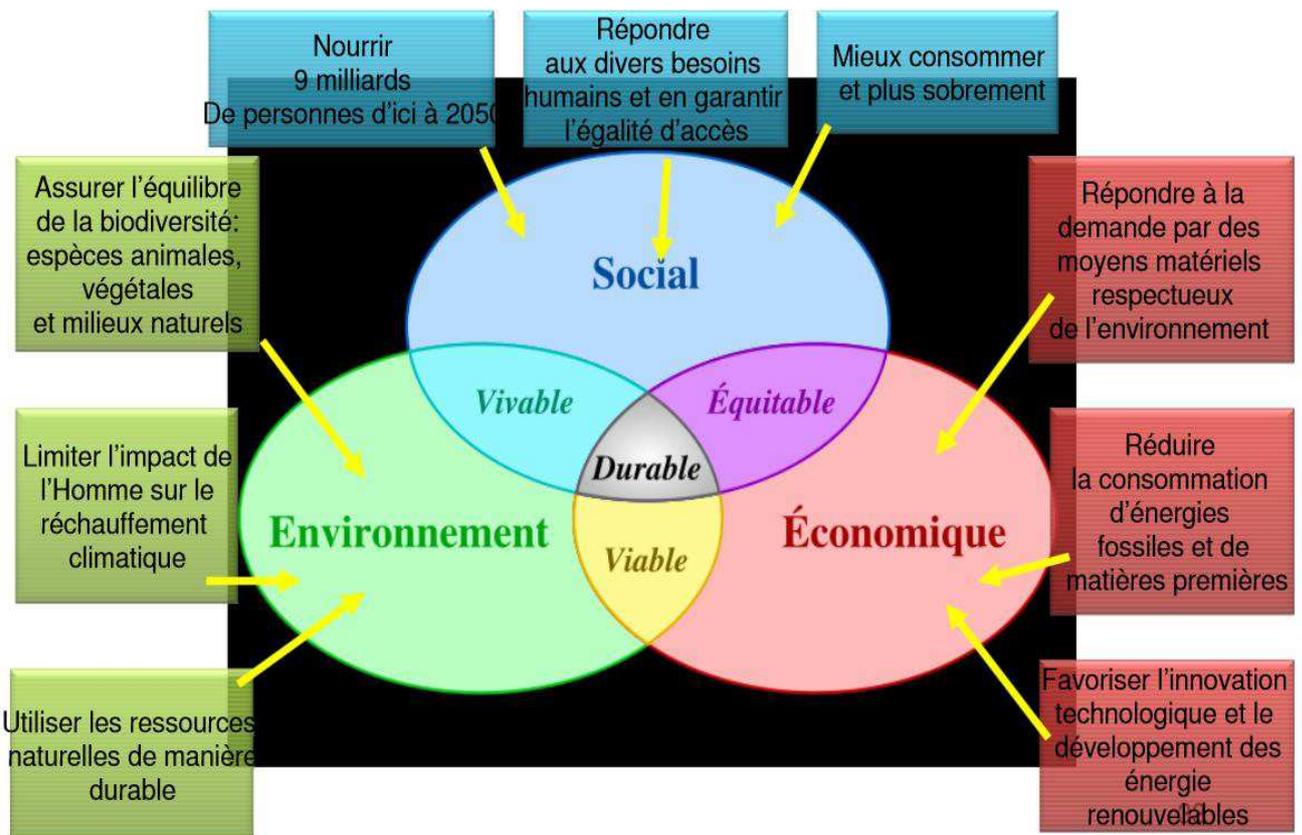
En 1992, le Sommet de la Terre à Rio officialise la notion de développement durable. Elle est composée de trois piliers à savoir l'économie, l'écologie ainsi que le social. Autrement dit, le développement dit durable doit être un développement économiquement efficace, socialement équitable et écologiquement soutenable.

En France, il occupe une place importante, pour preuve le ministère de l'environnement instauré en 1971 est devenu le ministère de l'Écologie et du Développement durable en 2002.

Les grands objectifs du développement durable sont :

- la lutte contre le réchauffement climatique
- la préservation des milieux naturels et de la biodiversité
- la sobriété de la consommation et la production durable
- l'émergence d'une responsabilité écologique

Figure 21: Objectifs et actions du développement durable.(59)



Le concept de développement durable fixe des objectifs en vue de protéger la biodiversité et ainsi favoriser l'adaptation de l'homme au changement climatique auquel il est et sera confronté dans les années à venir.

Ce concept est à nuancer. De nos jours tout le monde fait du "développement durable", notamment un bon nombre d'industries qui sont par ailleurs à l'origine de notre entrée dans l'Anthropocène et de la dégradation de la biodiversité sur Terre comme vu précédemment.

On peut considérer que ce concept, accessible à tous, est un outil efficace pour sensibiliser les gens. D'ailleurs, il est connu par un grand nombre de personnes. Cependant, on peut se demander si derrière ce terme n'existe pas une forme de dédouanement c'est à dire qu'en faisant maintenant du développement durable, les acteurs se donnent bonne conscience : ils corrigent leur erreurs passées.

Or ne serait-ce pas plus que du "développement durable" qui sera nécessaire afin de rétablir un équilibre pour les générations futures ? Certainement pas, mais ce concept n'est-il pas un premier pas bon à prendre afin d'espérer des modifications plus significatives à l'avenir ...

A chacun son jugement !

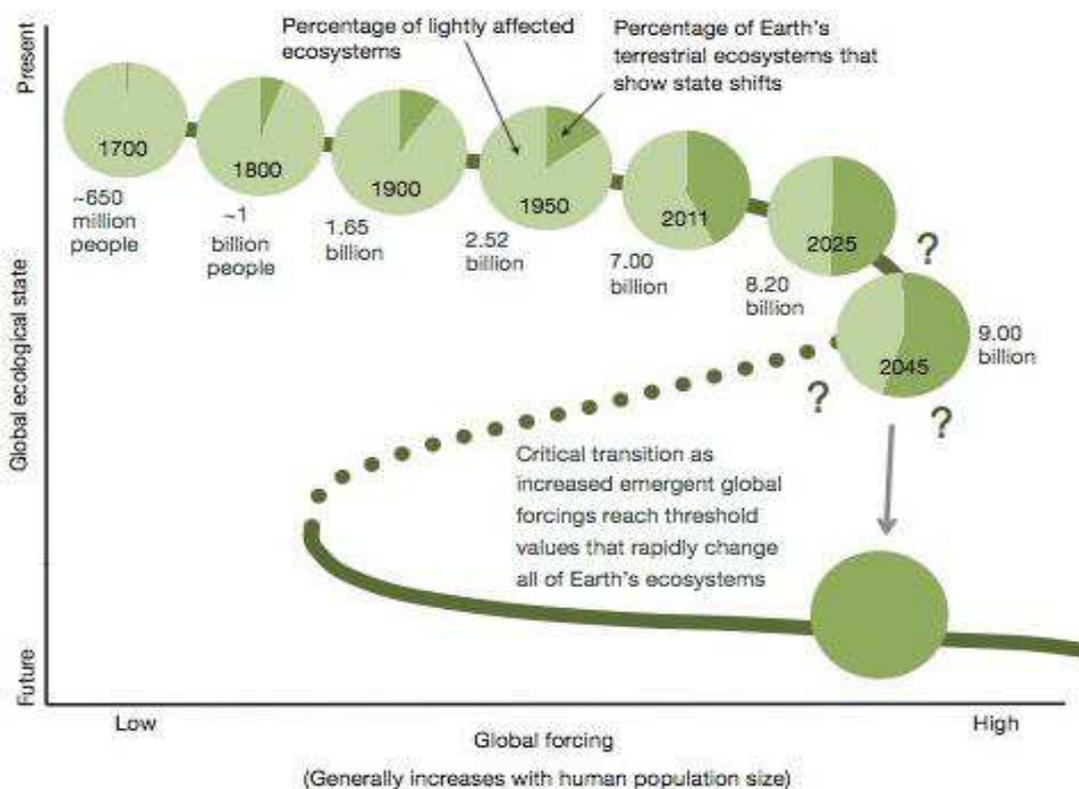
Dans la suite de ce travail nous parlerons du futur. Il est important de rappeler qu'il est impossible de prévoir avec certitude quels sont les événements précis auxquels nous serons confrontés. Cependant, des tendances sont, comme nous venons de le voir, énoncées par des scientifiques. La suite de ce travail sera donc constituée de faits scientifiques mais aussi d'une discussion sur notre avenir mais ces éléments seront à considérer avec grande prudence.

### 3. Quel sera notre futur?

#### 3.1. Où en sont les écosystèmes métropolitains ?

Le constat à l'heure actuelle est alarmant : selon une étude publiée dans Nature "*La planète ne possède pas la mémoire de son état précédent. Nous prenons un énorme risque à modifier le bilan radiatif de la Terre : faire basculer brutalement le système climatique vers un nouvel état d'équilibre auquel les écosystèmes et nos sociétés seront incapables de s'adapter. [...] Le prochain changement pourrait être extrêmement destructeur pour la planète. Une fois que le seuil critique sera dépassé, il n'y aura plus de possibilité de revenir en arrière*". Ce seuil correspondrait à l'utilisation de 50 % des ressources terrestres. Or, aujourd'hui, 43 % des écosystèmes terrestres sont déjà utilisés pour subvenir aux besoins des hommes.

Figure 22: Utilisation des écosystèmes en fonction de la démographie mondiale (60).



Avec un peu plus de 7 milliards d'habitants, la planète Terre approche dangereusement d'un point de non retour. En effet, comme dit précédemment et comme le montre ce graphique, à l'heure actuelle plus de 40 % des ressources terrestres sont utilisées. Or au delà de 50%, la Revue Nature dit bien qu'une adaptation au réchauffement climatique sera compromise(27).

Or ce seuil serait atteint en 2025 avec une population mondiale toujours plus nombreuse. Ainsi, l'homme en exploitant toujours de plus en plus de ressources, se mettrait en danger.

Ce graphique montre aussi que l'exploitation des ressources a complètement explosé au cours du dernier centenaire. En effet, entre 1800 et 1900, on observe une progression de la population mondiale d'un peu moins d'un million et l'utilisation des ressources terrestres est passée approximativement de 8 à 12%. Entre 1900 et 2000, on compte alors 5.5 millions d'habitants supplémentaires et l'utilisation des ressources est passée d'approximativement 12 à 40%. C'est surtout depuis 1950 qu'on observe une accélération considérable de l'utilisation des ressources et une explosion de la population mondiale. En restant sur ce rythme, nous utiliserons plus de la moitié des ressources disponible sur Terre en 2025 donc dans à peine 10 ans.

Ces chiffres sont considérables. Nous assistons à l'heure actuelle à une extinction massive de la diversité spécifique qui modifie profondément les écosystèmes et donc, plus largement, la biodiversité. Ce qui est atypique dans cette nouvelle extinction, c'est qu'elle se déroule d'une manière extrêmement rapide, et qu'elle est directement liée à l'activité anthropique de ces dernières décennies.

### **3.2. Quels sont les points préoccupants pour notre région ?**

Nous venons de voir que le changement climatique est global et qu'il impactera l'intégralité de la population mondiale. Or toutes les régions du globe ne seront pas concernées par les mêmes dangers. Il est alors intéressant de s'attarder sur les risques régionaux auxquels nous devons nous préparer. Un rapport a été publié en 2013 par Monsieur Le Treut intitulé " Les impacts du changement climatique en Aquitaine". Ce rapport fait un bilan de la connaissance scientifique sur le climat régional et appréhende ses évolutions futures.

Un premier point sur lequel nous travaillerons sera les maladies vectorielles dont nous avons largement parlé dans les deux parties précédentes. Sommes-nous menacés par le retour du paludisme? La dengue et le chikungunya nous guettent ils?

Dans le paysage aquitain, deux grands écosystèmes occupent une place importante : il s'agit de la forêt mais aussi du littoral et plus particulièrement de la dune. Ces dernières années ces deux écosystèmes ont été mis à mal. Est-ce du fait du réchauffement climatique ? Sont-ils menacés dans les années à venir?

### 3.2.1. Concernant les maladies vectorielles.

Nous venons de le voir, on assiste actuellement à la migration des espèces vers le Nord, les maladies vectorielles présentes au niveau des tropiques peuvent-elles alors arriver en métropole ?

Sur le territoire français, et plus particulièrement dans la région Aquitaine, on recense déjà la présence de vecteurs de maladies comme les *Anophèles* vectrices du paludisme ou encore des moustiques du genre *Aedes* compétents pour transmettre la dengue et le chikungunya.

Se pose alors plusieurs questions : sommes nous à l'abri de contracter ces maladies ou existe-il un réel danger à ce que nous soyons confronté un jour à un retour du paludisme ? Doit-on se préparer à l'émergence de nouvelles maladies vectorielles dont nous sommes indemnes pour l'instant à savoir la dengue et le chikungunya?

#### 3.2.1.1. Vers le retour du paludisme autochtone?

La France reste vigilante à propos du paludisme car d'une part, elle a été confrontée dans le passé à de nombreux cas de paludisme autochtone, et, d'autre part, on recense toujours des cas de paludisme d'importation. Il s'agit pour l'essentiel de personnes s'infectant lors d'un séjour en Afrique intertropicale.

Rappelons que le vecteur de cette maladie, l'Anophèle, est toujours présent sur notre territoire. Il est donc légitime de se demander si un retour du paludisme autochtone est possible. Sa disparition dans les années 1950 est le fait de plusieurs éléments complémentaires : nous l'avons expliqué dans la première partie de ce travail c'est l'alliance d'une amélioration des conditions de vie et d'hygiène associée à une modification profonde du milieu environnant ainsi qu'à un meilleur accès à une thérapeutique efficace qui a permis une régression du paludisme allant jusqu'à la disparition de la maladie autochtone sur le territoire métropolitain.

Le dernier cas signalé en France durant la période endémique fût dans les années 1940 ; en Corse, les derniers cas ont été signalés en 1960.

Désormais, ce sont quasiment exclusivement des cas de paludisme importés qui sont signalés.

En 2008, deux cas de paludisme autochtones ont été signalés au CHU de Nice, il s'agit d'un couple d'étudiants n'ayant pas séjourné dans un pays endémique. Après investigation il a été indiqué que ces deux patients ont été contaminés par la même anophèle. Le couple vit dans une maison située à 200 mètres de deux hôtels à 8 kilomètres de l'aéroport Roissy. Ces hôtels sont desservis par des navettes allant à l'aéroport. En conclusion, les scientifiques expliquent ces deux cas de paludisme autochtones par la proximité de l'aéroport, de deux hôtels et de températures élevées en faveur d'un paludisme d'aéroport contracté à Saint-Mard (8 kilomètres plus loin). L'amélioration de la désinsectisation des avions a alors été recommandée.(61)

Le paludisme d'aéroport peut être défini comme forme particulière de paludisme autochtone : un moustique du genre *Anophele* infecté par un Plasmodium voyage dans la carlingue d'avion depuis une zone d'endémie jusqu'à un aéroport en zone indemne de paludisme. Le Règlement sanitaire international impose donc aux états de vérifier que les avions en provenance de zone d'endémie palustre ou arbovirale soient systématiquement désinsectisés.

Dans le cas où des sujets infectés rentreraient en contact avec une anophèle sur le territoire français, celle-ci pourrait devenir infectante pour d'autres individus et ces derniers pourraient alors infester de nouvelles anophèles en cas de piqûres. Ainsi en cas de prolifération massive d'anophèles on peut imaginer que le paludisme autochtone reviendrait dans notre région.

Ces propos sont à nuancer car nos conditions de vie actuelle semblent nous préserver de ce risque de transmission. De plus notre système de santé est compétent et nous disposons d'armes thérapeutiques efficaces. Mais, au vu de la conjoncture économique dans laquelle nous évoluons ces dernières années, il apparaît que le niveau de vie est en train de décliner et que la précarité progresse dans notre pays.

Dans le rapport à l'initiative du Conseil Régional et sous la direction d'Hervé LE TREUT : les impacts du changement climatique en Aquitaine(62), nous pouvons lire : "*en Europe encore, la Grèce doit désormais compter avec la circulation des moustiques compétents pour la transmission du paludisme et depuis 3 ans avec la réapparition d'un paludisme autochtone*".

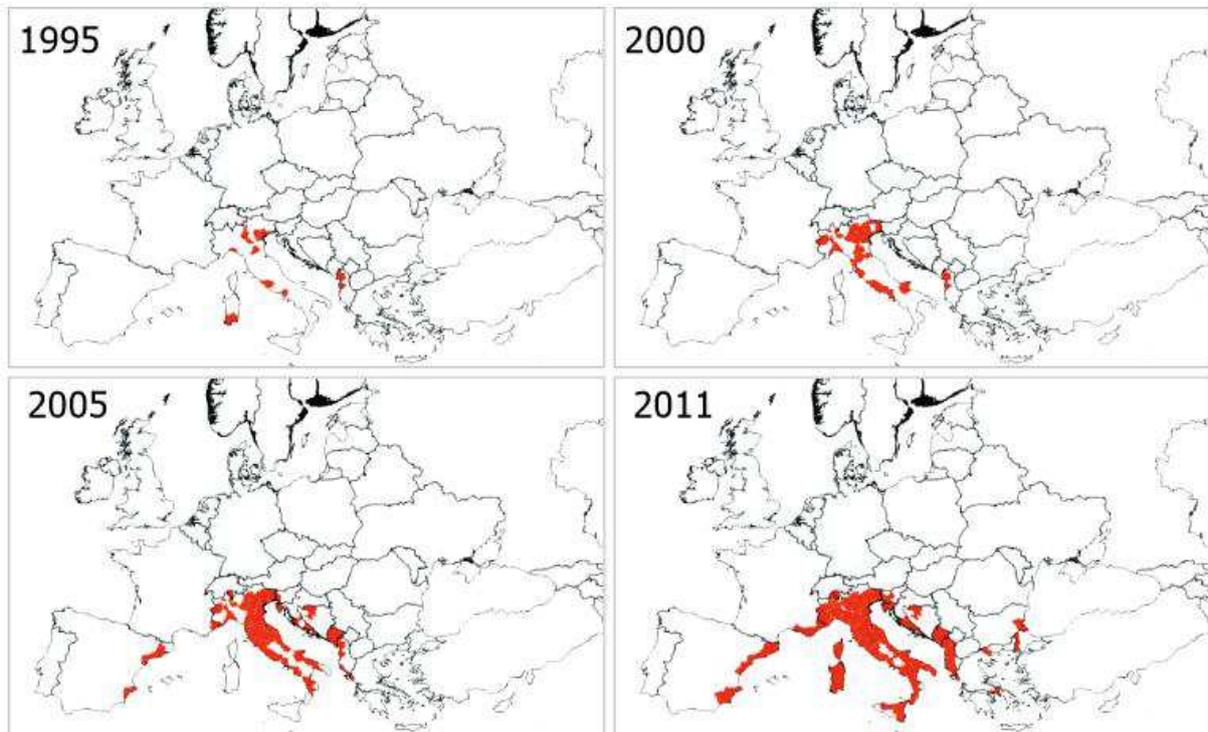
Au vu de ces affirmations, pourquoi ne peut-on pas imaginer que cette maladie vectorielle autrefois présente dans notre région ne redeviendrait-elle pas endémique? Pour l'instant cette inquiétude est mineure et limitée mais il faut rester vigilant.

Il appartient aux professionnels de santé de sensibiliser les individus aux mesures de prophylaxie et chimioprophylaxie à adopter lors d'un voyage dans une zone endémique.

### **3.2.1.2. Doit-on craindre l'arrivée de la dengue et du chikungunya?**

Un autre risque attendu, probablement plus redouté actuellement que le retour du paludisme, est l'émergence de nouvelles maladies vectorielles telles que le chikungunya ou encore la dengue. Comme vu précédemment ces deux maladies infectieuses sont transmises par un vecteur du genre *Aedes*. L'espèce redoutée en France est *Aedes albopictus* plus connue sous le nom de moustique tigre dont l'implantation est progressive.

Figure 23 : implantation d'*A.albopictus* en Europe de 1995 à 2011 (63)



On remarque sur cette figure que l'implantation du moustique compétent de la dengue et du chikungunya en Europe s'est faite de manière progressive en commençant par l'Italie. Il semblerait que son introduction par l'Italie du Nord ait eu lieu par transport maritime dans les années 1970. Une extension a ensuite été constatée sur tout le bassin méditerranéen.

En 2007, des touristes infectés en Inde par le chikungunya ont introduit l'arbovirus en Italie du Nord. Plusieurs centaines de cas ont alors été déclarés par la suite.

En 2010, en France, 2 cas de dengue et 2 cas de chikungunya autochtones ont été diagnostiqués à Nice et Fréjus.

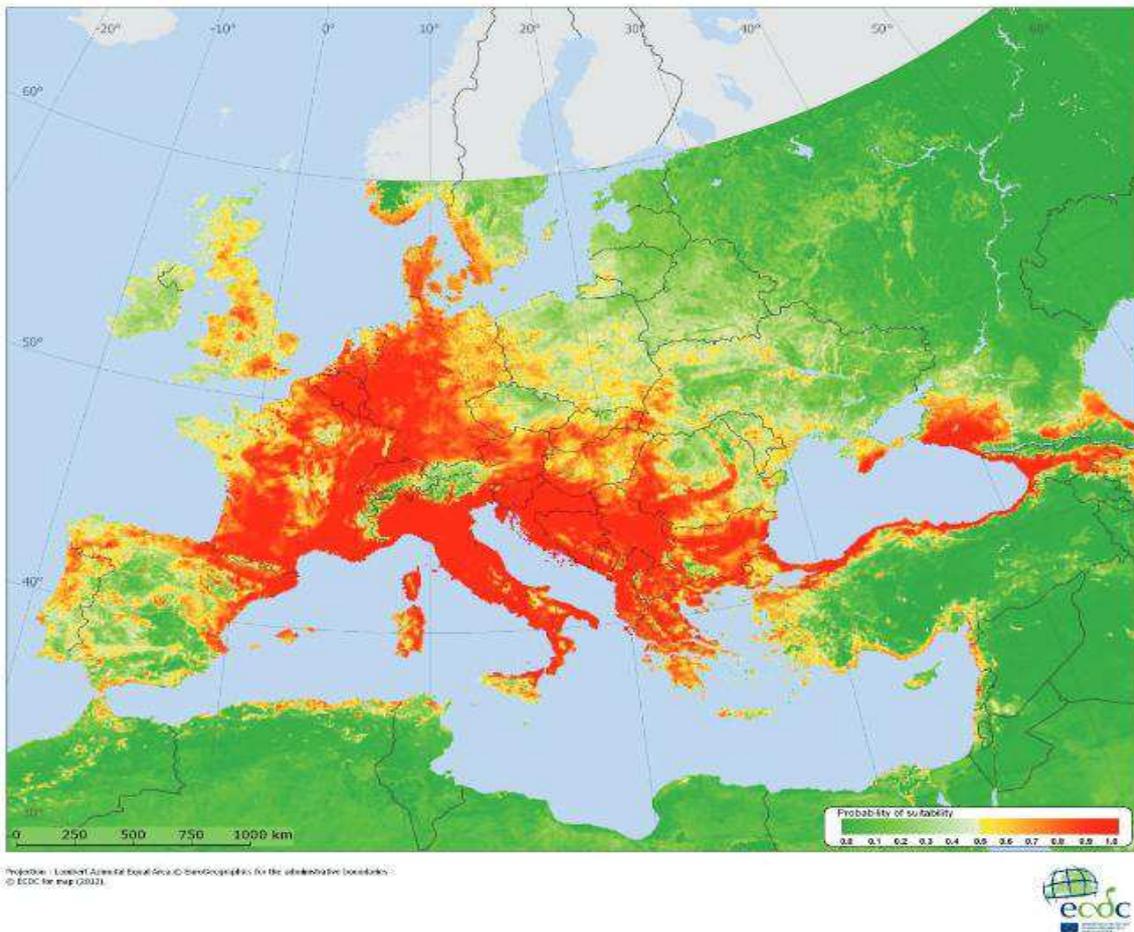
Pour observer une implantation durable du vecteur *Aedes albopictus*, trois éléments sont nécessaires (62) :

- ✓ une température annuelle supérieure à 11°C
- ✓ une température minimale moyenne du mois le plus froid supérieure à 0°C
- ✓ des précipitations annuelles supérieures à 500 mm/an

Ces conditions sont réunies dans notre région. En 2013 le moustique tigre a été repéré dans la région.

Actuellement, on le considère comme présent de manière contrôlée. Mais les projections futures sont inquiétantes car la propagation du moustique tigre d'ici 2030 est spectaculaire si l'on en croit la figure suivante.

Figure 24 : Extension possible d'*A.albopictus* en Europe de 2010 à 2030. (64)



### 3.2.1.3. Démoustiquer notre région serait-il bénéfique ?

Depuis 1999, la Direction Générale de la Santé (DGS) a mis en place un réseau de surveillance des moustiques exotiques importés.

Plusieurs organismes publics de démoustication sont chargés d'assurer une surveillance entomologique. Dans notre région, c'est l'établissement interdépartemental pour la démoustication du littoral atlantique (EID Atlantique) qui a été désigné pour instaurer un réseau de surveillance sur cette zone.

Notre région compte 36 espèces de moustiques. Les moustiques identifiés appartiennent aux genres : *Aedes* (15 espèces), *Anopheles* (5 espèces), *Culiseta* (6 espèces), *Culex* (7 espèces), *Coquilletidia* (2 espèces) et *Orthopodomyia* (1 espèce).

Figure 25 : Les espèces de moustiques identifiées sur la façade Atlantique(65)

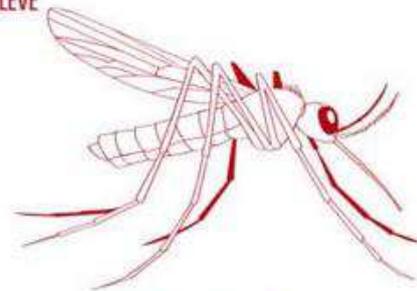


### Les 36 espèces identifiées

- Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse, 1895)
- Aedes (Ochlerotatus) caspius* (Pallas, 1771)
- Aedes (Ochlerotatus) detritus* (Haliday, 1833)
- Culex (Culex) pipiens* s.l. (Linnaeus, 1758)
- Aedes (Aedimorphus) vexans* (Meigen, 1830)
- Aedes (Aedes) sticticus* (Meigen, 1838)
- Aedes (Ochlerotatus) annulipes* (Meigen, 1830)
- Culex (Barraudius) modestus* (Ficalbi, 1889)
- Aedes (Ochlerotatus) cantans* (Meigen, 1818)
- Aedes (Aedes) cinereus* (Meigen, 1818)
- Anopheles (Anopheles) atroparvus* (Van Thiel, 1927)
- Anopheles (Anopheles) claviger* (Meigen, 1804)
- Culiseta (Culicella) morsitans* (Theobald, 1901)
- Culex (Culex) torrentium* (Martini, 1925)
- Aedes (Ochlerotatus) coluzzii* (Rioux, Guilvard et Pasteur, 1998)
- Aedes (Rusticoïdus) rusticus* (Rossi, 1790)
- Aedes (Ochlerotatus) flavescens* (Müller, 1764)
- Aedes (Ochlerotatus) dorsalis* (Kirby, 1837)
- Aedes (Finlaya) geniculatus* (Olivier, 1791)
- Aedes (Ochlerotatus) punctor* (Kirby, 1837)
- Aedes (Ochlerotatus) communis* (De Geer, 1776)
- Culiseta (Culiseta) subochrea* (Edwards, 1921)
- Coquilletidia (Coquilletidia) richardii* (Ficalbi, 1889)
- Anopheles (Anopheles) plumbeus* (Stephens, 1828)
- Coquilletidia (Coquilletidia) buxtoni* (Edwards, 1923)
- Anopheles (Anopheles) maculipennis* (Meigen, 1818)
- Anopheles (Anopheles) algeriensis* (Theobald, 1903)
- Culiseta (Culiseta) annulata* (Schranck, 1776)
- Culiseta (Allotheobaldia) longiareolata* (Macquard, 1838)
- Culex (Neoculex) europaeus* (Da Cunha Ramos et al., 2003)
- Culex (Culex) theileri* (Theobald, 1903)
- Culex (Maillottia) hortensis* (Ficalbi, 1889)
- Culiseta (Culicella) fumipennis* (Stephens, 1825)
- Culiseta (Culicella) litorea* (Skute, 1928)
- Culex (Neoculex) impudicus* (Ficalbi, 1890)
- Orthopodomyia pulcralpispis* (Rondani, 1872)

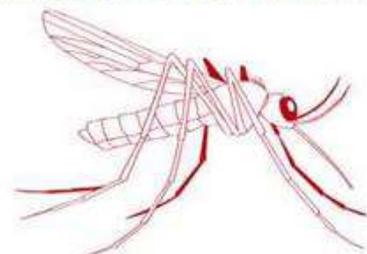
### Répartition des 9 espèces vulnérantes régulées par l'EID Atlantique

RISQUE ENTOMOLOGIQUE ÉLEVÉ



**Aedes caspius - 40%**

COMPÉTENCES VECTORIELLES : WEST NILE, MYXOMATOSE



**Aedes detritus - 35%**

COMPÉTENCES VECTORIELLES : MYXOMATOSE, CHIKLINGUNYA



**Culex pipiens - 8%**

COMPÉTENCES VECTORIELLES : WEST NILE, FILAIRES CANINES



**Aedes annulipes - 6%**

COMPÉTENCES VECTORIELLES : TAHYNA, MYXOMATOSE



**Aedes rusticus - 4%**

COMPÉTENCES VECTORIELLES : NON CONNUES



**Aedes cantans - 3%**

COMPÉTENCES VECTORIELLES : WEST NILE, MYXOMATOSE



**Aedes vexans - 2%**

COMPÉTENCES VECTORIELLES : WEST NILE, FILAIRES CANINES



**Aedes sticticus - 1%**

COMPÉTENCES VECTORIELLES : WEST NILE, MYXOMATOSE



**Aedes cinereus - 1%**

COMPÉTENCES VECTORIELLES : WEST NILE

RISQUE ENTOMOLOGIQUE FAIBLE

Nous venons de le voir il existe un réel danger d'émergence de nouvelles maladies vectorielles. On peut se demander si effectuer une démoustication ne contribuerait-il pas à limiter le risque auquel nous sommes exposé ?

Les avis sont partagés. Globalement, les populations sont plutôt favorables à cette mesure mais les scientifiques tirent la sonnette d'alarme. En effet, il existe pour eux un réel risque. Concrètement, la démoustication s'effectue par épandage d'un agent biologique : le Bti (*Bacillus thuringiensis israelensis*) qui va tuer les larves de moustiques mais pas seulement. Les larves de diptères vont elles aussi être affectées par ce Bti, or ces dernières ont une grande importance dans la chaîne alimentaire de nombreuses espèces terrestres et aquatiques.

D'autre part, la présence d'une multitude d'espèces de moustiques réduit les risques d'implantation des espèces vectrices de ces nouvelles maladies vectorielles du fait de la compétition que peuvent exercer les moustiques autochtones à leur rencontre. Plus la biodiversité est riche, plus l'implantation d'espèces à multiplication rapide est difficile car la compétition s'installe.

La démoustication entraînerait alors un déséquilibre des écosystèmes par un bouleversement de la biodiversité.

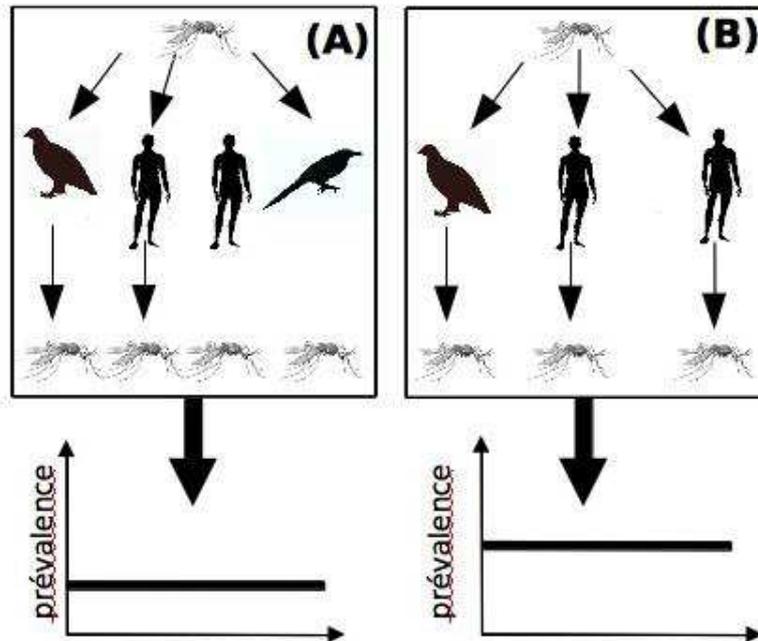
C'est en tout cas ce qu'avance Robert Barbault, professeur à l'Université Pierre et Marie Curie en parlant des effets néfastes de la démoustication en Camargue.

Le déséquilibre qui pourrait être à déplorer en cas de démoustication massive peut s'expliquer par l'arrêt de l'effet de dilution que nous allons développer.

#### **3.2.1.4. L'effet de dilution.**

Parmi toutes les espèces qui composent un écosystème, certaines peuvent être réservoir d'une maladie et donc favoriser la transmission de la maladie, au contraire, d'autres peuvent être des "cul de sac" et donc limiter la transmission de la maladie par effet de dilution.

Figure 26 : Mécanisme de l'effet de dilution(66)



Dans le cas A présenté sur cette figure, l'espèce vectrice d'une maladie peut se nourrir sur l'homme et deux espèces animales. Parmi ces deux espèces, l'une est compétente et l'autre est un "cul de sac épidémiologique". Dans un tel cas, une partie des piqûres du moustique seront effectuées sur cette espèce qui ne peut pas transmettre la maladie. Un certain nombre de piqûres sera donc « perdu » pour la maladie et les vecteurs seront, en moyenne, faiblement infectés. En conséquence, le nombre de cas humains restera bas.

Dans le cas B l'espèce « cul de sac » a disparu. Si le moustique se nourrit toujours le même nombre de fois au cours de sa vie, les piqûres précédemment perdues pour la maladie infectieuse seront détournées sur des espèces « compétentes », capables de transmettre l'infection. Ceci aura pour conséquence d'augmenter la proportion de vecteurs infectés et donc le nombre de cas humains. On observera alors une augmentation du nombre de cas humains par diminution de l'effet de dilution provoqué par l'espèce "cul de sac épidémiologique".

La perte de biodiversité actuelle et prévue pour les années futures dont nous avons parlé dans ce travail est donc effectivement très inquiétante, car, de la même façon on pourrait assister à l'émergence de nouvelles maladies vectorielles par l'extinction d'espèces "cul de sac épidémiologique" pour la transmission de certaines maladies et donc par diminution de l'effet de dilution.

### 3.2.2. Zoom sur la forêt.

La région Aquitaine est la première région boisée de France. Avec 40% de surface boisée soit environ 1.8 millions d'hectares elle se découpe en trois ensembles :

- ✓ Le massif Dordogne-Garonne composé de feuillus (523 000 ha).
- ✓ Le massif des Landes de Gascogne constitué de grandes monocultures de pins maritime (974 000 ha).
- ✓ Le massif Adour-Pyrénées (277 100 ha) composé de feuillus majoritairement.

Le massif le plus étendu est celui des Landes de Gascogne dont nous avons parlé en première partie. Il a été implanté dans les années 1850 afin d'assainir la région et d'assécher les zones marécageuses de l'époque.

Cette plantation massive de pins maritime a eu en réalité deux objectifs :

- à l'intérieur des terres, le but était d'assécher les marécages.
- en bordure de littoral, cette implantation boisée visait à fixer la dune. Sous l'effet du vent, le cordon littoral se déplaçait d'une dizaine de mètres par an, c'est Monsieur Brémontier qui expérimenta la culture de pin maritime pour fixer la dune. Au vu des résultats concluants au niveau du Pyla, 90 000 hectares de pins ont été implantés sur le cordon littoral associé à la plantation d'oyat, thym et liseron sur les dunes.

Cette forêt présentait autrefois un intérêt économique majeur grâce au gemmage et la récolte de résine. Cette activité désormais abandonnée, ces monocultures sont pourtant exploitées à une autre fin : la production de bois et de pâte à papier.

Cette forêt a aussi une forte fonction dite "écosystémique", elle participa à la fixation des sols, le stockage de carbone, elle constitue une réserve importante de biodiversité.

Avec le réchauffement climatique, des événements climatiques se sont produits. Deux éléments mettent en danger cet écosystème unique présent dans notre région : il s'agit des tempêtes ainsi que des risques d'incendies.

#### 3.2.2.1. Les tempêtes

Cette forêt est exposée aux événements climatiques et notamment aux tempêtes. Récemment deux tempêtes de grande intensité ont impacté cet écosystème. Le pin maritime avec son tronc fin et élancé et sa cime étendue a une silhouette qui le rend très vulnérable aux vents violents.

Le 26 décembre 1999, l'alerte météo est lancée, mais personne ne s'attend à vivre un phénomène aussi violent que les tempêtes de Lothar et Martin. C'est dans la nuit que les vents seront les plus violents. Les habitants découvrent alors au petit matin un paysage de désolation. Des communes comme Sore et Luxey sont d'une part complètement isolées, mais, bien plus impressionnant, la forêt est à terre à plus de 70%. On estime qu'environ 39 millions de m<sup>3</sup> de bois est à terre et entre 10 000 à 20 000 km de pistes forestières sont à

dégager. Les pertes sont équivalentes à plus de cinq ans de récolte. Une véritable catastrophe pour le monde des sylviculteurs mais aussi pour la région dont le paysage est dévasté.

En 2000 un "plan pour la forêt" est mis en place. Il se présente en deux parties :

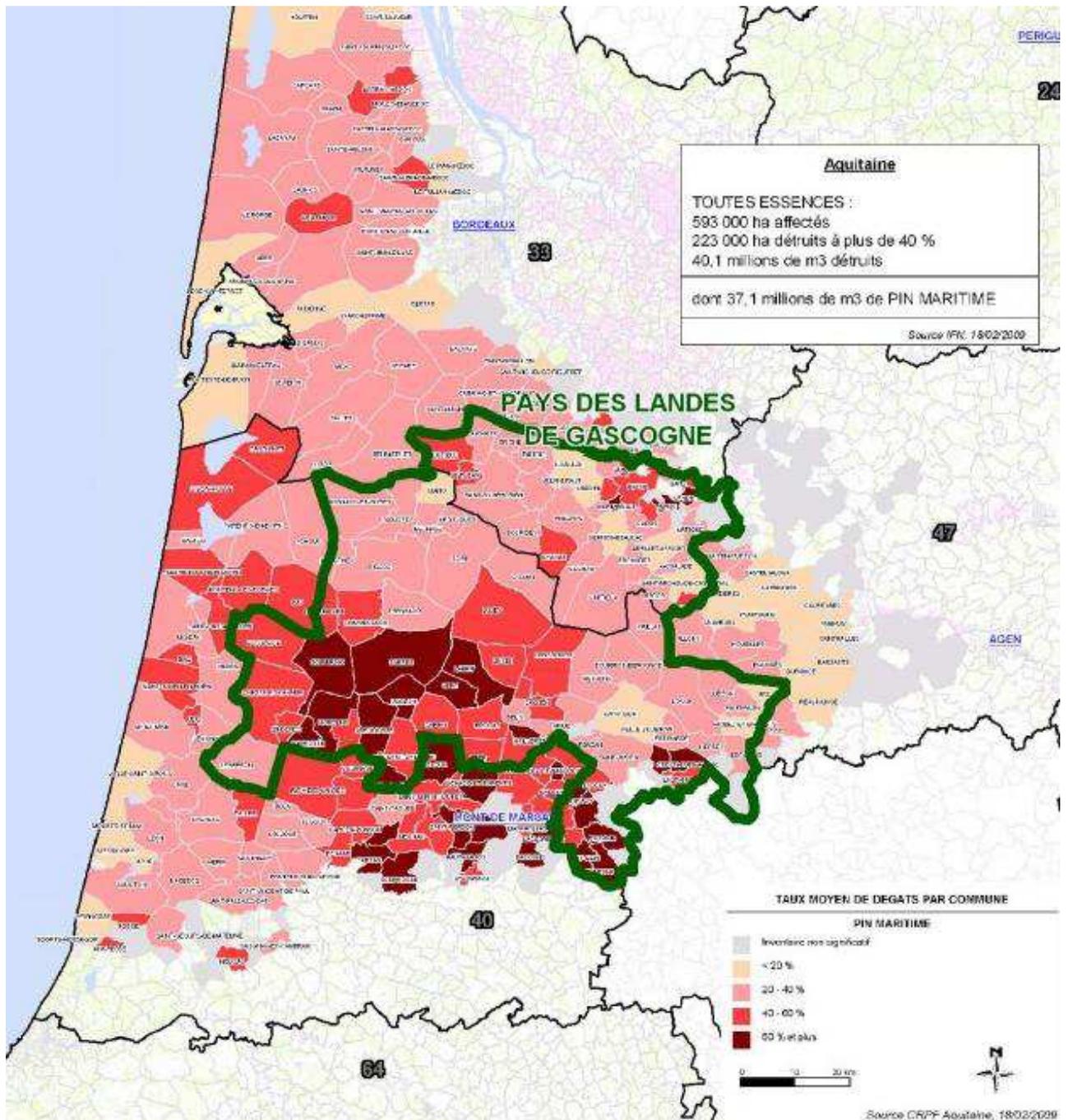


✓ premièrement, pendant les 12 à 18 mois suivant cette catastrophe le bois chablis (arbres couchés par la tempête), a été valorisé au maximum.

✓ Ensuite, un engagement budgétaire de dix ans a été pris à l'égard des investisseurs forestiers pour soutenir la reconstitution des peuplements sinistrés.(67)

Le 23 janvier 2009, dix ans après cette première catastrophe, c'est au tour de la tempête Klaus de frapper la région Aquitaine. Et là encore le bilan s'avère très sévère : c'est 60% de la forêt landaise qui est détruite avec plus de 40 millions de mètres cube de bois au sol contre 39 en 1999.

Figure 27 : Taux moyen de dégâts de pins maritimes (67).



On voit que le cœur du pays des landes de Gascogne a été très durement touché avec un grand nombre de communes ayant perdu plus de 60% de leur territoire boisé.

Ces événements successifs sans précédent ont suscité des interrogations. Serai-ils explicables par le changement climatique auquel nous assistons ?

Dans le rapport à l'initiative du Conseil Régional et sous la direction d'Hervé LE TREUT : les impacts du changement climatique en Aquitaine(62), nous pouvons lire : " *l'impact des événements climatiques extrêmes risque de perturber de manière considérable forêts et agriculture* ".

Il convient de garder à l'esprit qu'une grande part d'incertitude couronne les prévisions annoncées.

### **3.2.2.2. Les incendies.**

Dans l'historique régional, on recense de nombreux feux importants. Le plus meurtrier eut lieu en novembre 1949, avec 57 838 hectares détruits et 99 décès à déplorer.

Sur la période 2001-2006, les départs de feu ont pour 60% des cas des origines inconnues, 19% sont des départs accidentels, 17% sont imputables à la foudre et 4% d'origine criminelle. (68)

Il est important de remarquer une prédisposition saisonnière aux départs de feux de forêts. Ainsi, deux saisons sont le plus à craindre : le printemps avec ses premières chaleurs ainsi que l'été.

Selon les prévisions actuelles, le réchauffement climatique induirait une augmentation des feux de forêts par deux mécanismes majeurs :

- l'augmentation des biomasses.
- la diminution de la teneur en eau des végétaux.

Des températures plus élevées favorisent la transpiration des plantes et la diminution de l'eau contenue dans les sols. La végétation s'asséchant, le risque de départ de feu augmente. La quantité de combustible disponible augmente également une fois l'incendie déclaré.

Les simulations montrent une augmentation constante de la fréquence des jours avec un risque de feux de forêt, ainsi qu'une saison propice aux incendies plus longue, débutant plus tôt au printemps et se finissant plus tardivement en automne. Les territoires à risque devraient également s'étendre vers le nord de la France.

Cependant il ne faut pas oublier qu'un grand nombre de départ de feu est directement lié à une action anthropique (imprudence, accident ou malveillance). Le réchauffement climatique induirait un risque plus important de par le fait que les sécheresses étant plus fréquentes, plus de feux de forêts seront susceptibles d'être à déplorer.

Figure 28 : Sensibilité aux incendies de forêts actuelle et à l'horizon 2040. (69)

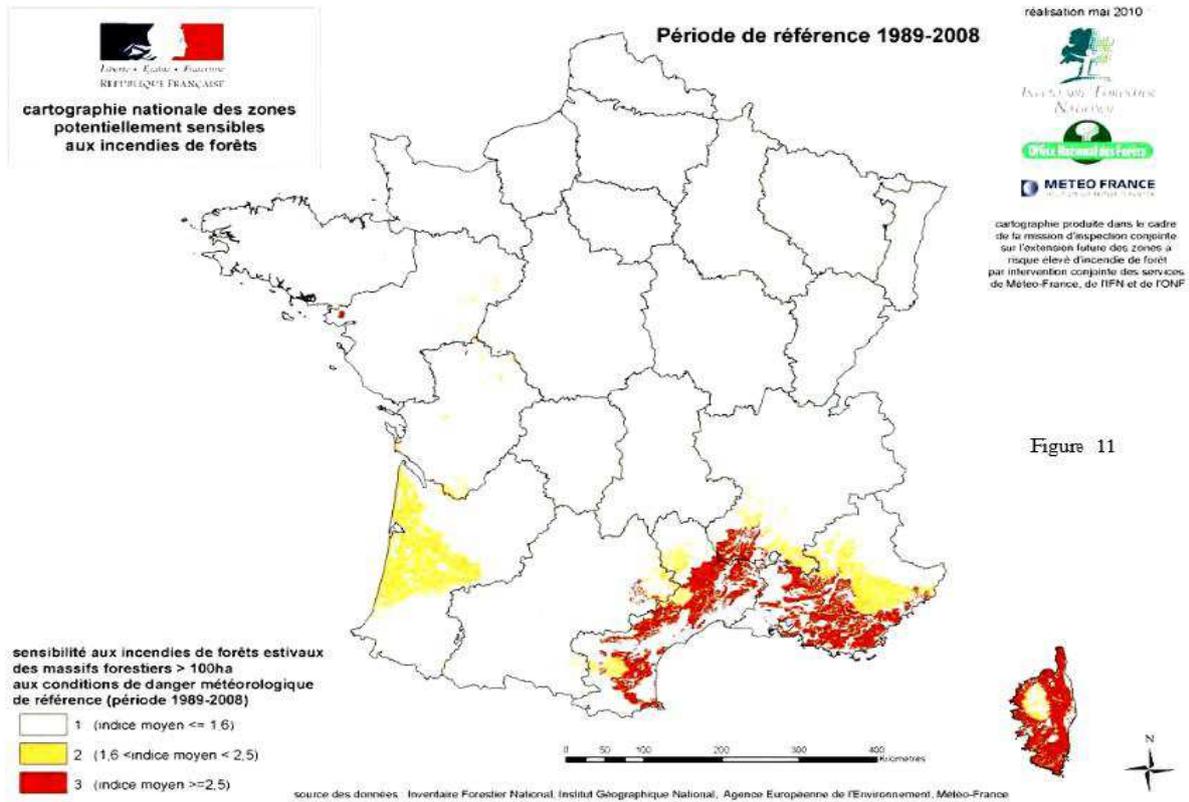
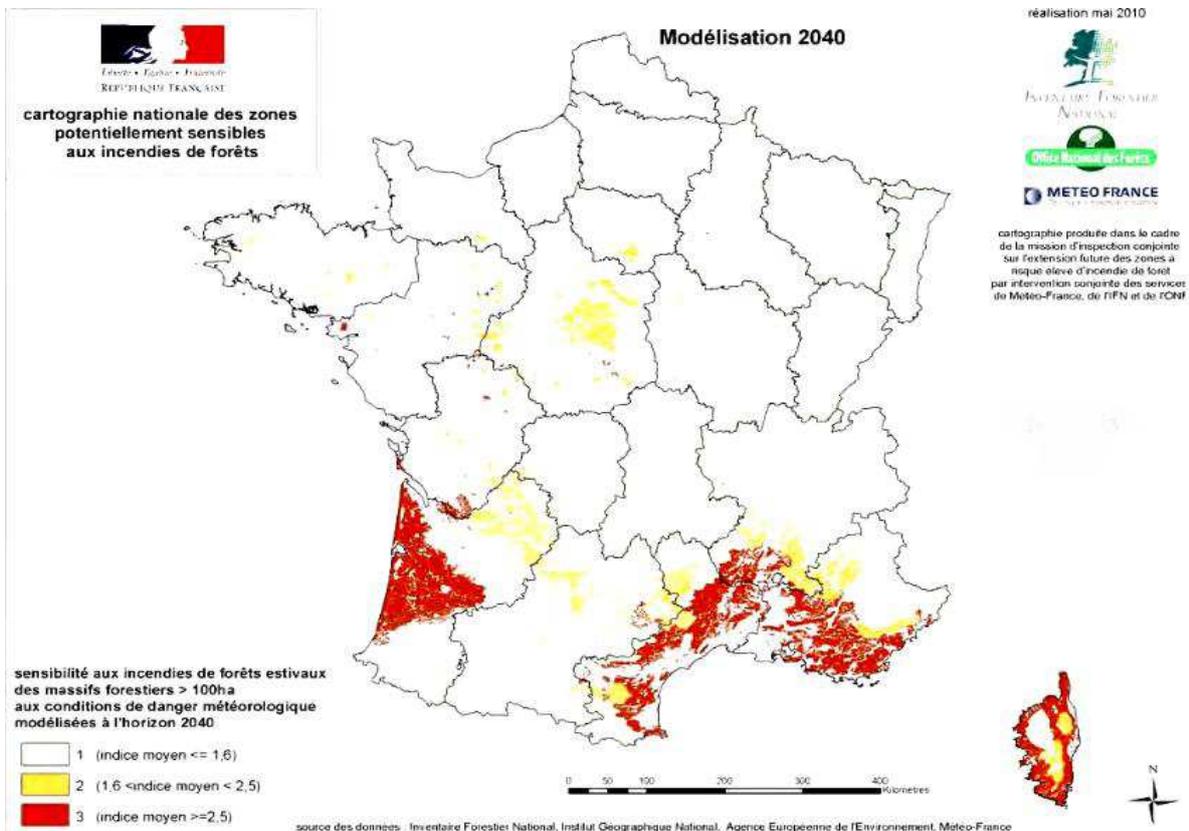


Figure 11



Comme on peut le voir sur ces cartes, deux régions sont concernées par ce risque accru d'incendies à l'horizon 2040, la région aquitaine et notamment la forêt landaise mais aussi tout le pourtour méditerranéen.

### **3.2.3. Zoom sur la dune et le littoral.(70)**

#### **3.2.3.1. Des événements extrêmes récents.**

En ce début d'année 2014, les aquitains de la côte atlantique ont été confrontés à deux vagues de phénomènes sans précédent.

- du 23 au 27 Décembre 2013, une dépression a généré des vents de direction Sud-Sud Ouest atteignant les 100 kilomètres par heure associé à des hauteurs de houle de 6.5 mètres. Cette première période a laissé derrière elle des dommages faibles peu significatifs.
- du 3 au 7 Janvier 2014, une nouvelle dépression a généré des houles de 6 à 7 mètres, atteignant jusqu'à 9 mètres dans la nuit du 6 au 7 janvier 2014. Cette deuxième dépression appelée "Hercule" a occasionné des dégâts considérables.

Gironde, Landes et Pyrénées Atlantiques ont été durement touchés. Dans toutes ces régions un bon nombre d'accès aux plages ont été détruits, les plages se sont abaissées et aplanies ce qui a pour effet de réduire leur résistance aux assauts de l'océan. Pour finir des submersions marines de faible ampleur ont été observées.

C'est en Gironde que l'érosion marine a été la plus forte. A certains endroits, le recul du trait de côte atteint 10 mètres. Dans les Landes, l'érosion constatée est plus modérée mais une falaise entaille désormais le cordon dunaire sur toute la côte landaise atteignant parfois 12 mètres de haut. Dans les Pyrénées Atlantique, les dégâts sont moindres malgré des ouvrages côtiers endommagés.

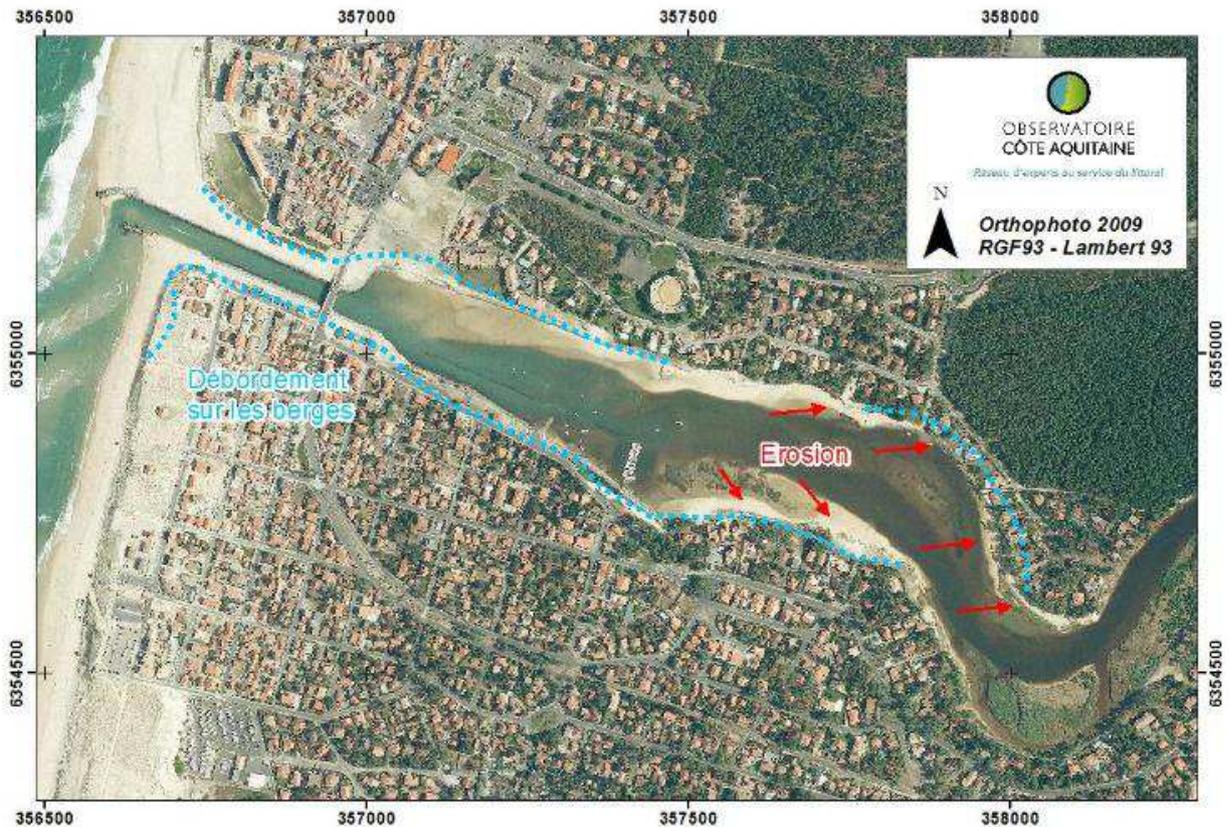
Parmi les impacts relevés au cours de ces intempéries on peut citer :

- la submersion marine générant des dépôts de sable et de déchets divers
- la dégradation des digues (altération de la couche superficielle, déstabilisation d'énrochements)
- la dégradation des ouvrages côtiers (destruction de garde corps et de revêtements)
- la dégradation de routes et de chemins côtiers
- le recul du trait de côte et l'abaissement de la plage

### 3.2.3.2. Un exemple : Dans la commune de Mimizan.

Les plus gros dégâts sont à constater au niveau du courant : le niveau d'eau a atteint le tablier du pont ayant entraîné le dépôt de nombreux débris et déplacements de blocs. Les accès aux plages ont été détruits.

*Figure 28 : Débordements sur les berges et forte érosion en amont du courant (70)*



Du côté de l'océan et de la dune, le rapport conclut à un recul du pied de dune de 5 mètres généralement, pouvant atteindre 10 mètres localement.

Figure 28 : Érosion de la dune (70)



De plus d'après le bureau d'étude CASAGEC ingénierie, la dune au Sud de l'embouchure aurait perdu un volume de sable de l'ordre de  $2500\text{m}^3$ .

Comme nous venons de le voir, les grands écosystèmes landais sont mis à mal. Ils subissent des modifications importantes et vont donc évoluer en réponse au stress subit comme nous avons vu dans la première partie de ce travail. Il est envisageable que l'apparition de nouvelles caractéristiques de l'environnement local pourrait favoriser la transmission des maladies vectorielles précédemment décrites.

Plus généralement, les modifications en cours touchent tous les écosystèmes de la planète Terre. Nous sommes tous concernés par ces évolutions car elles pourraient engendrer dans le futur des problèmes sanitaires nouveaux et préoccupants.

# CONCLUSION

Au fil de ce travail, nous venons de voir que des changements climatiques en cours ont déjà un impact non négligeable sur la biodiversité et les écosystèmes. Dans les années à venir les modifications climatiques vont perdurer et l'homme doit s'attendre à affronter de nouveaux risques sanitaires.

Outre les maladies vectorielles développées dans ce travail, les impacts sur la santé humaine seront bien plus larges. Dès à présent, des études montrent que le système endocrinien humain est fortement perturbé par l'activité anthropique. Des résistances aux antibiotiques fréquentes inquiètent les autorités sanitaires. Nous pourrions citer bien d'autres risques. Nous sommes d'après les scientifiques rentrés dans une nouvelle ère : l'Anthropocène où l'Homme modifie profondément son environnement.

A l'heure actuelle, la prise de conscience a lieu progressivement. Les phénomènes climatiques extraordinaires multiples et de plus en plus fréquents, sensibilisent les populations. Pour exemple, en Aquitaine les deux tempêtes en 1999 et 2009 ont marqué les esprits. Plus récemment, en Janvier 2014, ce sont des phénomènes de submersions et d'érosion de la dune qui ont surpris locaux.

Le professionnel de santé et plus particulièrement le Pharmacien d'officine risque d'être confronté à des alertes sanitaires dans le futur qu'il devra d'abord comprendre puis gérer. Le Pharmacien est déjà sensibilisé aux pathologies du voyageur et joue déjà un rôle de prévention et d'éducation en conseillant des outils contre les piqûres de moustiques lors d'un séjour en zones impaludées.

On peut donc imaginer que cette pratique se développe et que le Pharmacien d'officine ait un rôle de prévention concernant les nouvelles maladies vectorielles. L'élimination des gîtes larvaires ainsi que des mesures de protection individuelles constituent des axes de prévention majeurs. Il pourrait donc devenir un interlocuteur compétent face à ces nouvelles maladies vectorielles.

Protéger la biodiversité et les écosystèmes est indispensable. L'homme doit s'adapter au réchauffement climatique tout comme les écosystèmes. Des modifications profondes sont inévitables mais si l'on continue sur cette lancée, le rythme et la vitesse de dégradation du vivant ne cessera de croître. Les conséquences seront alors imprévisibles et certainement catastrophiques pour les générations futures ...

Le sujet du changement climatique et des impacts sur la biodiversité et les écosystèmes est extrêmement complexe, nous n'avons vu qu'une partie minime des changements en cours. Le but de ce travail était avant tout de sensibiliser les personnels de santé aux risques sanitaires futurs concernant les maladies vectorielles et d'en comprendre les raisons. Il faut cependant garder à l'esprit que d'autres risques susceptibles de toucher la santé humaine sont à prévoir et sont déjà étudiés par une approche scientifique multidisciplinaire.

Ces évènements brutaux liés au climat et à l'évolution des écosystèmes inquiètent tout le monde. Les Pharmaciens peuvent expliquer scientifiquement leur origine anthropique et apporter ainsi une vision plus large pour discuter des actions éthiques à développer dès aujourd'hui pour laisser à nos successeurs une Terre " habitable ".

## Bibliographie

1. Mora C, Tittensor DP, Adl S, Simpson AGB, Worm B. How many species are there on Earth and in the ocean? PLoS Biol. août 2011;9(8):e1001127.
2. La Terre compterait 8,7 millions d'espèces - Actualités - Science.gouv.fr [Internet]. [cité 22 déc 2013]. Disponible sur: <http://www.science.gouv.fr/fr/actualites/bdd/res/4170/la-terre-compterait-8-7-millions-d-especes>
3. World Resources Institute. Ecosystems and human well-being: biodiversity synthesis. Washington, DC: World Resources Institute; 2005. 86 p.
4. Les grandes dates de la biodiversité - Ministère du Développement durable [Internet]. 2012 [cité 22 déc 2013]. Disponible sur: <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Les-grandes-dates-de-la.html>
5. Données sur la France métropolitaine et d'outre mer | Centre d'Echange français pour la Convention sur la diversité biologique [Internet]. [cité 22 déc 2013]. Disponible sur: <http://biodiv.mnhn.fr/information/fo1796490/>
6. Science Actualités [Internet]. [cité 31 janv 2014]. Disponible sur: [http://www.cite-sciences.fr/actu/dossiers/D98\\_1\\_biodiversite/html/dossier2.html](http://www.cite-sciences.fr/actu/dossiers/D98_1_biodiversite/html/dossier2.html)
7. Frontier S. Les écosystèmes. Paris: Presses universitaires de France; 1999. 1 vol. (127 p.) ; ill. ; 18 cm p.
8. Dajoz R. Précis d'écologie. Dunod; 2006.
9. Définitions : biotope - Dictionnaire de français Larousse [Internet]. [cité 2 janv 2014]. Disponible sur: <http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/biotope/9485>
10. Renan Aufray, Manuelle Rovillé. CNRS/sagascience - Les écosystèmes [Internet]. [www.cnrs.fr](http://www.cnrs.fr). [cité 2 janv 2014]. Disponible sur: [http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/dosbiodiv/index.php?pid=decouv\\_chapA&zoom\\_id=zoo\\_m\\_a1\\_3](http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/dosbiodiv/index.php?pid=decouv_chapA&zoom_id=zoo_m_a1_3)
11. Fishery and Aquaculture Statistics 2010. Statistiques des pêches et de l'aquaculture 2010. Estadísticas de pesca y acuicultura 2010. - ba0058t.pdf [Internet]. [cité 2 janv 2014]. Disponible sur: <http://www.fao.org/docrep/015/ba0058t/ba0058t.pdf>
12. N°33 - janvier / février 2006 - Institut de recherche pour le développement (IRD) [Internet]. [cité 2 janv 2014]. Disponible sur: <http://www.ird.fr/la-mediatheque/journal-sciences-au-sud/les-numeros-de-sciences-au-sud/n-33-janvier-fevrier-2006>
13. Raven PH. Biologie. Bruxelles: De Boeck; 2011.

14. Relations entre les espèces [Internet]. [cité 31 janv 2014]. Disponible sur: <http://www.biodiversite-poitou-charentes.org/Relations-entre-les-especes.html>
15. Principales relations existant entre les différentes espèces d'un même milieu. [Internet]. [cité 31 janv 2014]. Disponible sur: [http://environnement.ecole.free.fr/images\\_5/relations\\_especes.jpg](http://environnement.ecole.free.fr/images_5/relations_especes.jpg)
16. Les écosystèmes - Livret sur l'environnement 2013 [Internet]. [cité 12 févr 2014]. Disponible sur: [http://www.academie-sciences.fr/activite/rapport/livret2013\\_6.pdf](http://www.academie-sciences.fr/activite/rapport/livret2013_6.pdf)
17. Christophe Magdelaine. Les extinctions massives de la biodiversité [Internet]. [cité 26 févr 2014]. Disponible sur: [http://www.notre-planete.info/environnement/biodiversite/extinctions\\_massives.php#](http://www.notre-planete.info/environnement/biodiversite/extinctions_massives.php#)
18. Puig H. Diversité spécifique et déforestation: l'exemple des forêts tropicales humides du Mexique. *Bois For Trop*. 2001;268(2):41-55.
19. Pêche et biodiversité marine [Internet]. [cité 12 févr 2014]. Disponible sur: <http://www.environnement.ens.fr/IMG/file/DavidPDF/Biodiversite2012/CR%20CERES-2.pdf>
20. Utilisation des arbres ligneuses comme bioindicateurs de pollution atmosphérique. [Internet]. *Memoire Online*. [cité 25 févr 2014]. Disponible sur: [http://www.memoireonline.com/08/10/3780/m\\_Utilisation-des-arbres-ligneuses-comme-bioindicateurs-de-pollution-atmospherique1.html](http://www.memoireonline.com/08/10/3780/m_Utilisation-des-arbres-ligneuses-comme-bioindicateurs-de-pollution-atmospherique1.html)
21. La disparition du paludisme dans la France rurale et la régression des terres humides [Internet]. [cité 30 janv 2014]. Disponible sur: [http://www.afes.fr/afes/egs/EGS\\_13\\_1\\_1\\_fanica.pdf](http://www.afes.fr/afes/egs/EGS_13_1_1_fanica.pdf)
22. Hubert-Henri Sansarricq. *Le Paludisme Autochtone dans le Sud Ouest de la France*. 1954.
23. Le sable des dunes - C.Famechon [Internet]. [cité 13 févr 2014]. Disponible sur: <http://www.geotech-fr.org/sites/default/files/revues/blpc/BLPC%2066%20pp%20105-118%20Famechon.pdf>
24. Beauchamp C. Fièvres d'hier, paludisme d'aujourd'hui. Vie et mort d'une maladie. *Ann Économies Sociétés Civilis*. 1988;43(1):249-275.
25. organisation météorologique mondiale. 2013 se classe parmi les dix années les plus chaudes jamais enregistrées [Internet]. [cité 5 mars 2014]. Disponible sur: [http://www.wmo.int/pages/mediacentre/press\\_releases/pr\\_983\\_fr.html](http://www.wmo.int/pages/mediacentre/press_releases/pr_983_fr.html)
26. Bilan climatique de l'année 2013 - Ministère du Développement durable [Internet]. [cité 5 mars 2014]. Disponible sur: <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Bilan-climatique-de-l-annee-2013.html#prettyPhoto>
27. Barnosky AD, Hadly EA, Bascompte J, Berlow EL, Brown JH, Fortelius M, et al. Approaching a state shift in Earth's biosphere. *Nature*. 7 juin 2012;486(7401):52-58.

28. Chen I-C, Hill JK, Ohlemüller R, Roy DB, Thomas CD. Rapid Range Shifts of Species Associated with High Levels of Climate Warming. *Science*. 19 août 2011;333(6045):1024-1026.
29. Pierre-André Bourque. Dossier > Réchauffement et problèmes climatiques [Internet]. Futura-Sciences. [cité 5 mars 2014]. Disponible sur: <http://www.futura-sciences.com/magazines/environnement/infos/dossiers/d/climatologie-rechauffement-problemes-climatiques-36/>
30. « Welcome to the Anthropocene » film and still images - IGBP [Internet]. [cité 18 mai 2014]. Disponible sur: <http://www.igbp.net/5.1081640c135c7c04eb480001217.html>
31. Gouvernement du Canada EC. L'action du Canada sur les changements climatiques - Causes des changements climatiques [Internet]. 2009 [cité 5 mars 2014]. Disponible sur: <http://www.climatechange.gc.ca/default.asp?lang=Fr&n=65CD73F4-1>
32. Fol EL. Relation entre climat et effet de serre [Internet]. <http://www.svt-monde.org>. 2006 [cité 5 mars 2014]. Disponible sur: <http://www.svt-monde.org/spip.php?article15>
33. La carte des impacts du réchauffement climatique [Internet]. *Le Monde.fr*. [cité 5 mars 2014]. Disponible sur: [http://www.lemonde.fr/planete/visuel/2013/09/27/la-carte-des-impacts-du-rechauffement-climatique\\_3486190\\_3244.html](http://www.lemonde.fr/planete/visuel/2013/09/27/la-carte-des-impacts-du-rechauffement-climatique_3486190_3244.html)
34. Intergovernmental Panel on Climate Change, Intergovernmental Panel on Climate Change. *Climate change 2007: the physical science basis: contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Solomon S, éditeur. Cambridge ; New York: Cambridge University Press; 2007. 996 p.
35. Murray CJ, Rosenfeld LC, Lim SS, Andrews KG, Foreman KJ, Haring D, et al. Global malaria mortality between 1980 and 2010: a systematic analysis. *The Lancet*. févr 2012;379(9814):413-431.
36. OMS. OMS | Les maladies à transmission vectorielle [Internet]. WHO. [cité 8 mars 2014]. Disponible sur: <http://www.who.int/campaigns/world-health-day/2014/about-diseases/fr/>
37. CDC - DPDx - Malaria [Internet]. [cité 10 mars 2014]. Disponible sur: <http://www.cdc.gov/dpdx/malaria/>
38. Géographie du paludisme dans le monde en 2000 [Internet]. [cité 26 mars 2014]. Disponible sur: <http://www.ladocumentationfrancaise.fr/cartes/monde/c000790-geographie-du-paludisme-dans-le-monde-en-2000>
39. Rapport d'activités type - rapport\_activites\_cnr\_paludisme\_2012.pdf [Internet]. [cité 10 mars 2014]. Disponible sur: [http://www.cnrpalu-france.org/docs/rapport\\_activites\\_cnr\\_paludisme\\_2012.pdf](http://www.cnrpalu-france.org/docs/rapport_activites_cnr_paludisme_2012.pdf)
40. Bulletin hebdomadaire international du 17 au 23 août 2011 [Internet]. [cité 12 mars 2014]. Disponible sur: <http://www.invs.sante.fr/fr/Publications-et-outils/Bulletin->

hebdomadaire-international/Tous-les-numeros/2011/Bulletin-hebdomadaire-international-du-17-au-23-aout-2011

41. Recommandations générales [Internet]. Institut Pasteur. [cité 12 mars 2014]. Disponible sur: <http://www.pasteur.fr/fr/sante/vaccinations-internationales/recommandations-generales>
42. OMS | Dengue et dengue hémorragique [Internet]. WHO. [cité 12 mars 2014]. Disponible sur: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs117/fr/>
43. La dengue [Internet]. [cité 14 mars 2014]. Disponible sur: <http://www.inserm.fr/thematiques/microbiologie-et-maladies-infectieuses/dossiers-d-information/la-dengue>
44. Chikungunya ou maladie de « l'homme courbé » [Internet]. [cité 17 mars 2014]. Disponible sur: <http://www.inserm.fr/thematiques/microbiologie-et-maladies-infectieuses/dossiers-d-information/chikungunya>
45. Prévention de la dengue et chikungunya en France métropolitaine - [Internet]. [cité 19 mars 2014]. Disponible sur: <http://www.inpes.sante.fr/CFESBases/catalogue/pdf/1462.pdf>
46. Dossier de presse Chikungunya 2013 [Internet]. [cité 19 mars 2014]. Disponible sur: [http://www.sante.gouv.fr/IMG/pdf/Dossier\\_de\\_presse\\_Chikungunya\\_2013.pdf](http://www.sante.gouv.fr/IMG/pdf/Dossier_de_presse_Chikungunya_2013.pdf)
47. Bulletin épidémiologique hebdomadaire - InVS - Recommandations sanitaires pour les voyageurs [Internet]. [cité 27 mars 2014]. Disponible sur: [http://www.invs.sante.fr/content/download/37147/178511/version/5/file/beh\\_20\\_21\\_2012.pdf](http://www.invs.sante.fr/content/download/37147/178511/version/5/file/beh_20_21_2012.pdf)
48. Dengue et Chikungunya en France métropolitaine .pdf [Internet]. [cité 27 mars 2014]. Disponible sur: <http://www.inpes.sante.fr/10000/themes/maladies-moustiques/dengue/pdf/dengue-chikungunya-france.pdf>
49. Changement climatique : Publication du Rapport du GIEC « impacts, adaptation et vulnérabilité » - Ministère du Développement durable [Internet]. [cité 18 juill 2014]. Disponible sur: <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Changement-climatique-Publication.html>
50. CNRS/sagascience - Les grandes dates de la biodiversité [Internet]. [cité 16 avr 2014]. Disponible sur: [http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/dosbiodiv/index.php?pid=decouv\\_chapB\\_p1\\_f1&annee=1976#france](http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/dosbiodiv/index.php?pid=decouv_chapB_p1_f1&annee=1976#france)
51. Loi n°76-629 du 10 juillet 1976 RELATIVE A LA PROTECTION DE LA NATURE. 76-629 juill 10, 1976.

52. Présentation générale de la stratégie 2011-2020 - Ministère du Développement durable [Internet]. [cité 17 avr 2014]. Disponible sur: <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Presentation-generale-de-la.html>
53. stratégie nationale pour la biodiversité 2011-2020 [Internet]. [cité 17 avr 2014]. Disponible sur: [http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/SNB\\_03-08-2012.pdf](http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/SNB_03-08-2012.pdf)
54. Changements climatiques 2013 : Les éléments scientifiques [Internet]. [cité 22 avr 2014]. Disponible sur: [http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/docs/WG1AR5\\_SPM\\_brochure\\_fr.pdf](http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/docs/WG1AR5_SPM_brochure_fr.pdf)
55. Dépense nationale pour la biodiversité [Internet]. [cité 24 avr 2014]. Disponible sur: <http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/depense-nationale-pour-la-biodiversite>
56. Déplacement des espèces lié au changement climatique [Internet]. [cité 1 mai 2014]. Disponible sur: <http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/deplacement-des-especes-lie-au-changement-climatique>
57. Proportion d'espèces métropolitaines éteintes ou menacées dans les listes rouges [Internet]. [cité 1 mai 2014]. Disponible sur: <http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/proportion-despeces-metropolitaines-eteintes-ou-menacees-dans-les-listes-rouges>
58. Le développement durable en France : de la stratégie nationale au Grenelle de l'environnement [Internet]. [cité 23 avr 2014]. Disponible sur: <http://www.ladocumentationfrancaise.fr/dossiers/developpement-durable/index.shtml>
59. Le développement durable , comprendre et agir . [Internet]. [cité 23 avr 2014]. Disponible sur: [http://www.univ-rennes2.fr/sites/default/files/UHB/SERVICE-PATRIMOINE/Diaporama\\_DD.pdf](http://www.univ-rennes2.fr/sites/default/files/UHB/SERVICE-PATRIMOINE/Diaporama_DD.pdf)
60. Barnosky AD, Hadly EA, Bascompte J, Berlow EL, Brown JH, Fortelius M, et al. Approaching a state shift in Earth's biosphere. *Nature*. 7 juin 2012;486(7401):52-58.
61. Dejour Salamanca D, Motard Picheloup A, Cua E, Parzy D, Delaunay P, Jeannin C, et al. Investigation de deux cas de paludisme autochtone, France métropolitaine, août 2008. Journées de veille sanitaire, Paris, 26-28 novembre 2008 [Internet]. 2008. 1 p. p. Disponible sur: [http://opac.invs.sante.fr/index.php?lvl=notice\\_display&id=1068](http://opac.invs.sante.fr/index.php?lvl=notice_display&id=1068)
62. Le Treut H . Les impacts du changement climatique en Aquitaine un état des lieux scientifique. Pessac: Presses universitaires de Bordeaux : LGPA-Editions; 2013.
63. European Centre for Disease Prevention and Control. Guidelines for the surveillance of invasive mosquitoes in Europe. Stockholm; [Luxembourg]: European Centre for Disease Prevention and Control ; Publications Office [of the European Union]; 2012.

64. Rogers DJ, Hay SI, European Centre for Disease Prevention and Control. The climatic suitability for dengue transmission in continental Europe. Stockholm; [Luxembourg]: European Centre for Disease Prevention and Control; Publications Office [of the European Union]; 2012.
65. Les moustiques du littoral Atlantique [Internet]. [cité 4 mai 2014]. Disponible sur: <http://www.eidatlantique.eu/page.php?P=146>
66. Morand S, Pipien G, Humanité et biodiversité (France), Association santé environnement France. Notre santé et la biodiversité : tous ensemble pour préserver le vivant . Paris: Bruchet-Chastel; 2013.
67. Bilan du reboisement dans les Landes cinq ans après la tempête Martin - Empreintes landaises [Internet]. Ina.fr. [cité 5 mai 2014]. Disponible sur: <http://fresques.ina.fr/landes/fiche-media/Landes00077/bilan-du-reboisement-dans-les-landes-cinq-ans-apres-la-tempete-martin.html>
68. Rapport de présentation de l'atlas relatif au risque incendie de la forêt dans les Landes [Internet]. [cité 5 mai 2014]. Disponible sur: [http://www.landes.gouv.fr/IMG/pdf/Etude\\_PPRIF\\_Landes\\_vfinale6\\_cle2b6af4.pdf](http://www.landes.gouv.fr/IMG/pdf/Etude_PPRIF_Landes_vfinale6_cle2b6af4.pdf)
69. Changements climatiques et feux de forêts [Internet]. [cité 7 mai 2014]. Disponible sur: [http://agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/rapport1796\\_changements\\_climatiques\\_et\\_feux\\_de\\_foret.pdf](http://agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/rapport1796_changements_climatiques_et_feux_de_foret.pdf)
70. Compte rendu des observations post tempêtes sur le littoral aquitain [Internet]. [cité 7 mai 2014]. Disponible sur: <http://littoral.aquitaine.fr/IMG/pdf/rp-63182-fr.pdf>



**CAVALIER Charlotte**

**Les moustiques vecteurs de maladies en Aquitaine**

Historique ; risques actuels avec l'évolution des écosystèmes et le changement climatique.

***Mosquito vectors of disease in Aquitaine***

*Historical and current risks with the evolution of ecosystems and climate change.*

**RESUME**

Le changement climatique, la disparition des espèces, les modifications des écosystèmes sont des réalités qui font partie d'une actualité très étudiée par les scientifiques et dont la médiatisation reste encore trop discrète. Ces évolutions planétaires inédites par leur rapidité ont déjà des conséquences sur la santé des hommes et seront à l'avenir de plus en plus marquées. Parmi les nouveaux risques sanitaires, les rapports des experts scientifiques citent en particulier l'émergence des maladies vectorielles. Dans un tel contexte mondial, nous posons dans notre travail la question de savoir quels pourraient être les risques de transmission de ces maladies en France, plus précisément en Aquitaine, où sévissait il y a quelques décennies seulement une endémie palustre.

Dans une première partie, nous rappelons la notion de biodiversité et le fonctionnement des écosystèmes ainsi que les modifications générées par l'homme depuis l'entrée dans l'Anthropocène. Une deuxième partie rapporte les effets du changement climatique sur les maladies à transmission vectorielle. La dernière partie est focalisée sur la région Aquitaine avec ses écosystèmes emblématiques, la forêt de pins et le cordon dunaire. Nous discuterons pour conclure du rôle éventuel des professionnels de santé et plus particulièrement les pharmaciens dans la mise en place de moyens de prévention, d'éducation et d'adaptation.

**DISCIPLINE**

Thèse d'exercice de pharmacie, BORDEAUX

**MOTS CLES**

Aquitaine, Biodiversité, Ecosystèmes, Changement climatique, Maladies vectorielles, Paludisme, Dengue, Chikungunya

**JURY**

Monsieur Gilbert HAUMONT  
Madame Isabelle BAUDRIMONT  
Madame Séverine TOCAVEN

**ADRESSE**

Université de Bordeaux - UFR Sciences pharmaceutiques  
146 Rue Léo Saignat  
33076 BORDEAUX