



**EHESP**



Centro de Desenvolvimento Sustentável  
Universidade de Brasília

**PLU, PH**

---

**Ingénieur du génie sanitaire**

Promotion : **2010 - 2011**

Date du Jury : **Octobre 2011**

---

**Quel système de surveillance et  
d'alerte pour la maladie de Chagas  
dans la région du Tapajós (Amazonie  
brésilienne) ?**

---

**Virginie Le Bris**

**Lieu du stage : Centre de développement durable, Université de  
Brasilia, Brésil**

**Référente professionnelle : Christina Romaña**

**Référente pédagogique : Michèle Legeas**

---

# Remerciements

---

Je tiens tout particulièrement à remercier Christina Romaña, pour m'avoir donnée l'opportunité de réaliser ce mémoire au Brésil et pour m'avoir accompagnée pendant tous ces mois, de la préparation en France à la phase de terrain au Brésil. Merci pour ton soutien, tes conseils et ton aide précieuse qui m'ont permis de réaliser ce travail extrêmement intéressant et enrichissant.

Je remercie également Michèle Legeas pour son aide et ses conseils lors de la préparation et la réalisation de ce mémoire et pour son suivi depuis la France malgré des conditions matérielles parfois difficiles.

Merci à Ricardo De Gainza et à l'entreprise Pertina pour m'avoir consacré du temps à Paris et nous avoir donné et expliqué les concepts et les modèles utilisés dans ce mémoire.

Ce mémoire n'aurait pu se réaliser sans le PLUPH et je remercie tous ceux qui m'ont aidée une fois au Brésil : Frédéric Mertens et Carlos Passos pour leur accompagnement, leur aide et leurs conseils, Léandra Fatorelli pour son accueil à Brasilia, Ligia Valadao et Delaine Sampaio pour m'avoir aidée à trouver des contacts à Belém et Santarém, Deusilène Amaral pour son aide à la rédaction en portugais.

Un tel projet n'aurait pas été possible sans aide financière et je tiens à remercier la Région Bretagne, Anne Rocher et Maryse Scarfo du bureau des relations internationales de l'EHESP, Jean-Luc Potelon et Denis Zmirou. J'adresse aussi un grand merci à Anne-Roué Le Gall pour son aide et son soutien.

Ma réflexion sur ce passionnant sujet qu'est la maladie de Chagas n'aurait pas été la même sans les nombreux entretiens que j'ai réalisés et qui m'ont permis de connaître tous les rouages du système brésilien. Pour avoir accepté de me recevoir et pour toutes les informations très intéressantes récoltées, je remercie : George Porto Ferreira (IBAMA, Brasilia), André Fenner (FIOCRUZ, Brasilia), Rodrigo Gurgel (Université de Brasilia), Guilherme Netto, Marcos Takashi Obara, Renato Vieira Alves et Priscilleyne Ouverney Reis (Ministère de la Santé, Brasilia), Helen Gurgel (Ministère de l'Environnement, Brasilia), Jean-Loup Guyot (Institut de Recherche et de Développement, Brasilia), Aldo Valente et Ana Yecê Neves Pinto (Institut Evandro Chagas, Belém), Dorilea Sales et

l'équipe de surveillance sanitaire du secrétariat de santé publique de Belém, Elizangela Leal (Laboratoire d'entomologie du SESPA de Santarém), Sheyla Mara Oliveira (UEPA), Franscilleno (secrétariat de santé de Santarém, UEPA) et David Pompermaier (ONG Saude e Alegria, Santarém).

En particulier, je remercie Elenild Goes et Soraya Santos pour m'avoir permis de participer au séminaire sur la maladie de Chagas du secrétariat de santé publique de Belém du 27 au 29 juin 2011. Cet événement aura été central dans ma compréhension des plans de contrôle existants pour cette maladie.

Au delà des considérations scientifiques, l'aspect de la logistique aura eu également toute son importance. Je pense particulièrement à l'équipe de la résidence Colina à Brasilia, à Andréa Carneiro et sa famille qui m'ont si gentiment accueillie lors de mon arrivée à Belém, à toute l'équipe du centre des primates qui a rendu mon séjour là-bas si confortable : merci à Gilberto Oliveira Penna, Iracina Maura de Jesus et Marcelo Lima, aux vigiles, aux informaticiens, aux agents d'entretien...Enfin je remercie Carlos Passos pour nous avoir prêté sa maison à Santarém et à sa sœur Sonia pour son accueil chaleureux.

Merci également à Fawzia Satour pour son accueil à Brasilia et pour son aide lors de ma recherche – hélas infructueuse – de cours de portugais.

Pour la relecture et les précieuses remarques qui m'ont été données, je remercie mes parents, Tarik Benmarhnia et Jackie Grace.

Je tiens aussi à remercier mon ami et collègue de stage Arnaud Dallongeville avec qui j'ai partagé cette magnifique expérience. Je n'oublierai jamais notre périple sur le fleuve Amazone et nos repas on ne peut plus frugaux !

Enfin, ce séjour au Brésil n'aurait pas été le même sans mes innombrables colocataires de la résidence Colina et toutes les personnes que j'ai rencontrées : Amélie, Monica, Martise, Mauro, Marie, Cristian...Muito obrigada a todos !

---

# Sommaire

---

Introduction.....	1
<b>1 La maladie de Chagas ou trypanosomose américaine en Amazonie brésilienne, une maladie émergente et complexe.....</b>	<b>3</b>
1.1 L'Amazonie brésilienne, un biome complexe encore mal connu et aujourd'hui menacé .....	3
1.1.1 Une grande variété d'écosystèmes .....	3
1.1.2 Des dynamiques récentes favorisant l'émergence et le développement des maladies.....	4
1.2 Un système épidémiologique naturel de transmission du <i>Trypanosoma cruzi</i> .....	5
1.2.1 La diversité des souches de <i>Trypanosoma cruzi</i> et du réservoir animal .....	5
1.2.2 Des biotopes comme indicateurs de la circulation des systèmes épidémiologiques .....	8
1.3 La transmission de <i>Trypanosoma cruzi</i> à l'Homme en Amazonie : des caractéristiques spécifiques de la forêt tropicale humide .....	9
1.3.1 Voies de transmission du <i>Trypanosoma cruzi</i> par les insectes .....	9
1.3.2 Voies de transmission secondaires .....	11
1.3.3 L'émergence des cas en Amazonie.....	11
1.4 Caractéristiques cliniques de la maladie de Chagas .....	13
1.4.1 Différentes phases d'évolution clinique pour différents symptômes .....	13
1.4.2 Les méthodes de diagnostic de laboratoire .....	14
1.4.3 Les traitements et le suivi .....	16
<b>2 La maladie de Chagas aiguë, une nouvelle priorité pour le gouvernement brésilien.....</b>	<b>19</b>
2.1 L'organisation du système de santé du Brésil .....	19
2.1.1 Un système centré sur le Système Unique de Santé .....	19
2.1.2 Un réseau de laboratoires hiérarchisé .....	20
2.2 De la lutte contre <i>Triatoma infestans</i> à un programme global de contrôle .....	21
2.2.1 Le contrôle de la transmission vectorielle de la maladie de Chagas .....	21
2.2.2 Un changement de priorité dans la lutte contre la maladie de Chagas .....	23
2.3 Les systèmes actuels de contrôle et de surveillance de la maladie de Chagas aiguë	24
2.3.1 L'exemple du Plan de l'état du Pará .....	24

2.3.2	Les plans et les recommandations à l'échelle internationale .....	26
<b>3</b>	<b>Contexte du mémoire et méthodologie adoptée .....</b>	<b>27</b>
3.1	La région du fleuve Tapajós et le PLUPH .....	27
3.2	Le modèle conceptuel d'un système de surveillance et d'alerte en santé environnementale : concepts et méthodes des acteurs de Pertina .....	28
3.2.1	La situation d'exposition en santé environnementale .....	28
3.2.2	Pertina et le modèle conceptuel de l'action en santé publique .....	29
3.2.3	Pertina et le système de surveillance et d'alerte .....	30
3.2.4	Application à la maladie de Chagas .....	32
3.3	Activités organisées en France et au Brésil et descriptions des outils utilisés pour la mise en place du modèle .....	33
<b>4</b>	<b>Un système de surveillance et d'alerte pour la maladie de Chagas en Amazonie brésilienne : le modèle conceptuel proposé .....</b>	<b>35</b>
4.1	Premières étapes de la construction du modèle .....	35
4.1.1	Caractérisation de la menace environnementale .....	35
4.1.2	Caractérisation de l'anthroposystème .....	36
4.1.3	Caractérisation du risque et de la situation d'exposition .....	36
4.2	Vers un état idéal de l'anthroposystème .....	39
4.2.1	L'état idéal et non idéal, le consensus .....	39
4.2.2	Indicateurs permettant de mesurer l'état de l'anthroposystème .....	40
4.2.3	Dispositif permettant de tendre vers l'état idéal .....	42
4.3	La proposition de modèle conceptuel de système .....	42
<b>5</b>	<b>Des adaptations nécessaires à la réalité socio-économique et politique de l'Amazonie du Brésil : limites à la mise en place d'un réseau et propositions .....</b>	<b>43</b>
5.1	Limites et difficultés de la surveillance dans la région amazonienne pour la maladie de Chagas aiguë .....	43
5.1.1	Des communautés et des municipalités isolées .....	43
5.1.2	Des infrastructures et des moyens limités .....	43
5.1.3	Un manque d'engagement et de connaissance des acteurs .....	44
5.1.4	Un réseau de laboratoire peu efficace .....	44
5.1.5	La priorisation à d'autres maladies .....	44
5.2	Les limites des Plans gouvernementaux actuels .....	44
5.2.1	Les limites du SINAN .....	44
5.2.2	Le plan de l'Etat du Para, un plan ambitieux mais encore trop incomplet ...	45
5.2.3	Comparaison du plan du Pará avec le modèle de système proposé .....	47

5.3	Intégration au modèle des propositions brésiliennes.....	47
5.3.1	La cartographie de zones de risque à partir de données environnementales 47	
5.3.2	La surveillance commune avec d'autres maladies .....	48
5.4	Recommandations aux acteurs de santé brésiliens .....	49
	<b>Conclusion.....</b>	<b>51</b>
	<b>Bibliographie .....</b>	<b>53</b>
	<b>Liste des annexes .....</b>	<b>I</b>

---

## Liste des sigles utilisés

---

AMCHA : Initiative of the Amazon Countries for Surveillance and Control of Chagas Disease

ANVISA : Agência Nacional de Vigilância Sanitária

CNRS : Centre National de la Recherche Scientifique

DTU : Discrete Typing Units

ECG : Electrocardiogramme

ELISA : Enzyme Linked Immunosorbent Assay

FIOCRUZ : Institut Oswaldo Cruz

FUNASA : Fundação Nacional de Saúde

IEC : Institut Evandro Chagas

IGBE : Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IHA : Indirect Haemagglutination

IIF : Indirect Immunofluorescence

INCRA : Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária

IRD : Institut pour la Recherche et le Développement

MCA : Maladie de Chagas aigus

MS : Ministère de la santé (Brésil)

PAHO : Pan American Health Organization

PCR : Polymerase Chain Reaction

PLUPH : Poor Land Use Poor Health

SESPA : Secretaria estadual de saúde pública

SIDA : Syndrome d'Immuno-déficience acquise

SINAN : Sistema de Informações de Agravos de Notificação

SIPAM : Sistema de Proteção da Amazônia

SUS : Système Unique de Santé

*T.cruzi* : *Trypanosoma cruzi*

UQAM : Université du Québec à Montréal

UNICAMP : Universidade Estadual de Campinas (São Paulo)

VIH : Virus d'Immunodéficience Humaine

WHO : World Health Organization

## Introduction

La maladie de Chagas, comme un nombre croissant d'atteintes à la santé humaine, peut être reliée aux diverses formes de dégradation de l'environnement. Cette situation prévaut tout particulièrement au Brésil, pays tropical où on observe un déboisement accéléré.

L'objectif de ce mémoire est de réfléchir, sur un plan conceptuel, en se servant du modèle proposé par l'entreprise Pertina<sup>1</sup>, à la conception d'un système de surveillance et d'alerte pour la maladie de Chagas en tenant compte :

- de ses spécificités épidémiologiques, des facteurs environnementaux, des modes de vie des populations ;
- du réseau d'acteurs à différentes échelles (national, régional et local) pour permettre un suivi des zones et des populations à risque et ainsi une meilleure prévention du problème en milieu tropical forestier humide.

A l'échelon international, le projet PLUPH<sup>2</sup>, acronyme pour Poor Land Use Poor Health, est développé dans la région du Tapajos en Amazonie brésilienne. Ce projet de recherche-intervention est centré sur deux maladies illustrant le lien direct existant entre la dégradation de l'environnement par les actions anthropiques et la précarisation de la santé : l'exposition chronique au mercure par la consommation de poissons contaminés et la transmission de la maladie de Chagas. Des études récentes indiquent que les deux problèmes, qui entraînent des effets graves et insidieux sur les fonctions immunitaires, neurologiques et cardiaques des êtres humains, qui semblent être directement reliés aux pratiques d'agriculture sur brûlis dans la forêt tropicale humide.

L'histoire de la maladie de Chagas commence dans le Minas Gerais au Brésil en avril 1909, avec sa découverte par Carlos Chagas (1878-1934), qui met en évidence le cycle épidémiologique de la maladie en identifiant l'agent causal, le protozoaire *Trypanosoma cruzi* (abrégé T.cruzi dans le texte), et le vecteur principal, le triatome *Triatoma infestans* (Chagas, 1909). Si on compte aujourd'hui près de 17 millions de personnes infectées en Amérique Latine (WHO, 2002), les programmes de contrôle menés dans les dernières décennies ont permis de réduire les populations de triatomes en particulier au Brésil où la fin de la transmission par voie vectorielle a été annoncée en juin 2006.

Cependant, malgré ces premières réussites dans la zone endémique, on reporte de plus en plus d'occurrences de transmission en forêt tropicale humide et en Amazonie brésilienne plus particulièrement. Emergente dans cette région, la maladie de Chagas

---

<sup>1</sup> [www.pertina.com](http://www.pertina.com), Cabinet d'étude proposant aux entreprises des conseils et expertises technologiques en matière de solutions informatiques pour des systèmes d'information.

<sup>2</sup> Voir en page 27.



n'offre toujours aucun traitement préventif ou thérapeutique efficace et le nombre réel de personnes infectées est aujourd'hui inconnu. Les modes de transmission du parasite sont également caractéristiques de la région puisqu'on trouve surtout des cas de transmission orale, inconnue dans les zones endémiques du Brésil, d'où son appellation de maladie de Chagas aiguë (abrégée MCA dans le texte). Réel problème de santé publique à l'échelle mondiale, la maladie de Chagas reste négligée en Amazonie et le gouvernement brésilien commence tout juste à s'attacher à la conception de programmes efficaces en vue de son contrôle et de sa prévention.

Dans la continuité de ce processus et en considérant les programmes de contrôle déjà existant pour la maladie de Chagas dans la région amazonienne et celle du Tapajós en particulier, une proposition d'un modèle de système de surveillance et d'alerte est présentée ici. Ce système fournirait :

- une possibilité de créer des liens entre les acteurs au niveau local et régional ;
- une aide à la décision pour les pouvoirs publics aux niveaux régional et national ;
- en étant aussi un atout de poids pour l'élaboration d'une politique de prévention des risques.

En effet, *T. cruzi* circule naturellement via des biotopes forestiers et il est plus réaliste d'envisager une élimination de sa transmission ou du moins une réduction du risque, en passant par une caractérisation des dynamiques de transmission dans les différents milieux écologiques et le maintien d'une surveillance continue. Ce réseau serait d'abord un outil de détection des risques environnementaux, intégré dans le concept étendu d'éco-épidémiologie.

Ce rapport s'articule en 5 points :

- Une description des caractéristiques de la maladie de Chagas dans la région amazonienne d'un point de vue environnemental, épidémiologique et clinique ;
- Une présentation des programmes de contrôle et de lutte mis en place actuellement qui permet d'aborder l'aspect plus politique et institutionnel de cette maladie ;
- La troisième partie, introduisant des éléments de contexte et de méthodologie ;
- Le travail de construction d'un modèle de système de surveillance et d'alerte pour la maladie de Chagas aiguë ;
- Enfin, une discussion sera menée quant à l'adaptation de ce modèle aux réalités socio-économiques et politiques de l'Amazonie brésilienne et à son intégration aux programmes de contrôle du gouvernement brésilien en place ou en réflexion.

# **1 La maladie de Chagas ou trypanosomose américaine en Amazonie brésilienne, une maladie émergente et complexe**

Le Brésil, pays gigantesque et en pleine croissance, se caractérise par ses contrastes et sa diversité. Diversité de populations, de niveau socio-économique, de cultures...qui se superposent à des oppositions en termes de géographie et de climat. Le nord-est du Brésil, au climat tropical humide, se distingue du centre, chaud et sec, et du sud, très froid l'hiver (annexe cartes du Brésil). Ces différences environnementales sont à l'origine de différences en matière de santé et la maladie de Chagas en est un très bon exemple. Depuis sa découverte en 1909, la zone endémique avait été délimitée au sud et à l'ouest du Brésil et on observait d'abord une transmission du parasite *Trypanosoma cruzi* (Chagas 1909) via principalement une espèce d'insecte hématophage, le triatome *Triatoma infestans* (Klug 1834 ; Hemiptera :Reduviidae). Dans cette région, entre 1980 et 2006, grâce aux intenses campagnes visant à éradiquer la maladie de Chagas, des résultats significatifs ont été obtenus : le nombre de municipalités infestées par les triatomes est passé de 711 à 2 ou 3 ; concernant les transmissions secondaires, le contrôle des banques de sang s'est généralisé et on a pu observer une forte diminution des donneurs atteints par la maladie, seulement 0,4% d'entre eux étant infectés aujourd'hui contre 4% en 1980 (Dias, 2007). Quant à la transmission congénitale, elle tend à décroître du fait de la diminution du nombre de femmes infectées en âge d'avoir des enfants (Pinto et al, 2008).

La situation est toute autre dans le nord du Brésil, la région amazonienne ayant longtemps été considérée comme une zone non-endémique. Les cas de maladie de Chagas autrefois rarissimes sont de plus en plus fréquents et la transmission de la maladie, majoritairement orale - caractéristique de cette région – a comme origine un système complexe de variables socio-économiques et écologiques propres de la région.

## **1.1 L'Amazonie brésilienne, un biome complexe encore mal connu et aujourd'hui menacé**

### **1.1.1 Une grande variété d'écosystèmes**

L'Amazonie représente 44% du continent sud-américain et constitue le plus grand bassin hydrographique du monde. Elle contient 20% de l'eau douce de la planète sur 300 000 km<sup>2</sup> d'écosystèmes aquatiques et alimente le plus grand biome tropical de la planète (6,5 million km<sup>2</sup>). Son fleuve principal, l'Amazone, est long de 6270 km et son chevelu hydrographique compte près de 10000 affluents. Le climat tropical humide amazonien varie dans l'espace et le temps, avec des valeurs moyennes de précipitations de 1200-

2000 mm dans les bords nord et sud de la région et de 6000 mm près des Andes et dans les états du Para et de l'Amapa.

Le biome amazonien est une mosaïque complexe d'écosystèmes contenant pas moins de 40 écorégions et 180 systèmes de terrains distincts. Les forêts tropicales humides sont majoritaires mais il existe aussi des formations semi-arides et des sols sableux (*campinas* et *campinaranas*). On y observe la plus grande diversité biologique de la planète (Mittermeier et al. 2003, Olson et al, 2001). La forêt tropicale humide est très ombragée, dense, et abrite une grande variété végétale et animale.

Au Brésil, l'Amazonie légale (Amazonia legal, définition administrative) regroupe 9 Etats (Acre, Amapá, Amazonas, Maranhão, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Roraima et Tocantins) (cf. Annexe 1).

### **1.1.2 Des dynamiques récentes favorisant l'émergence et le développement des maladies**

Au cours de la deuxième moitié du 20<sup>ème</sup> siècle, des politiques de colonisation et de développement liées à des gros projets d'infrastructures ont encouragé des mouvements migratoires sans précédent vers l'Amazonie. La densité de population y est passée de 1,5 à 4,5 habitants au km<sup>2</sup> de 1950 à 2000. On compte aujourd'hui 30 millions de personnes dans la région amazonienne pour une densité de 5 habitants au km<sup>2</sup> dont presque 60% en zones urbaines. L'ouverture de routes a entraîné une colonisation en fronts pionniers et des taux annuels de déforestation allant de 15000 km<sup>2</sup> (1993) à presque 25000 km<sup>2</sup> (2002). 70% de la population vit aujourd'hui en ville (Abad-Franch et al, 2006).

L'intérêt géopolitique de l'Amazonie est en effet très fort au Brésil, de par ses stocks de ressources stratégiques existantes. La forêt est coupée au profit de grandes plantations, d'élevage intensif, de routes ou d'exploration minière et sylvestre. Cette action anthropique couplée à l'augmentation de la population menace aujourd'hui les peuples autochtones et leurs cultures, soit près de 6 millions de personnes vivant dans des sociétés rurales traditionnelles et 260.000 Amérindiens parlant 170 langues autochtones, vivant près des fleuves dans des petites communautés et dépendant surtout du poisson et des ressources forestières (Aguilar et al, 2007).

C'est dans ce contexte que les pays amazoniens ont initié depuis ces vingt dernières années des collaborations internationales, des investissements et des politiques d'encouragement dans plusieurs domaines, comme l'énergie, la science, la technologie ou l'éducation. Cependant, les politiques sociales dans la région sont loin d'être idéales malgré les efforts du gouvernement brésilien. Le fardeau des maladies infectieuses endémiques est également devenu une préoccupation pour les autorités de santé avec l'augmentation de notification de maladies comme le paludisme, la dengue, le choléra, les hépatites virales ou les leishmanioses et la lèpre, principalement dans les zones urbaines

et périurbaines. La maladie de Chagas, encore considérée comme anecdotique, est pourtant en train de devenir un problème majeur de santé publique.

## 1.2 Un système épidémiologique naturel de transmission de *Trypanosoma cruzi*

La maladie de Chagas ou trypanosomose américaine est une zoonose ancienne qui semble avoir émergé il y a 95 millions d'années (Teixeira et al, 2006). Les triatomines et le protozoaire ont évolué ensemble du fait d'une nécessité métabolique (Teixeira et al, 2009) et on observe aujourd'hui une grande diversité d'agents et de vecteurs, les cycles sauvages naturels différant selon les régions. Les cycles domestiques ayant été éradiqués dans le centre et le sud du Brésil en 2006, les cycles de transmission naturels sont toujours actifs dans l'ensemble de l'Amérique Latine et dans la forêt amazonienne en particulier, avec une infection de triatomines et d'animaux sauvages par *T.cruzi*. Ces cycles ont été identifiés comme occurrents dans différents milieux et l'avancée humaine pourrait être un facteur expliquant la recrudescence de la maladie de Chagas dans cette région (Benchimol-Barbosa, 2009 Teixeira et al, 2007).

### 1.2.1 La diversité des souches de *Trypanosoma cruzi* et du réservoir animal

#### *La diversité des souches de T.cruzi*

La circulation naturelle de *T. cruzi* est répandue dans tous les biotopes sylvestres du continent américain. Les populations de *T.cruzi* sont diverses et des isolats spécifiques ont pu être isolés dans la forêt amazonienne lors de l'étude d'épidémie de transmission orale, en sachant que les trypanosomes d'un même malade peuvent provenir de plusieurs populations de *T.cruzi*, les réinfections étant possibles (Teixeira et al, 2006).

A la suite d'un consensus en 2009, un comité d'experts a mis à jour la classification des isolats de *T.cruzi*. Ces derniers sont désormais classés en 6 DTUs (Discrete Typing Units), *T.cruzi* I-VI (Zingales et al, 2009).

DTU	Abréviation	Localisation	Caractéristiques
T.cruzi I	TcI	Amazonie, habitat sylvestre (palmiers)	Triatomines du genre <i>Rhodnius</i> , réservoir <i>Didelphis marsupialis</i> , associé à la transmission orale, traitement difficile
T.cruzi II	TcII	Nord-est du Brésil	Associé au méga œsophage et à des cardiopathies sévères
T.cruzi III	TcIII	Amazonie, est du Brésil, habitat sylvestre et dans le sol	Zimodème Z3, <i>P.geniculatus</i> , primates et tatou, associé à la transmission orale
T.cruzi IV	TcIV		Hybride
T.cruzi V et VI	TcV et TcVI	Sud du Brésil, Argentine, Chili, Uruguay et Bolivie	Mégacôlon, cardiopathie, et transmission congénitale dans 5% des cas, traitement facile

Tableau 1 : Nomenclature des différents isolats de *Trypanosoma cruzi* (Zingales et al, 2009).

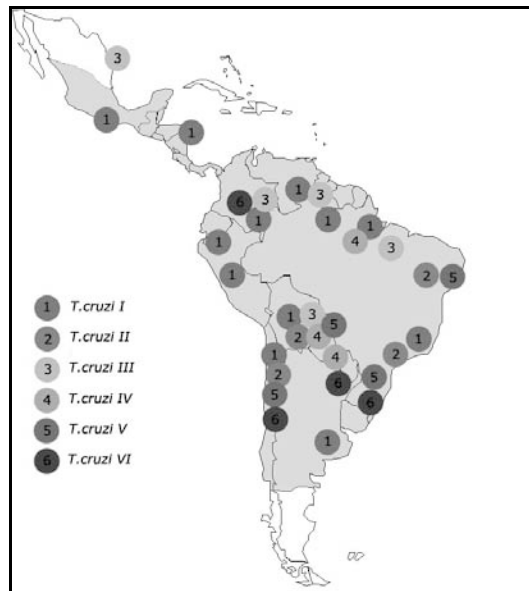


Figure 1 : carte de distribution des différentes souches de *T. cruzi* (Souto et al, 1996 ; Brisse et al, 2000)

En vérité, cette classification ne reflète pas la réelle diversité génétique des isolats de *T. cruzi*. Des études récentes ont montré que les populations de TcI, cause majeure de l'émergence de la maladie de Chagas dans le nord de l'Amérique du Sud, ont une incroyable diversité génotypique à l'échelle du continent américain (Llewellyn et al, 2009, Cura et al, 2010)

Haplotype	Nombre de génotypes	Cycle de transmission
la	11	Cycles domestiques en Amérique du Sud et cycles sylvestres en Amérique centrale et du Nord
lb	11	Cycles de Colombie
ld	35	Cycles d'Argentine et de Colombie et cycles sylvestres au Brésil
le	19	Cycles domestiques d'Argentine et sylvestres du Chili

Tableau 2 : Diversité génétique des isolats de *Trypanosoma cruzi* du groupe TcI. Des infections mixtes ont été détectées sur des échantillons humains et de vecteurs (la+ld, la+le, ld+le)(Cura et al, 2010).

En Amazonie, les souches principales relevées appartiennent aux groupes TcI et TcIII (Zimodème III). Elles ont la caractéristique d'être très virulentes et ont montré une forte infectiosité lors de l'inoculation par voie gastrique d'animaux en laboratoire (Da Silva Valente et al, 2009, Barbosa, 2006).

#### La diversité des vecteurs et des réservoirs

Les vecteurs principaux de la maladie de Chagas sont les triatomines. Il existe environ 130 espèces de cet insecte dont une douzaine seulement peut transmettre le protozoaire *T. cruzi* (Massad, 2008). Historiquement, c'est l'espèce *Triatoma infestans* qui a le plus préoccupé les autorités de santé en Amérique du Sud et qui a été l'objet de campagnes

d'éradication dans les années 90. Cette espèce domiciliée est caractéristique des régions sèches du sud du Brésil et on estime que les insectes ont commencé à envahir les habitations il y a environ 9000 ans (Aufderheide et al, 2004).

La situation particulière de l'Amazonie a été largement étudiée, et au sein des foyers sylvestres de cette région, un grand nombre de vecteurs infectés ont été décrits, soit environ 25 triatomines sylvestres dont certaines posent un risque pour la population. Il n'y a pratiquement pas de vecteurs domiciliés dans la forêt amazonienne et une grande dispersion est observée. Le genre *Rhodnius* prédomine et en particulier l'espèce *R. pictipes*, naturellement infectée par le *T.cruzi* du groupe I (Pinto-Dias et al, 2002, Teixeira et al, 2009) et *R.Robustus* (Romana et al, 1999). Le genre *Triatoma* est quant à lui peu recherché.

Triatomine	Biotope	Habitudes alimentaires
<i>Rhodnius pictipes</i>	Sylvestre (palmiers) et artificiel (péri et intra domiciliaire)	Synantropique <sup>3</sup> , anthropophagique
<i>R.robustus</i>	Sylvestre (palmiers)	Synantropique
<i>R.brethesi</i>	Sylvestre (palmiers), tendance à coloniser artificiel	Synantropique
<i>Panstrongylus geniculatus</i>	Sylvestre (palmiers), rares foyers	Animaux, occasionnellement anthropophagique
<i>P.lignarius</i>	Sylvestre (palmiers), tendance à coloniser artificiel	Animaux
<i>P.megistus (Para)</i>	Sylvestre (pierres, écorce de bois, sol), artificiel (péri et intra-domiciliaire)	Synantropique et très anthropophagique
<i>T.tibiamaculata</i>	Sylvestre (palmiers à proximité de mammifères) et artificiel (péri-domiciliaire)	Synantropique
<i>Triatomini</i>	Crevasse des rochers, sous l'écorce des arbres, terriers dans le sol (zones sèches, servent d'abri).	

Tableau 3 : habitudes alimentaires et biotopes des principales espèces de triatomines transmettant *Trypanosoma cruzi* en Amazonie brésilienne (Pinto Dias et al 2002, Teixeira et al, 2009)

Une grande variété de biotopes est observée pour les genres *Rhodnius* et *P. geniculatus*, avec par exemple la présence de *Rhodniini* dans les palmiers. Quelques situations particulières de domiciliation de *P.geniculatus* et *P. lignarius* ont toutefois été observées dans l'état du Para. Mais ces dernières années, la déforestation intense et la forte immigration ont surtout été à l'origine de l'envahissement des maisons par des triatomines

<sup>3</sup> Synantropisme : Animaux qui cohabitent avec des humains pour la recherche d'aliments, d'abri et d'eau et qui peuvent incommoder par leur présence, leur quantité et la possible transmission de maladies.

autochtones, la contamination des réserves de nourritures et l'attaque occasionnelle de travailleurs forestiers (Aguilar et al, 2007). L'introduction d'espèces alochtones comme *T. infestans*, *T. rubrovaria*, *P. megistus*, *T. sordida* et *T. brasiliensis* a également été observée en Amazonie légale (Dias et al, 2002).

Le cycle de vie des triatomines requiert une alimentation constante sur une ou différentes proies : cela a une importance en termes épidémiologiques car c'est un facteur multiplicatif pour la transmission des infections. *T. cruzi* a une multiplicité d'hôtes et un cycle saisonnier complexe dans la nature. Les espèces animales ont une plus ou moins grande capacité à véhiculer *T. cruzi*, en sachant qu'environ 1150 espèces d'animaux sont des réservoirs potentiels, soit 7 classes en tout (Teixeira et al, 2009). De manière plus précise, on a répertorié 3 carnivores, 5 chiroptères, 8 didelphimorphia, 7 rongeurs, 3 primates, 6 triatomines et 1 artiodactyle, dont la plupart sont porteurs de Tc I ou II, très peu ayant TcIII ou IV. La grande diversité d'insectes vecteurs a répandu l'infection à ces mammifères habitant dans pas moins de 19 écosystèmes différents (Dinerstein et al, 1995) (cf. annexe 2).

### **1.2.2 Des biotopes comme indicateurs de la circulation des systèmes épidémiologiques**

Il a été observé que la déforestation et les changements environnementaux qu'elle occasionne favorisent la prolifération des grands palmiers arborescents du genre *Attalea*, ces derniers s'avérant être les biotopes naturels principaux des triatomines du genre *Rhodniini*. En effet, ces dernières nichent principalement dans la matière organique qui s'accumule dans leurs couronnes. Une étude à l'ouest du Panama, région au climat tropical humide, a mis en relation le fort taux d'infection de la population à *T. cruzi*, le taux élevé d'infestation des palmiers *Attalea butyracea* par les triatomines (quasiment 100%), le taux élevé d'infection des triatomines par *T. cruzi* (60%) et le grand nombre d'insectes trouvés dans les habitations. Cela a permis de déduire qu'en augmentant la densité des palmiers, les activités humaines ont stimulé et concentré les populations d'insectes sauvages (Romana et al, 1999).

Le genre *Attalea* est également très présent au Brésil et beaucoup d'espèces ont la capacité de se développer de manière rapide après des épisodes de déforestation, comme *Attalea maripa* (Inajá), *Attalea speciosa* (Babaçu) et *Attalea phalerata* (Urucuri), qu'on retrouve dans la région du Tapajos et qui ont une importance économique pour les populations locales dans d'autres régions d'Amazonie. Plusieurs espèces de *Rhodnius* ont été observées dans ce complexe de palmiers, en particulier *R. nasutus*, *R. neglectus*, *R. prolixus*, *R. robustus* and *R. pictipes* (Abad-Franch et al, 2009, Romaña et al, 1999, Stelhing Dias et al, 2010). Il a été mis en évidence que les caractéristiques structurales de ces palmiers sont particulièrement favorables à la colonisation par ces insectes. De plus,

ces palmiers sont fréquents près des habitations humaines où ils peuvent former des populations denses (Abad-Franch *et al*, 2005, Romaña *et al*, 1999). Ainsi, ils peuvent être considérés comme des indicateurs écologiques des systèmes épidémiologiques de la maladie de Chagas et peuvent être utiles pour identifier la présence de vecteurs et de réservoirs des cycles sylvestres de transmission de *T.cruzi* (cf. annexe 3). Par ailleurs, des études de recherche exhaustive d'espèces autres que *Rhodnius* n'ont pas été faites et on ne connaît pas d'une façon précise quels autres indicateurs pourraient y être associés.

### **1.3 La transmission de *Trypanosoma cruzi* à l'Homme en Amazonie : des caractéristiques spécifiques de la forêt tropicale humide**

Dans la région amazonienne comme dans toutes les autres régions du Brésil, on observe une transmission continue d'une intensité basse qui génère un profil hypo-endémique avec des taux de séropositivité de l'ordre de 1-3%. Ce profil hétérogène concerne la plupart de la population rurale amazonienne. On estime qu'entre 100 000 et 300 000 personnes pourraient être infectées par *T.cruzi* dans la région (Aguilar *et al*, 2007 ; Abad Frach *et al*, 2005). Au delà de la traditionnelle transmission vectorielle bien connue dans le sud du Brésil, la transmission en Amazonie n'a pas nécessairement pour origine une infestation de l'habitat humain. Elle a pour origine des foyers sylvestres enzootiques et peut survenir de façons multiples.

#### **1.3.1 Voies de transmission du *Trypanosoma cruzi* par les insectes**

Il n'existe quasiment pas de colonisation des habitats par les triatomines en Amazonie mais on observe pourtant des cas de transmission vectorielle, par différents mécanismes :

- l'invasion sporadique et opportuniste des domiciles par des vecteurs sylvestres (*R. pictipes*, *R. robustus*, and *P. geniculatus*), autrement nommée transmission vectorielle domiciliaire ou péri-domiciliaire sans domiciliation de vecteur. Cette transmission est favorisée par la présence de palmiers à proximité des maisons et d'autres facteurs environnementaux comme la déforestation, la diminution des populations de vertébrés sauvages et la prolifération de mammifères opportunistes (rongeurs et opossums) dans des environnements dégradés.
- la transmission focale et relativement intense dans quelques régions amazoniennes. La plupart des cas rapportés sont liés à l'extraction de la fibre de piaçava en amont du fleuve, où des familles entières voyagent des jours en bateau pour atteindre les réserves de palmiers (*piçavais*) situées dans les profondeurs de la forêt amazonienne, où elles vivent plusieurs mois et sont contaminées par des triatomines (*R.brethesi*).
- la transmission vectorielle extra-domiciliaire qui concerne quelques cas isolés. Elle survient lors de séjours dans des forêts infestés.



- l'introduction de populations de vecteurs domestiques originaires de l'extérieur de la région, cela étant lié aux tendances synanthropiques des populations de vecteurs dans les zones géographiquement restreintes de l'Amazonie.
- la domiciliation de quelques vecteurs : plusieurs foyers de vecteurs domestiques ont été décrits dans différentes régions amazoniennes (*P. geniculatus* in Pará) (Aguilar et al, 2007).

La voie orale constitue la deuxième voie de contamination primaire de la maladie de Chagas en Amazonie. Différents aliments sont impliqués dans les cas isolés de contamination, comme la viande crue issue de mammifères infectés et les produits forestiers sans certification sanitaire (Nobrega et al, 2009, Dias, 2009). Concernant les épidémies, l'absence de triatomines domiciliées suggère fortement une transmission orale du protozoaire. Les cas surviennent après l'ingestion de nourriture ou d'eau contaminée par l'agent *T.cruzi*. Les principaux aliments incriminés sont le jus d'açaï, fruit d'un palmier de la famille des *Aracaceae*, et le jus de canne à sucre, très consommés dans les états du nord du Brésil (Pará, Amapá, Amazonas, Bahia), souvent de façon quotidienne dans les zones rurales et préparés dans des conditions d'hygiène qui favorisent leur contact avec les triatomines infectées (MS, 2005 ; Dias et al, 2008). Avec une production de 2 millions de litres d'açaï par an, toute la chaîne de production est impliquée dans le processus de contamination, des récoltants d'açaï aux « batedores », les batteurs en portugais, qui pressent les fruits pour en faire le jus.

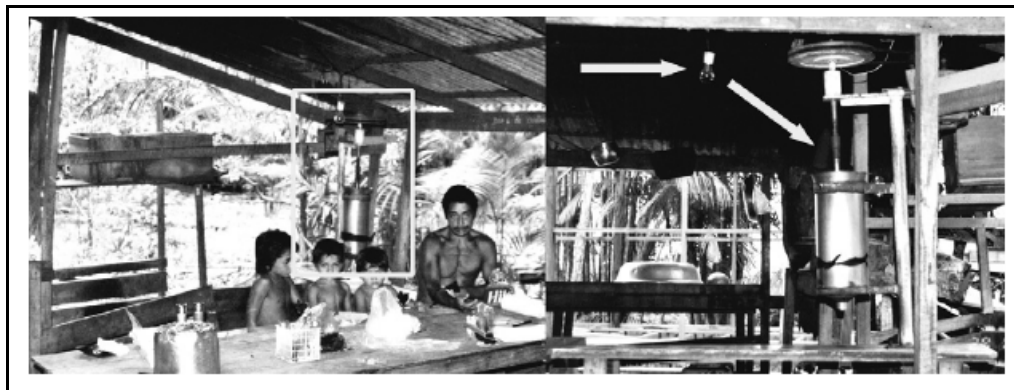


Figure 2 : Lors de la préparation de l'açaï, le jus peut être contaminé par *T.cruzi* du fait d'un mauvais nettoyage des fruits ou d'une contamination via les insectes qui, attirés par la lumière (flèches), tombent dans l'appareil où les fruits sont pressés (A. Valente, 2009).

Les deux profils épidémiologiques que sont la transmission vectorielle et orale se recoupent dans l'espace et le temps. La transmission de *T.cruzi* dépend dans les deux cas de la capacité de dispersion active des vecteurs sylvestres qui volent de leurs biotopes naturels dans les maisons et établissent des contacts avec les humains ou contaminent leur nourriture.

### **1.3.2 Voies de transmission secondaires**

Après l'infection par la piqure d'une triatomine ou par voie alimentaire, *T.cruzi* est présent dans le sang du malade et peut donc être transmis de façon secondaire à d'autres individus. La voie transfusionnelle comporte le plus de risques et la campagne de lutte anti-vectorielle initiée dans les années 90 a été accompagnée d'un contrôle intense des banques de sang et des donneurs potentiels. L'émergence du SIDA a d'ailleurs fortement contribué à l'amélioration des contrôles sanguins et ceux-ci apparaissent dans la législation actuelle (Moraes-Souza et al, 2011). On estime que cette voie de transmission sera de plus en plus rare dans les prochaines décennies.

La transmission de *T.cruzi* peut aussi survenir via des transplantations d'organes et on observe alors une phase aiguë de la maladie qui peut être mortelle (Silva et al, 2010). Dans ce cas, un traitement au benzonidazole permet de réduire la charge parasitaire. La période d'incubation est plus longue, de 30 à 40 jours (Beltrão et al, 2009).

La transmission congénitale constitue également une voie de transmission à considérer : entre 8000 et 16000 cas subsistent chaque année bien que la probabilité de transmission placentaire soit d'environ 10% et que des tests soient effectués sur les mères (WHO, 1991, 2002). Des diagnostics précoces permettent un traitement des nouveau-nés et on observe des taux de réussite de l'ordre de 100%. (Oliveira et al, 2010). Mais la tendance générale est à la baisse (Dias et al, 2008).

Avec l'éradication de la transmission vectorielle dans la zone endémique du Brésil, ces voies de transmission font aujourd'hui l'objet de contrôles importants pour limiter l'expansion de la maladie. En effet, 2 millions de personnes sont actuellement infectées (cas pré-existants) et susceptibles de transmettre le parasite de façon congénitale ou par la transfusion (Dias, 2009). La maladie de Chagas étant émergente en Amazonie, ces contrôles constituent alors des points clés de limitation de transmission de la maladie.

D'autres voies de transmission plus anecdotiques existent : de manière accidentelle en laboratoire lors de la manipulation de matériel infecté par *T.cruzi*, par voie sexuelle et lors de l'échange de seringues entre usagers de drogue.

### **1.3.3 L'émergence des cas en Amazonie**

C'est depuis les années soixante que les cas de maladie de Chagas en Amazonie ont commencé à être notifiés, la première épidémie orale ayant été observée en 1969 (Coura et al, 2002). Depuis lors, de plus en plus de cas ont été notifiés, que ce soit des cas aigus sporadiques dans les zones colonisées et autochtones ou des micro-épidémies familiales. Ces dernières représentent aujourd'hui 80% des nouveaux cas de maladie de Chagas rapportés au Brésil et proviennent majoritairement d'infections par voie orale, après la consommation d'açaï, de bacaba ou de jus de sucre de canne (Pinto-Dias et al, 2002).

D'autres aliments sont aussi incriminés comme le patauá, le buriti, la viande crue ou le lait cru (PAHO, 2009).

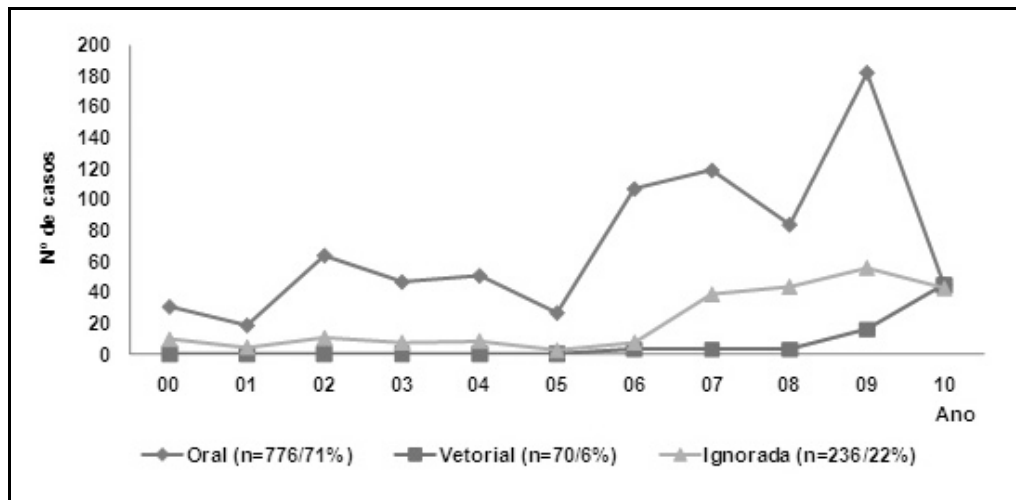


Figure 3 : Cas confirmés de maladie de Chagas aiguë selon l'année de notification (2000 à 2010) et la forme de transmission (orale, vectorielle ou inconnue) (Source : Ministère de la santé, 2011).

Les incertitudes sont nombreuses quant au nombre de cas aigus de maladie de Chagas en Amazonie. Une note technique du ministère de la santé de 2007 faisait état de 10 cas par mois, soit une augmentation de 2,2 cas par mois, sans pour autant savoir si cette augmentation était due à une amélioration du système de dépistage, une augmentation de la population ou à une augmentation réelle des cas. Les services de santé considèrent cependant que ces chiffres sont largement sous-estimés, selon les personnes interrogées le facteur pourrait être de 10 ou de 100 (Elenild Goes, SESPA ; Aldo Valente, IEC, Belém, juillet 2011), du fait de la difficulté d'accès des régions de l'Amazonie. Les données officielles proviennent du réseau SINAN qui sera développé dans la deuxième partie.

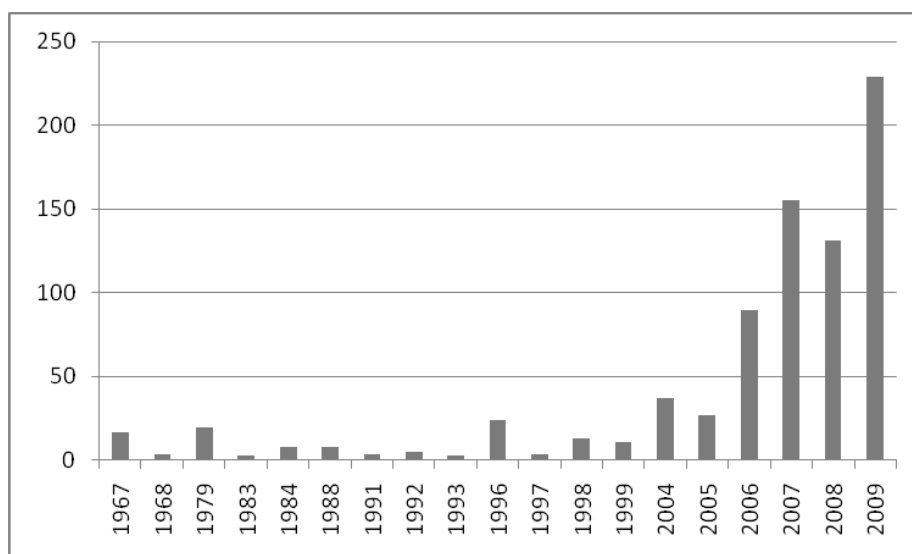


Figure 4 : Nombre de cas de maladie de Chagas aiguë notifiés de 1967 à 2009 dans la région nord du Brésil (source : Ministère de la santé, 2010).

## 1.4 Caractéristiques cliniques de la maladie de Chagas

### 1.4.1 Différentes phases d'évolution clinique pour différents symptômes

La maladie de Chagas comporte deux phases après l'infection : une phase aiguë qui passe généralement inaperçue et une phase chronique avec le développement de symptômes graves quinze ou vingt ans plus tard.

#### A) La phase aiguë

La durée d'incubation de la phase aiguë varie selon le mode d'infection. Dans le cas d'une infection par voie vectorielle, elle est de 4 à 15 jours, tandis que dans le cas d'une infection par voie orale, elle est de 3 à 22 jours (Nobrega et al, 2009). La phase aiguë, d'une durée d'environ 60 jours, se caractérise par l'existence de parasites circulants qui se multiplient dans les myocytes du cœur, provoquant leur rupture et la libération de différents médiateurs inflammatoires. Les symptômes les plus fréquents sont de la fièvre, des difficultés respiratoires (dyspnée), des douleurs musculaires (myalgie), des maux de tête, des nausées, des gonflements (visage, pieds), des douleurs abdominales ou des anomalies cardiaques. La mort peut survenir dans 5 à 10% des cas si les patients ne sont pas traités et survient du fait d'anomalies cardiaques comme des myocardites ou des méningo-encéphalites environ 12 jours après l'infection (MS, 2008). On observe par ailleurs un taux de mortalité plus élevé chez les enfants.

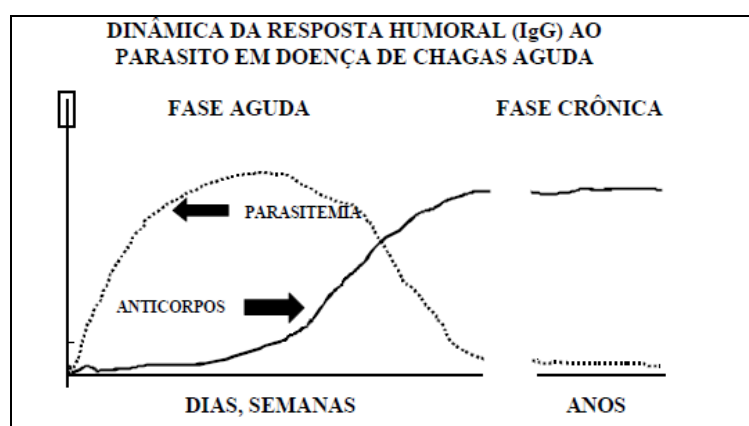


Figure 5 : Réponse immunitaire après une infection par *T.cruzi* (Ministère de la santé, 2004).

La forme aiguë, asymptomatique dans la plupart des cas, est toutefois plus fréquente et plus grave dans la région amazonienne et lors d'une infection par voie orale, du fait de l'existence de souches de *T.cruzi* plus virulentes TcI et TcIII.

Le cas particulier de la transmission congénitale concerne 1% des nouveau-nés au Brésil. Ils correspondent aux enfants nés de mères séropositives à *T.cruzi*, eux-mêmes séropositifs. 60 à 90% des enfants avec une infection congénitale sont asymptomatiques. Dans les autres cas, les symptômes observés sont une prématurité, un faible poids de

naissance, une hépato-splénomégalie (augmentation du volume du foie et de la rate) et de la fièvre. Une méningo-encéphalite et une myocardite peuvent être observées dans le cas de coïnfections avec le VIH.

#### B) La phase chronique

30 % des individus infectés ont le risque de développer des symptômes chroniques durant leur vie (Bastos et al, 2010, Pinto et al, 2008, 2004). La phase chronique se définit par l'existence de rares parasites circulant dans le système sanguin. Elle peut se présenter sous différentes formes :

- **Forme indéterminée (50-60% des cas) :** le patient est séropositif et asymptomatique, sans signes d'atteinte de l'appareil circulatoire (examens cliniques, électrocardiogramme et radiographies du thorax normaux) et de l'appareil digestif (évaluation clinique et radiologie normales de l'œsophage et du colon). Cette forme peut subsister pendant toute la vie du patient ou évoluer tardivement en formes cardiaque, digestive ou associée.
- **Forme cardiaque :** on observe dans 30% des cas chroniques une atteinte du système cardiaque avec des arythmies cardiaques et une perturbation des stimuli ventriculaires qui évoluent fréquemment en myocardiopathie dilatée et en insuffisance cardiaque congestive (ICC). Ces symptômes sont les responsables principaux de la mortalité observée lors d'une phase chronique de maladie de Chagas (cas de mort subite).
- **Forme digestive :** elle représente environ 5 à 15% des cas et peut concerner tous les organes du système gastro-intestinal, cela se manifestant par une augmentation de la taille de l'œsophage et du gros intestin (méga œsophage et mégacôlon). Certains patients peuvent présenter des symptômes cliniques compatibles à la forme digestive de la maladie de Chagas mais une sérologie négative.
- **Forme associée (cardio-digestive) :** c'est l'existence concomitante de lésions cardiaques et digestives.

#### 1.4.2 Les méthodes de diagnostic de laboratoire

Il existe différentes méthodes de laboratoire utilisées pour caractériser une phase aiguë ou chronique qui sont intégrées au sein de procédures et de protocoles officiels plus larges du ministère de la santé, présentés en annexe (cf. annexe 4).

#### A) Tests réalisés pendant la phase aiguë

Lors de la phase aiguë de la maladie de Chagas, les parasites circulent dans le système sanguin. Pendant cette phase, le diagnostic de laboratoire est fondé sur l'observation de *T. cruzi* dans le sang des individus par des tests parasitologiques utilisant du sang frais :

- Recherche directe du parasite dans du sang frais : recueil d'une goutte de sang et observation au microscope. Face à un cas suspect mais présentant un examen initial négatif, le test doit être répété plusieurs fois par jour pendant plusieurs jours. C'est le test le plus sensible ;
- Frottis ;
- Méthode de la goutte épaisse, utilisé pour la recherche des hématozoaires (comme pour la malaria). C'est la méthode la moins sensible mais qui a l'avantage de pouvoir être initiée à l'extérieur du laboratoire (recueil et séchage du sang sur une lame).

Si ces tests sont négatifs, des tests de concentration sont effectués. Ces tests ont une sensibilité de 80-90% (Luquetti et al, 2000) :

- Micro-hématocrite : centrifugation du sang et observation au microscope.
- Méthode de Strout : méthode de concentration. Après coagulation, le sérum décanté est centrifugé et examiné (Wery, 1995).

Dans le cas d'individus symptomatiques depuis plus de 30 jours, les tests de concentration doivent être réalisés en premier, la parasitémie commençant à diminuer (MS, 2005).

D'autres méthodes existent comme les méthodes de mise en culture, d'inoculation en animaux de laboratoire ou d'amplification (PCR), cette dernière se fondant sur l'amplification du nombre de parasites provenant du matériel recueilli (sang ou lymphes). Ces techniques sont toutefois très peu disponibles dans les services communs de santé et généralement réservés aux centres de référence et aux organismes de recherche. De manière générale, chez les nouveau-nés et les enfants en bas-âge, un test positif indiquera un cas aigu ou très récent (quelque soit la forme de la transmission). Le dépistage de la mère est fait en cas de suspicion du médecin mais n'est pas inclus dans les examens classiques réalisés pendant la grossesse. Les mères porteuses de la maladie de Chagas auront des enfants avec des anticorps anti *T. cruzi* (IgG), une nouvelle détection étant nécessaire entre 6 et 9 mois, lorsque les anticorps maternels auront disparu (pour éviter les faux-positifs) et après que les autres mécanismes de transmission aient été exclus.

Les méthodes sérologiques détaillées ci-après sont utilisées pour confirmer un cas positif, par détection des anticorps IgM anti *T.cruzi* caractéristiques de la phase aiguë. Si le test est négatif, le patient doit le répéter 20 à 30 jours plus tard. Dans ce cas, un test positif indiquera une phase aiguë en cours ou déjà en phase de régression. La recherche de ces anticorps est cependant compliquée, chère, les réactifs se détériorent vite, la sensibilité est basse et la majorité des services n'ont pas l'équipement nécessaire, d'autant plus que les kits distribués par l'ANVISA ou « Agência National de Vigilância Sanitaria » ne sont pas disponibles en quantité suffisante.

#### B) Tests réalisés lors de la phase chronique

La phase chronique de la maladie est caractérisée par des taux très bas de parasites circulants dans le sang impossible à détecter au microscope et par l'apparition d'anticorps IgG anti *T.cruzi*. Durant cette phase, les méthodes de diagnostic utilisées en laboratoire sont la sérologie conventionnelle (enzyme-linked immunosorbent assay-ELISA, Indirect Immunofluorescence IIF, Indirect Haemagglutination-IHA) et les méthodes de parasitologie indirecte (hémocultures, xéno-diagnostic), ces dernières ayant une basse sensibilité (20-50%) et étant donc peu utilisées pendant cette phase. (WHO 1991, Gomes 1997, Luquetti & Rassi 2000). Lors de la réalisation de tests sérologiques, les antigènes utilisés doivent respecter plusieurs critères : (a) présents dans les isolats de *T.cruzi* et absents dans les agents d'autres maladies infectieuses ; (b) hautement immunogéniques dans des populations d'origine génétique différente ; (c) stables lors des tests de reproductibilité (Zingales et al. 1990, Stolf 1992). Des résultats prometteurs sont par ailleurs obtenus avec la PCR, mais cette méthode coûteuse est seule réservée aux centres de recherche. Il est important de préciser qu'il peut y avoir confusion de *T.cruzi* avec *T.rangeli* Tejera, 1920. Ce dernier est un parasite non pathogène de la même famille des Trypanosomatidae (Euglenozoa, Kinetoplastidae) ayant une distribution géographique semblable à *T.cruzi* et portant des antigènes de surface similaires, cela pouvant porter à confusion lors des examens sérologiques ou des examens de sang directs (D'Alessandro, 1976).

### 1.4.3 Les traitements et le suivi

#### A) Forme aiguë de la maladie de Chagas

Après confirmation du cas aigu et de manière la plus précoce possible, un traitement au Benznidazole (Rochagan) peut réduire ces symptômes en abaissant la charge parasitaire. Ce traitement se présente sous la forme de comprimés et doit se prendre deux fois par jour pendant 60 jours, en respectant la dose de 5mg/kg de poids corporel/jour pour les adultes et 10mg/kg/jour pour les enfants. Il est en général bien toléré par les enfants et on observe des problèmes digestifs chez 10 à 30% des adultes, plus rarement des

symptômes plus graves à la fin du traitement. Une autre molécule est disponible au Brésil, sous la forme du médicament Nifurtimox (Lampit) qui doit se prendre de la même façon que le Benznidazole, en respectant la dose de 8 à 12 mg/kg/jour. Il présente toutefois plus d'effets secondaires, présentés dans le tableau suivant :

<b>Symptôme</b>	<b>Benzonidazole</b>	<b>Nifurtimox</b>
Anorexie	++	+++
Céphalées	+	++
Dermatopathie	+++	+
Excitation psychique	-	+++
Gastralgie	+	+++
Insomnies	+	++
Nausées	++	+++
Perte de poids	+	+++
Poly-neuropathie	+	++
Vomissements	++	+++

*Tableau 4 : principales réactions secondaires observées durant le traitement spécifique de la maladie de Chagas (Source : Ministère de la Santé, 2004).*

Quel que soit le médicament utilisé, on observe toutefois 50% d'échecs chez les patients présentant des symptômes aigus de maladie de Chagas. Et bien que la charge parasitaire soit abaissée, les symptômes à long terme ne sont pas évités.

Concernant le suivi des patients traités pour une MCA, une sérologie est effectuée périodiquement, si cela est possible, ainsi que des électrocardiogrammes et des radios du thorax. Le diagnostic d'échec thérapeutique est établi au bout de cinq ans si les examens sérologiques sont toujours positifs. Dans le cas des transmissions congénitales, d'autres examens peuvent être effectués tels que des examens neurologiques et des radios du crâne.

#### B) Forme congénitale

En cas de résultats positifs sur un nouveau-né, un traitement étiologique immédiat est administré (identique à celui de la MCA). Une sérologie est répétée entre le 6<sup>ème</sup> et le 9<sup>ème</sup> mois après la naissance. En cas de séropositivité, un traitement spécifique est nécessaire. La mère infectée doit quant à elle être accompagnée pendant toute la grossesse.

#### C) Forme cardiaque

Des médicaments classiques de traitement des problèmes cardiaques peuvent être administrés, par exemple pour traiter les arythmies (béta-bloquants) et pour limiter la synthèse de l'aldostérone (hormone sécrétée par les glandes surrénaliennes dont l'hypersécrétion induit une baisse du taux de potassium et une hypertension artérielle souvent sévère).



Des conseils sont également promulgués au patient afin de limiter les problèmes cardiaques : diète en cas de surpoids, consommation limitée de sel, pas de consommation d'alcool, activité physique, vaccination contre la grippe et contre la pneumonie pour les cas les plus graves.

#### D) Forme digestive

Le traitement peut être clinique avec l'administration de médicaments (Nifédipine, di-nitrate d'iso-sorbitol, toxine botulinique pour relâcher le sphincter inférieur de l'œsophage par exemple) accompagnée de recommandations nutritionnelles et hygiéniques, chirurgical (dilatation par sonde, extraction du fécalome).

#### E) Forme indéterminée

Une vigilance est recommandée ainsi que des examens annuels. L'individu doit être informé, notamment en termes d'interdiction de donner son sang et ses organes. Les traitements de maladies chroniques et dégénératives ne doivent pas être négligés. Le risque chirurgical doit aussi être pris en considération, ainsi que le risque de transmission sexuelle, congénitale ou via le lait maternel.

Aujourd'hui, on connaît encore mal l'efficacité à long terme d'un traitement de la forme aiguë de la maladie de Chagas et sa mise en évidence récente en Amazonie brésilienne ainsi que sa complexité en termes environnementaux et épidémiologiques en font l'objet de beaucoup de réflexions et de recherches de la part des scientifiques et du gouvernement.

## **2 La maladie de Chagas aiguë, une nouvelle priorité pour le gouvernement brésilien**

L'attention du gouvernement brésilien a pendant des décennies été portée sur la zone endémique de la maladie de Chagas. C'est surtout l'émergence de micro-épidémies dans les régions du nord-ouest et du nord du Brésil qui a amené les autorités à réfléchir à des actions de lutte et de surveillance de la forme aiguë de la maladie. C'est donc en 2005 que le ministère de la santé élabore le « Consensus brésilien pour la maladie de Chagas », à l'origine de programmes spécifiques à la maladie de Chagas aiguë.

### **2.1 L'organisation du système de santé du Brésil**

#### **2.1.1 Un système centré sur le Système Unique de Santé**

L'organisation du système de santé brésilien est calqué sur son organisation administrative et comprend trois niveaux : (a) au niveau fédéral, le Ministère de la Santé coordonne le Système Unique de Santé<sup>4</sup>, (b) au niveau des états, les secrétariats de santé publique et (c) au niveau des municipalités, les secrétariats municipaux de santé. Comme au Brésil le système de santé est décentralisé, les états et les municipalités sont autonomes quant à la réalisation et la gestion des programmes de santé publique. Cela permet de répondre aux attentes spécifiques des populations, celles-ci étant très diversifiées au Brésil.

Le SUS<sup>5</sup> a été créé en 1988 afin de permettre à toute la population brésilienne d'avoir accès à un service public de santé. Il comprend les postes de santé, les hôpitaux, les universités, les laboratoires, les banques de sang, les services de la surveillance sanitaire, épidémiologique et environnementale et des instituts de recherche comme le réseau des instituts de la FIOCRUZ dont l'exemple le plus connu est celui de la ville de Rio de Janeiro (l'Institut Oswaldo Cruz). Le SUS a la charge, tous les quatre ans, d'organiser des conférences de santé à toutes les échelles du pays (fédérale, départementales et municipales) qui permettent à tous les acteurs du système de santé (population, professionnels de santé, chercheurs, politiques...) d'émettre leurs réflexions sur le fonctionnement du système et sur les actions à mettre en place. Un rapport final reprend les conclusions partagées par tous les acteurs et est l'outil de référence dans la définition des politiques publiques des quatre prochaines années (cf. annexe 5).

Le Conseil National du Ministère de la Santé, administrateur national du SUS, formule les directives dans le financement, la coordination, le suivi et l'évaluation des actions mises

---

<sup>4</sup> SUS dans le texte

<sup>5</sup> [www.saude.gov.br](http://www.saude.gov.br)

en place. Avec la redéfinition des politiques de santé publique tous les 4 ans et l'approbation du Plan National de Santé, le Conseil National de Santé délibère, gère et accompagne les politiques publiques. Son département de la surveillance en santé qualifie les problématiques des maladies vectorielles comme celle de la maladie de Chagas. Celui-ci coordonne également la veille sanitaire, épidémiologique et environnementale. La FUNASA ou « Fundação Nacional de Saúde » est l'organe exécutif du ministère de la santé. Elle est entre autres responsable de la prévention et du contrôle des maladies et de la santé environnementale. L'ANVISA coordonne le système national de surveillance sanitaire en établissant des normes et en suivant les politiques et les actions menées dans ce cadre.

A l'échelle des Etats, les secrétariats de santé publique ont un rôle intermédiaire d'organisation, de gestion et d'évaluation des plans de santé. Ils suivent les directives du Ministère de la Santé et coordonnent les actions des municipalités tout en leur offrant un appui en termes d'infrastructure et de moyens techniques et humains.

A l'échelle locale, les municipalités sont les principales responsables des services sanitaires offerts à la population. Le Pacte pour la Santé de 2006 leur donne toute latitude pour la gestion des actions et des services de santé offerts sur leur territoire. Elles garantissent l'attention primaire et les soins de moyenne complexité, en sachant qu'un réseau existe entre les différents centres de soins qui permet de répondre à tous les besoins des individus.

Le SUS s'accompagne d'un système informatisé de recueil d'informations en santé, le DATASUS. On y trouve un grand nombre de données comme des indicateurs de santé ou des informations sur le réseau de soins. Son objectif principal est d'analyser la situation sanitaire du pays à partir de ces données et de participer à l'élaboration de programmes d'action, mais il semble que les problèmes de gestion existant au sein du DATASUS limitent son intervention.

### **2.1.2 Un réseau de laboratoires hiérarchisé**

Le SISLAB ou « Système national de laboratoires de santé publique » est un grand réseau national de laboratoires organisé en sous-réseaux, chacun d'entre eux ayant une spécialité différente : la surveillance épidémiologique, la surveillance environnementale en santé, la vigilance sanitaire et l'assistance médicale de haute complexité. Ces sous-réseaux sont eux-mêmes organisés suivant les différentes échelles du pays : on trouve ainsi des laboratoires nationaux, régionaux, étatiques, municipaux et locaux. A l'échelle de chaque état, on trouve en particulier le LACEN, le réseau de laboratoires centraux de santé publique, qui a un rôle central dans le contrôle de la maladie de Chagas en Amazonie (Ministère de la santé, 2005)

## 2.2 De la lutte contre *Triatoma infestans* à un programme global de contrôle

### 2.2.1 Le contrôle de la transmission vectorielle de la maladie de Chagas

La première campagne de lutte anti-vectorielle contre la maladie de Chagas a été menée entre 1950 et 1951 par le Serviço Nacional de Malária, dans les états de São Paulo et du Minas Gerais. Jusqu'en 1975, cette lutte a été menée avec plus ou moins de régularité, la maladie de Chagas ne représentant pas, à cette époque, une priorité pour le pays par rapport à d'autres maladies endémiques. En 1975, un investissement financier et technique de l'Etat ainsi que la réalisation de deux enquêtes nationales permirent l'intensification des actions de contrôle.

Le principe était alors de traiter chimiquement et durablement des aires contiguës en élargissant progressivement le périmètre d'action (utilisation semestrielle de l'insecticide hexa-chlorobenzène). On distinguait une phase préparatoire (reconnaissance géographique et recherche active de vecteurs), une phase d'attaque (combat chimique extensif et intensif des vecteurs à raison de plusieurs applications d'insecticide dans le temps) et une phase de surveillance entomologique lorsque l'infestation était réduite à 5% ou moins, les domiciles identifiés de nouveau comme positifs étant à nouveau traités à l'insecticide (MS, 1980).

En 1978, 60% de la zone considérée comme endémique avait été traitée, soit le territoire de 1113 municipalités dans 13 états. La capture d'environ 1000 triatomines domiciliées permit de montrer que *P. megistus* était l'espèce ayant la dispersion la plus grande (identifiée dans 618 municipalités), suivie de *T. infestans* (identifiée dans 410 municipalités). *T. infestans* avait cependant un plus fort taux d'infection (8% des insectes testés étaient infectés par *T. cruzi*). En 1983, avec la création d'un nouveau fond d'investissement social (FINSOCIAL, loi du 25 mai 1982), le programme de contrôle de la maladie de Chagas fut étendu à toute la zone à risque de transmission vectorielle.

En juin 1991, les Ministères de la Santé des pays du Cône Sud (Argentine, Bolivie, Brésil, Chili, Paraguay et Uruguay) créèrent la commission intergouvernementale pour la maladie de Chagas avec l'appui de l'Organisation Panaméricaine de la santé et de l'Organisation Mondiale de la Santé (OPAS/OMS). Il fut proposé un plan d'action pour l'élimination de l'infestation domiciliaire de *T. infestans* et l'interruption de la transmission de *T. cruzi* par transfusion sanguine. Cela donna l'opportunité au Brésil de contribuer à la lutte contre la maladie de Chagas à l'échelle de l'Amérique Latine, avec l'utilisation des résultats obtenus dans l'état de Sao Paulo en particulier. Comme l'éradication partielle de la maladie et la décentralisation de la santé commençaient à influencer sur les priorités du gouvernement, ce dernier se désengageant peu à peu, les actions au niveau national

parent être consolidées (Oficina Sanitaria Panamericana, 1992). Les facteurs économiques et sociaux ont aussi joué un rôle important dans cette lutte, la population urbaine ayant fortement augmenté, passant de 36% de la population en 1950 à 80% aujourd'hui. Le PIB a quadruplé en l'espace de 40 ans et cela s'est vérifié dans la réduction progressive des maisons rurales de mauvaise qualité à la suite des migrations vers les villes, surtout dans les régions sud du pays, les plus industrialisées.

En 1996, un programme de contrôle de la maladie de Chagas fut mis en place dans le cadre du SUS et du DATASUS à l'échelle du pays (PCDCh ou « Programa de Controle da Doença de Chagas »). Ce programme surtout destiné au contrôle vectoriel de la maladie de Chagas dans les zones endémiques (PETi ou « Programa d'Eliminação de *T. infestans* ») est encore en cours aujourd'hui. Il supervise les actions des municipalités, ces dernières ayant une totale autonomie du fait de la décentralisation en cours et travaillant donc de façon différente selon leurs intérêts, les moyens techniques et financiers et l'importance du problème dans la localité. (MS 1996, Vinhaes et al, 2003). La supervision du Ministère de la Santé concerne surtout l'activité des PITs ou « Postes d'Information des Triatomines », une stratégie importante du PCDCh. Un PIT est un local où la population peut apporter des insectes suspects. Ces derniers sont transmis au laboratoire de référence pour y être examinés et en cas de résultat positif, des campagnes de recherche active et de désinsectisation dans les milieux domiciliaire et péri-domiciliaire sont menées. Cette surveillance passive s'accompagne de campagnes d'éducation de la population et des acteurs de santé. Le réseau des PITs en place dépend une fois encore de la municipalité et est bien implanté dans la zone endémique du Brésil (Bedin et al, 2011).

En 2006, les résultats obtenus au Brésil furent présentés à la Commission Intergouvernementale des Pays du Cône Sud et l'OPAS/OMS qui décrétèrent l'interruption de la transmission par *T. infestans* dans la plupart des états où il était présent (PAHO, 2007). Quelques foyers subsistaient encore mais il fut considéré que la transmission était improbable vue la très faible infestation et densité des populations de vecteurs existantes. En 2007, seuls quelques foyers résiduels de *T. infestans* ont été répertoriés dans deux états du Brésil (Bahia et Rio Grande do Sul), avec seulement 13 municipalités infestées et environ 200 exemplaires d'insectes capturés (MS, SVS). La figure 1 de l'annexe 6 permet de voir la diminution de l'aire de dispersion de *T. infestans* entre 1975 et 2005.

Le programme de contrôle de la transmission vectorielle de la maladie de Chagas est aujourd'hui bien circonscrit. On considère que la transmission vectorielle est résiduelle malgré quelques tendances d'invasion et de la colonisation d'autres espèces de

triatomines, *T.sordida* par exemple (Silveira et al, 1993). Mais, l'émergence d'autres espèces sylvestres est également observée, comme *T. rubrovaria* (figure 2, annexe 6) et *P.lutzi*, ce dernier présentant un taux élevé d'infection naturelle à *T.cruzi* (Silveira et al, 1984). Par ailleurs, De nouvelles espèces péri-domiciliaires et domiciliaires sont également répertoriées, comme *T.brasiliensis*, *T.pseudomaculata*, *T. tibiamaculata*, *T.melanocephala*, *R. pictipes*, *R. neglectus*, *R. nasutus* et *P. geniculatus* ; certaines de ces espèces ont été davantage capturées que *T.infestans* entre 2004 et 2008 et présentent un risque élevé d'infestation dans certaines municipalités, surtout dans les favelas et les zones péri-urbaines où les indicateurs économiques et sociaux sont encore bas et l'insalubrité bien présente (SVS, MS).

## 2.2.2 Un changement de priorité dans la lutte contre la maladie de Chagas

### A) Le consensus brésilien de 2005

Ce consensus (MS, 2005) marque la transition entre le contrôle de la maladie de Chagas dans la zone endémique et la nouvelle attention donnée à l'émergence de la pathologie dans la région amazonienne.

Trois zones géographiques ou espaces éco-épidémiologiques sont ainsi différenciées :

- L'aire traditionnellement considérée comme endémique.
- L'aire amazonienne, originellement considérée indemne de la maladie de Chagas, où on observe aujourd'hui des mécanismes de transmission, quelques-uns étant différents de celui de la zone endémique, car il peut exister une transmission sans domiciliation comme cela a été exposé dans la première partie.
- Une aire de transition où coexistent les deux scénarios (cf. annexe 6, figures 3 et 4).

Dans la région amazonienne, du fait de la quasi-absence de domiciliation des vecteurs, les autorités gouvernementales recommandent la mise en place d'un système de surveillance différent de celui des zones originellement à risque (à charge des états).

Il est ainsi recommandé :

- Une détection et une prise en charge des cas via le système de surveillance du paludisme (banques de sang entre autres<sup>6</sup>).
- Une identification et une cartographie des marqueurs environnementaux à partir de l'identification des biotopes préférentiels des différentes espèces de vecteurs en Amazonie. Cela n'a pas encore été mis en pratique.

---

<sup>6</sup> Au Brésil, à peine 1,5% de la population donne son sang, dont 75% appartiennent aux catégories socio-économiques les plus basses.

- Le suivi d'un modèle d'investigation des cas de maladie de Chagas, avec des investigations clinique, épidémiologique et entomologique. Cela a été mis en place dans le cadre du plan du Pará qui sera développé dans le 3)a).

#### B) Une maladie à déclaration obligatoire depuis 2005

Les cas de maladie de Chagas aiguë sont à notification obligatoire dans le SINAN ou « Sistema de Informação de Agravos de Notificação » depuis l'ordonnance 33/2005 de juillet 2005 du Secrétariat de Vigilance en Santé (cf. Annexe 7). La forme chronique de la maladie n'est pas à notifier (n'ayant pas d'intérêt en termes de surveillance et de gestion pour le gouvernement).

Selon cette ordonnance, un cas aigu est défini comme « un individu dans la période initiale de la maladie, symptomatique ou asymptomatique, avec une parasitémie et une voie de pénétration démontrée ou non ». Pour le bénéfice de la collectivité, la notification doit être faite le plus précocement possible pour permettre une investigation épidémiologique rapide et une éventuelle découverte d'autres cas, afin de détecter et de bloquer le mécanisme de transmission impliqué. Selon le document du Ministère de la santé, les procédures doivent être simples et aptes à être utilisées dans les plus petites municipalités. Les cas cliniques les plus suggestifs doivent être envoyés vers des unités plus équipées. La difficulté dans la pratique résulte dans la compréhension et la distinction des formes aiguës et chroniques de la maladie qui demandent des approches cliniques et épidémiologiques différentes. L'existence prouvée d'une parasitémie est la condition fondamentale à être observée. Un manuel pratique destiné aux médecins et autorités de santé donne les concepts et les procédures encadrant la MCA, déjà abordées dans la première partie.

## 2.3 Les systèmes actuels de contrôle et de surveillance de la maladie de Chagas aiguë

### 2.3.1 L'exemple du Plan de l'état du Pará

C'est à partir du consensus de 2005 qu'un plan de surveillance et de contrôle de la MCA a été mis en place dans l'état du Pará. Initié en 2006, ce plan a été élaboré par l'institut Evandro Chagas (IEC), qui en a établi les grandes lignes, le Ministère de la santé et le secrétariat de santé publique de l'état du Para (SESPA) l'ayant adapté à la région. C'est à l'origine l'épidémie de maladie de Chagas de Santa Catarina<sup>7</sup> qui a entraîné une prise de conscience des autorités et l'élaboration d'un plan d'urgence. Son objectif général est de

<sup>7</sup> En 2005, 24 personnes ont été contaminées et trois sont décédées à la suite de la consommation de jus de sucre de canne infecté par *T. cruzi*.

contrôler la MCA dans l'état du Para et plus spécifiquement réduire l'occurrence des cas de MCA, assurer le diagnostic, le traitement adéquat et le suivi des patients, diminuer l'exposition au risque pour la transmission vectorielle, diminuer le risque de transmission orale par les aliments et réduire la létalité. Ce plan, qui se veut intégrateur et interdisciplinaire, a plusieurs axes d'intervention qui ont été mis en place de novembre 2007 à décembre 2009 dans 86 municipalités sélectionnées pour la présence de production d'açaï et l'occurrence de MCA : surveillance épidémiologique, clinique de laboratoire, sanitaire, environnementale et entomologique, soins primaires et complexes, éducation en santé et mobilisation sociale (cf. Annexe 8).

Ce plan a permis une augmentation de la surveillance des cas, celle-ci restant fortement liée aux actualités de la région. Sur le graphique suivant, la baisse de la notification de 2008 correspond à une période d'élections et la hausse de la notification l'année suivante correspond au centenaire de la découverte de la maladie de Chagas, qui a entraînée un développement du plan et donc probablement une meilleure surveillance.

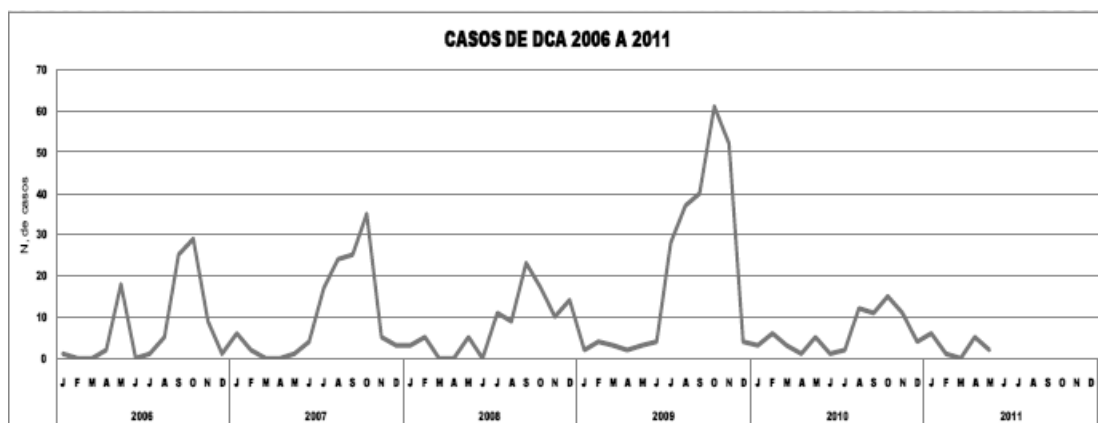


Figure 6 : Cas cliniques de maladie de Chagas aiguë de 2006 à 2011 (Source: Groupe technique Chagas SESPA, IEC, SVS, MS (juin 2011))

D'un budget de 4 millions d'euros pour l'ensemble de l'état, le plan a mobilisé plusieurs institutions du Brésil dans sa conception et réalisation : la SESPA, le SIPAM, l'UNICAMP, le secrétariat municipal de santé de Belém, le département de surveillance sanitaire du ministère de la santé, l'ANVISA, l'IEC de Belém et la FIOCRUZ. Des projets de recherche ont également été lancés dans plusieurs thématiques (annexe).



### **2.3.2 Les plans et les recommandations à l'échelle internationale**

En 2004, les pays de la région amazonienne (Bolivie, Brésil, Colombie, Equateur, France (Guyane), Guyana, Pérou, Surinam et Venezuela) ont créé l'initiative intergouvernementale de surveillance et prévention de la maladie de Chagas en Amazonie (le réseau AMCHA), avec comme objectif général de prévenir dans la région amazonienne l'établissement d'une transmission vectorielle à grande échelle de la maladie de Chagas. Plus spécifiquement, il était alors prévu d'implanter un système de surveillance épidémiologique régulier, de développer des méthodes de contrôle ajustées aux mécanismes de transmission spécifiques de l'Amazonie et de produire de nouvelles connaissances sur l'épidémiologie de la maladie dans la région. Une structure a alors été créée, avec une Commission Intergouvernementale (CI) se réunissant annuellement, un secrétariat technique (ST) à charge de l'OPS/OMS et un Groupe de Coordination Technique Exécutif (CGTE). Plusieurs réunions se sont alors succédées en 2005 et 2006 (OPS, 2004, 2005 et 2006) et au Brésil, un guide a été créé en 2009 à destination de l'ensemble de la région amazonienne (Guide pour la surveillance, la prévention, le contrôle et la gestion clinique de la maladie de Chagas aiguë transmise par les aliments, PAHO, 2009). Ce guide est destiné aux acteurs de santé travaillant dans des zones d'accès difficile de l'Amazonie et donne dans un premier temps des conseils en termes de reconnaissance de cas, de diagnostic et de traitement des cas de MCA après une contamination orale. Sont donnés, dans un deuxième temps, des objectifs en termes de surveillance épidémiologique et de prévention.

A l'heure actuelle, la maladie de Chagas aiguë dans la région amazonienne a fait l'objet d'un certain nombre de recommandations, tant à l'échelle internationale qu'à l'échelle du Ministère de la Santé brésilien. Au Brésil, seul l'état du Pará a réellement mis en place un programme de contrôle intersectoriel de la maladie de Chagas aiguë et le grand nombre de cas observés dans cet état tient peut-être du fait que l'on y trouve la population la plus importante - 30% de la population totale de la région amazonienne - et des outils de surveillance relativement développés par rapport aux autres états de l'Amazonie Légale.

### 3 Contexte du mémoire et méthodologie adoptée

L'objectif de ce travail est de proposer au programme PLUPH et à leurs institutions collaboratrices<sup>8</sup> un modèle conceptuel de surveillance et d'alerte pour la maladie de Chagas en Amazonie brésilienne en se fondant sur les concepts identifiés et définis par l'ingénieur Ricardo de Gainza, responsable de l'entreprise Pertina en collaboration avec le Dr Christine Romaña, MCU de l'Université Paris Descartes

#### 3.1 La région du fleuve Tapajós et le PLUPH

Le projet PLUPH est l'un des 14 projets financés par le programme Teasdale-Corti de l'Initiative de Recherche en Santé globale (CRDI-IRSC-CRSH). Il est né de la fusion du projet CARUSO (un partenariat entre l'UQAM et les institutions scientifiques brésiliennes sur le problème du mercure dans la région du Tapajós), et les projets Roverta<sup>9</sup> 1 et 2 et EDCTA<sup>10</sup> menés en Colombie, à Panama et au Brésil par le CNRS et l'IRD respectivement sur la maladie de Chagas. L'objectif général du PLUPH est de développer des modes de concertation interdisciplinaires et intersectoriels en santé environnementale entre les chercheurs et les acteurs clés pour l'Amazonie afin de définir des plans d'action intégrés et envisager les moyens de les mettre en œuvre. Une action majeure de ce projet a été d'introduire la santé comme levier pour une révision des pratiques agricoles courantes, préjudiciables pour la santé, pour que les populations locales sachent mieux cultiver leurs terres et diversifier leur production.

C'est dans la région du Bas Tapajós dans l'est du Pará que se déroulent les activités de recherche et d'intervention du projet PLUPH depuis une quinzaine d'années. La colonisation dans cette région a commencé il y a des siècles, mais s'est récemment intensifiée avec l'ouverture de la transamazonienne et la construction de la route Santarém-Cuiabá (BR163) à partir des années 70. L'augmentation de la population a été notable à Itaituba par exemple, où elle est passée de 15 000 habitants en 1970 (Walker et al, 1997) à presque 100000 habitants aujourd'hui (IGBE). La plupart des nouveaux habitants ont émigré des états du nord-est du Brésil (Maranhão, Piauí, Ceará) et se sont installés comme petits agriculteurs, en sachant qu'aujourd'hui la plupart d'entre eux occupent toujours leurs terres de manière illégale, ce qui amène l'INCRA à résoudre une

---

<sup>8</sup> Ministère de la santé, Ministère du développement agricole, EMBRAPA, INCRA, OTCA, IRD, UnB (Brasília, Brésil), UQAM (Montréal, Canada).

<sup>9</sup> Roverta : Vers des réseaux d'observatoires de vigilance éco-épidémiologique régionale de la trypanosomose américaine (Laboratoire de géographie physique du CNRS, resp. : Y. Thomas et CA Romaña).

<sup>10</sup> EDCTA : Ecologie du paysage, dynamique des agro-écosystèmes et complexes pathogènes ; le cas de la trypanosomose américaine au Brésil (UR 016 de l'IRD et Fiocruz de Rio de Janeiro, resp. : A.M. Jansen et L. Empereire).

complexe situation de régularisation. Les dispensaires des communautés les plus importantes disposent d'une ou deux infirmières mais les médecins ne font qu'occasionnellement des visites. Les soins primaires de santé sont assurés par un « agent de santé » choisi et formé souvent localement. On observe des différences notables d'accès aux soins entre les communautés (Mertens et al. 2005). Par exemple, les populations vivant à proximité du Tapajos bénéficient des services du bateau-hôpital de Saúde e Alegria, une organisation non gouvernementale basée à Santarém alors que la situation pour les communautés vivant pas en bordure du fleuve Amazone est bien plus problématique, celles-ci ayant à parcourir des très longues distances sur des routes en bien mauvais état et souvent impraticables pendant la saison des pluies pour atteindre le centre de santé le plus proche. Le projet PLUPH s'est attaché à considérer cette inégalité d'accès aux soins. Ainsi, la zone d'étude se résume à trois communautés qui sont localement situées en perpendiculaire du fleuve Tapajós: Sao Tomé, Araipá et Nova Estrela (annexe 9) et qui regroupent à elles trois une population de 500 personnes.

### **3.2 Le modèle conceptuel d'un système de surveillance et d'alerte en santé environnementale : concepts et méthodes des acteurs de Pertina**

Pertina a fait une expertise pour l'Institut de Veille Sanitaire en France ou InVs en 2011 en tant qu'institution partenaire de l'entreprise de conseil et d'études Pleinsens<sup>11</sup>. Le thème de cette expertise concernait les systèmes de surveillance et d'alerte pour 106 menaces environnementales que l'InVs avait identifié en France et une étude comparative avec d'autre pays comme l'Australie, les USA, certains pays de la Communauté Européenne et le Canada. A partir de ce travail d'identification effectué par Pertina d'un modèle conceptuel de système de surveillance et d'alerte, plusieurs concepts sont à rappeler :

#### **3.2.1 La situation d'exposition en santé environnementale**

Le modèle conceptuel du système de surveillance, tel que proposé par Pertina, se fonde principalement sur la caractérisation de ce qu'est une situation d'exposition. Cette situation conduit les populations humaines à « une exposition aiguë ou chronique à un ou plusieurs agents susceptibles d'engendrer des effets potentiels ou avérés sur la santé humaine » (référence INVS, rapport sur l'identification des menaces...). Elle résulte de la conjonction d'un aléa et d'une vulnérabilité. Un aléa est « la probabilité qu'un phénomène se produise en un point donné et provoque des effets d'une intensité donnée au cours d'une période déterminée » (Pertina, 2010) ; il exprime le couple « probabilité d'occurrence » *versus* « intensité des effets » ; il peut être spatialisé et cartographié.

---

<sup>11</sup> [www.pleinsens.fr](http://www.pleinsens.fr)

Autrement dit, un risque sanitaire environnemental est la conséquence de la mise en contact d'un danger (un aléa, d'origine environnementale au sens large) et d'une population donnée. Cette définition implique, dès lors, l'identification de plusieurs éléments :

- L'aléa, son territoire, ses sources, les agents, et leurs attributs ;
- La population humaine et ses attributs de vulnérabilité ;
- La situation d'exposition et ses attributs, schématisés par la figure 7.

L'ensemble de ces notions a abouti ainsi à la définition du concept d'anthroposystème : soit un « système interactif entre deux ensembles constitués par un ou des socio-système(s) et un ou des écosystème(s) naturel(s) ou artificialisé(s) s'inscrivant dans un espace géographique donné et évoluant avec le temps sous l'effet de facteurs externes et/ou internes au système. C'est un concept qui renvoie à une vision systémique et dynamique des interactions entre l'homme et les milieux. L'homme et son milieu sont appréhendés ainsi en tant qu'un ensemble d'éléments en interactions qui peuvent engendrer des aléas. On parlera alors d'«anthroposystème à risque. » (Pertina, 2010).

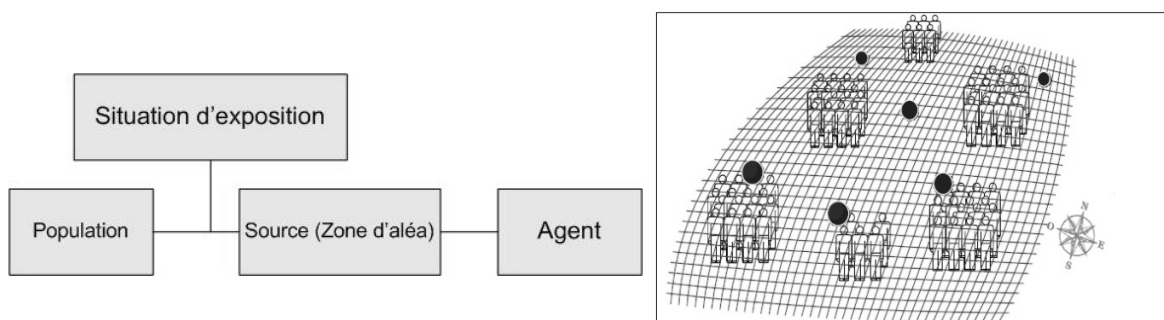


Figure 7 : La situation d'exposition et ses caractéristiques (Pertina, 2010)

Figure 8 : Anthroposystème à risque. On peut voir la répartition géographique des populations, des aléas, ainsi que les zones de contact aboutissant à l'émergence d'un risque (Pertina, 2010).

### 3.2.2 Pertina et le modèle conceptuel de l'action en santé publique

De manière générale, il est possible d'agir, par un dispositif de contrôle, sur l'anthroposystème, et donc sur ses constituants, les populations humaines et/ou l'environnement. Les actions entreprises sont alors sensées avoir une influence sur l'état de santé des populations et/ou de l'environnement ou plus généralement, de l'état général de l'anthroposystème.

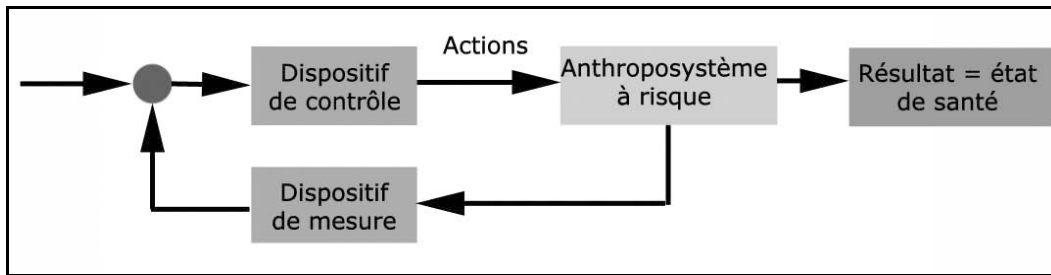


Figure 9 : Système de contrôle de la santé environnementale, boucle fermée (le cercle symbolise une comparaison : l'état du système est comparé à son état « idéal » et, en fonction du résultat de cette comparaison, le dispositif de contrôle est mis en œuvre ou non). (Pertina, 2010)

Il est donc nécessaire dans le cadre d'un système de surveillance en santé environnementale d'associer :

- Un dispositif de mesure qui permet de connaître chacun des deux éléments de l'anthroposystème (territoire et populations humaines)
- Un dispositif de contrôle constitué par l'ensemble des mesures susceptibles d'avoir une influence sur l'anthroposystème dans son ensemble ou sur chacun des éléments
- Un référentiel : c'est ce qui définit l'état « idéal » de l'anthroposystème, l'état vers lequel les actions issues du dispositif de contrôle sont sensées le mener.

Le schéma complété est :

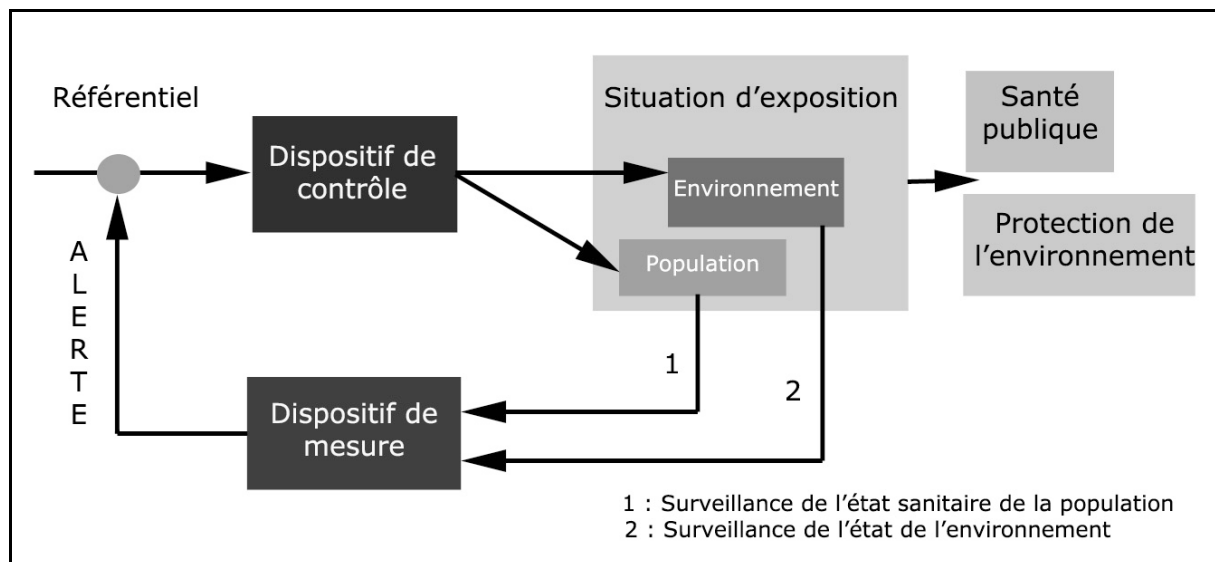


Figure 10 : Système d'alerte en santé environnementale modélisé comme un système de contrôle à boucle fermée d'une situation d'exposition (Pertina, 2010).

### 3.2.3 Pertina et le système de surveillance et d'alerte

Un système est un « ensemble d'éléments qui interagissent entre eux selon un certain nombre de principes ou règles. Un système est constitué par un ensemble de méthodes, de procédés organisés ou institutionnalisés pour assurer une fonction ». (Pertina, 2010).

La surveillance en santé publique est un « processus continu d'appréciation de l'état de santé d'une population et de ses déterminants par la collecte, l'analyse et l'interprétation des données à la fois sur la santé et l'environnement ainsi que leurs déterminants à l'échelle d'une population. » (Thacker et al, 1996). Des indicateurs sont collectés en routine et reflètent l'état de santé de la population.

Un système d'alerte est une composante d'un système de surveillance épidémiologique et environnemental qui vise à détecter le plus précocement possible tout événement sanitaire anormal associé à une menace pour la santé publique. Son objectif est de donner une réponse rapide sous forme de mesures de protection de santé de la population. Il s'agit ici plutôt de veille sanitaire ou vigilance.

Le système global, incluant surveillance et alerte, peut donc être formalisé de la façon suivante :

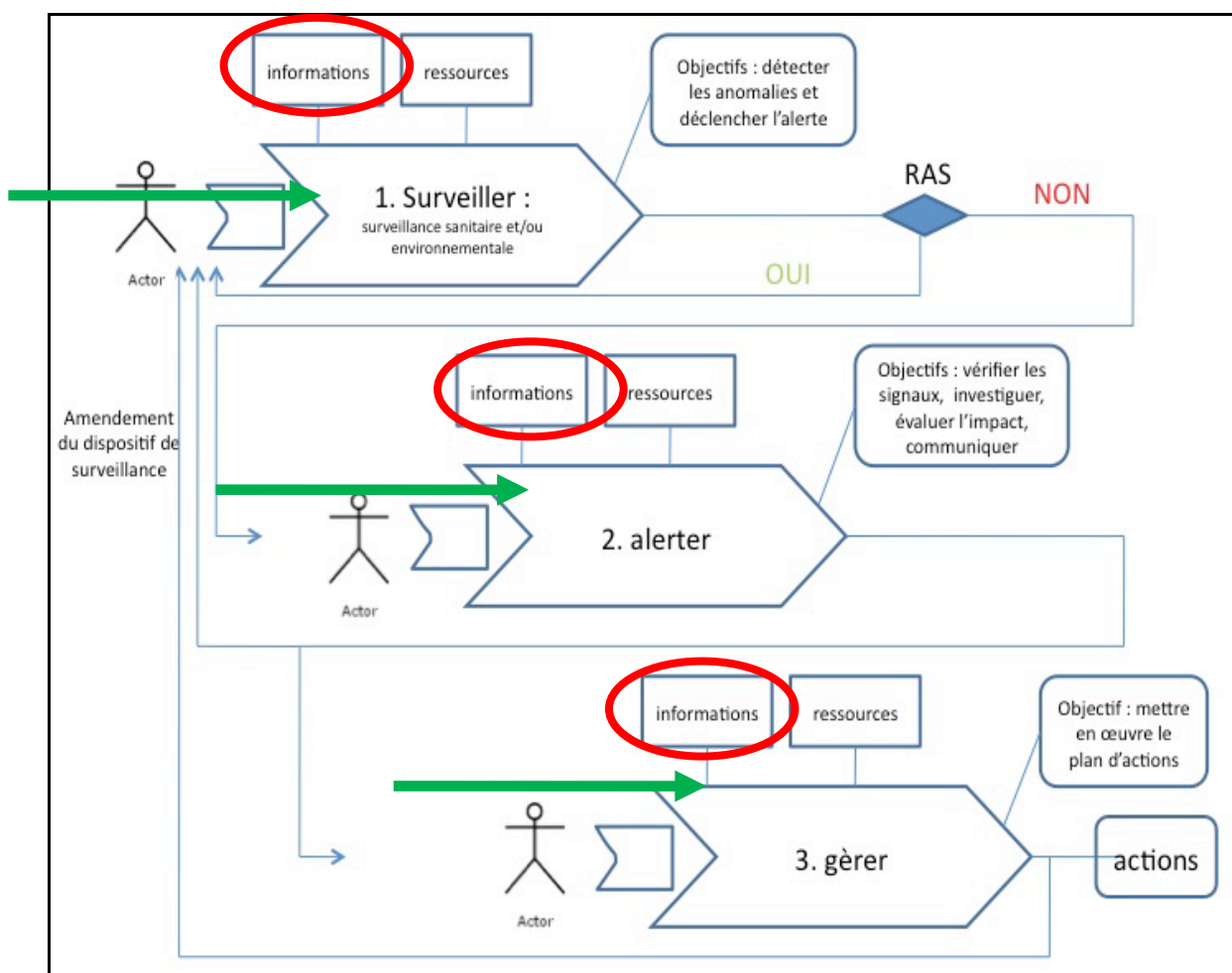


Figure 11 : Modèle de fonctionnement du système d'alerte et de surveillance dans lequel on a inclut d'autres éléments (les acteurs par exemple). L'action, à chaque étape, est déterminée par la comparaison, via des acteurs et des protocoles, entre des informations comprenant le référentiel (cercles), et des données reflétant l'état réel de l'anthroposystème (flèches).

Il est important de noter, à chaque niveau, l'existence d'un *feedback* vers l'entrée du schéma : ce *feedback* est en quelque sorte la mise à jour de la mesure de l'état réel de l'anthroposystème.

Dans cette optique, la surveillance et le contrôle de l'anthroposystème à risque d'après Pertina supposent :

- L'existence d'un consensus sur les états de santé et de maladie de la population avec une métrique associée au normal et au pathologique (le référentiel)
- L'identification des facteurs (variables) permettant de faire évoluer le dispositif afin de ramener le risque à des niveaux acceptables.
- L'existence d'outils adaptés pour ramener l'anthroposystème à la normalité (par exemple, des politiques publiques, mais aussi les moyens de les mettre en œuvre...)
- Une organisation politique et institutionnelle adaptée aux spécificités de l'aléa et de la vulnérabilité des populations en cause.

### 3.2.4 Application à la maladie de Chagas

En partant du modèle élaboré par Pertina, il s'agit de répondre à un certain nombre de familles de questions. Le modèle proposé pour sa mise en place devra donc y apporter des éléments de réponse.

<b>Caractérisation de la menace environnementale</b>	Quel est l'aléa dans la situation de la maladie de Chagas ?
	Comment peut-on spatialiser cet aléa ?
	Comment se définit la vulnérabilité des populations par rapport à ce risque ?
	Comment caractériser la situation d'exposition ?
<b>Caractérisation de l'anthroposystème</b>	Quels sont le/les socio-systèmes impliqués ?
	Quels sont le/les écosystèmes qui interviennent ?
	Quelle est précisément la zone géographique correspondante ?
	Quels sont les facteurs internes ou externes au système à prendre en compte ?
<b>Le modèle conceptuel du système</b>	Comment définir l'état « sain » de l'environnement, de la population, de l'anthroposystème ? Par quelles variables ?
	Quel est le lien entre l'état de l'environnement et l'état de santé des populations ?
	Quels indicateurs (sanitaires et environnementaux, biosurveillance, surveillance syndromique...) reflètent l'état de l'anthroposystème ? Comment les mesurer ?
	Comment évaluer quantitativement un écart entre le référentiel et l'état réel de l'anthroposystème ?
<b>Considérations pratiques</b>	Quels acteurs impliquer dans chaque étape du dispositif ?
	La surveillance : où précisément, quoi concrètement, qui s'en charge, comment et avec quels moyens, quand ?

	L'alerte, le signalement : qui s'en charge ? Pourquoi ? Comment et avec quels moyens ?
	La gestion : quelles institutions/agences ? Comment, avec quels moyens ? A quel moment, dans quels délais ? Qui sont les cibles ?

Tableau 5 : Questions principales à partir desquelles le modèle de système est construit.

### 3.3 Activités organisées en France et au Brésil et descriptions des outils utilisés pour la mise en place du modèle

Mes activités ont été effectuées de mai à septembre 2011, en France et au Brésil, (cf. annexe 10).

Après une phase de recherche bibliographique et de sensibilisation aux concepts de Pertina à Paris, une deuxième phase à Brasilia a été consacrée à la préparation et réalisation des entretiens. Des structures et des personnes ont été ciblées à partir de la bibliographie, des entretiens effectués avec les Professeurs Carlos Passos et Frédéric Mertens de l'Université de Brasilia et avec le Dr Christine Romana. Une lettre de présentation et de demande de rendez-vous leur a été envoyée afin de prendre un premier contact (cf. annexe 11). Dans le cas d'une réponse positive, un entretien était programmé, en sachant que les trois échelles du pays ont été étudiées (fédérale à Brasilia, étatique à Belém et municipale à Santarém). La liste des personnes interrogées et leur structure sont décrites en annexe (cf. annexe 12). Les questionnaires ont été préparés en parallèle cf. annexe 13). Chaque entretien était enregistré avec accord de la personne interrogée et un compte-rendu en portugais ainsi qu'un résumé en français ont été faits pour chacun d'entre eux (cf. annexe 14). Les informations recueillies au cours des entretiens ont été utilisées pour construire le modèle de système de surveillance et d'alerte, tant sur des considérations cliniques que sanitaires ou environnementales. On les retrouve essentiellement dans la cinquième partie du mémoire où le modèle est discuté et confronté à ce qui est déjà mis en place.

Les différents entretiens réalisés ont permis d'avoir une vue d'ensemble du problème de la maladie de Chagas aiguë en Amazonie brésilienne, tant à l'échelle fédérale qu'aux échelles de l'état et des municipalités. Le modèle présenté à l'issue de la quatrième partie constitue une proposition de surveillance et d'alerte pour cette problématique et pourrait s'appliquer directement dans la région du Tapajos dans le cadre du projet PLUPH, où des recherches sont déjà en cours pour tenter de mieux caractériser le risque de transmission de *T.cruzi*.



## 4 Un système de surveillance et d'alerte pour la maladie de Chagas en Amazonie brésilienne : le modèle conceptuel proposé

### 4.1 Premières étapes de la construction du modèle

#### 4.1.1 Caractérisation de la menace environnementale

##### A) Le territoire de l'aléa

L'aléa ou risque environnemental est la zone où circule naturellement le système épidémiologique, ce dernier étant complexe pour la maladie de Chagas. Il est constitué d'un nombre important de cycles mettant en jeu une diversité d'agents (populations de *T. cruzi*), d'insectes vecteurs (ex : genre *Rhodnius* ) et de réservoirs (ex : tatou, marsupiaux) dans plusieurs milieux donnés. De manière générale, le parasite *T. cruzi* circule entre les insectes et les réservoirs sans contact avec les humains. Mais le phénomène de la déforestation, par la modification des biotopes des insectes vecteurs et par la concentration de ces premiers près des habitations humaines, associé à la dispersion active par le vol des adultes, augmente le contact entre ce cycle sylvestre et les populations humaines. L'aléa peut donc être définie et cartographiée par la zone occupée par les biotopes, dans ce cas celui qui préoccupe davantage les chercheurs et les politiques, les palmiers du genre *Attalea* (cf. annexe 15).

##### B) Les sources de dispersion

Nous faisons ici référence aux sources de dispersion de l'agent et de contact avec les humains. Dans le cas de la maladie de Chagas, ces sources pourraient correspondre aux :

- Biotopes des insectes dispersés dans l'environnement. Un cas important est constitué par les palmiers, habitat naturel des triatomines du genre *Rhodnius* (Romana et al, 1999). Les individus peuvent être piqués s'ils se trouvent à proximité car les insectes, pendant leur dispersion naturelle, peuvent voler jusqu'aux habitations humaines et y pénétrer. Ils peuvent alors contaminer les animaux d'élevage et/ou l'Homme ainsi que les aliments qu'il fabrique.
- Animaux réservoirs du parasite qui sont chassés par les populations humaines. Celles-ci se contaminent lors du dépeçage des animaux ou de leur découpe par contact avec le sang. Il y a alors pénétration des parasites sanguins à travers les blessures pouvant être présentes sur les mains.

Si les biotopes des insectes sont stables dans l'environnement, il n'en est pas de même de la circulation des animaux. Il est donc plus facile de cartographier les biotopes que les animaux dans le cadre de l'aléa.

### C) Les populations humaines vulnérables

Les communautés étudiées par le projet PLUPH ont des origines différentes quant à l'usage et à l'occupation de la terre :

- Sao Tomé est une communauté installée au bord du fleuve depuis près de 100 ans dont la majeure partie de sa population provient du nord du pays. Les sources d'alimentation et de revenu sont essentiellement le poisson et les produits de l'agriculture ainsi que la pratique de l'extractivisme<sup>12</sup>. Araipá Lago est située sur une plaine d'inondation du Tapajós entre le fleuve et la transamazonienne et sa population provient à la fois de Sao Tomé et de Nova Estrela. C'est la communauté la plus récente des trois. La population présente le plus faible taux de scolarisation des trois communautés et la source d'alimentation et de revenu est aussi la pêche et l'agriculture.
- Enfin, la communauté de Nova Estrela s'est créée à l'époque de la construction de la route il y a une vingtaine d'années. La majorité de ses habitants proviennent de la région nord-est du Brésil et le niveau de scolarisation y est bas également. La pêche a moins d'importance et c'est surtout l'agriculture qui est pratiquée pour la consommation et la vente (Valadao L, 2009).

#### 4.1.2 Caractérisation de l'anthroposystème

- Socio-systèmes impliqués : les populations rurales isolées vivant de la pêche et des ressources sylvestres essentiellement, avec le fleuve ou la route comme seuls moyens de communication ou des populations humaines urbaines et périurbaines (Romana et al, 2003).
- Ecosystèmes qui interviennent : forêts secondaires, pâturages avec et sans palmiers, bosquets de forêts secondaires avec palmiers, zones de culture, zones de jachères de différentes années, sols nus par des phénomènes d'érosion, forêts, galeries, zones urbanisées.
- Zone géographique correspondante : zone étudiée par le projet PLUPH et de manière plus large l'ensemble de la région amazonienne qui possède les caractéristiques des socio-systèmes et écosystèmes précités.

Un schéma global de l'anthroposystème à risque est représenté sur l'annexe 16.

#### 4.1.3 Caractérisation du risque et de la situation d'exposition

On peut caractériser une situation d'exposition principale : la proximité des habitations aux biotopes des insectes, en particulier aux palmiers dont les caractéristiques physiques

---

<sup>12</sup> Cueillette à des fins commerciales de ressources naturelles non ligneuses de la forêt (fruits). Ce mot désigne avant tout une activité spécifique de l'Amazonie brésilienne où les produits de la forêt tiennent une place importante dans l'économie (francisation du portugais *extractivismo*).

et leur densité sont des facteurs pouvant prédire qu'ils abritent des insectes et qu'ils sont à l'origine d'un risque de contamination par voie vectorielle ou orale. De façon dépendante, la proximité des aliments frais ou préparés de la source d'où se dispersent les insectes constitue un risque de contamination par voie orale. Enfin de manière secondaire, les contacts sanguins avec des individus infectés constituent un risque de contamination interhumaine. Un schéma global de la situation d'exposition est représenté sur l'annexe 17.

Le risque global est alors un système complexe de déterminants biologiques et sociaux :

#### 1-Attributs de l'environnement

Variables du milieu	
Habitats et lieux de vie	Dans les zones rurales, les maisons ont une architecture très simple avec de nombreuses ouvertures souvent sans moustiquaires. Les triatomines adultes sont attirées par l'éclairage électrique et en volant du milieu naturel ou des maisons adjacentes elles peuvent se mettre en contact avec les populations humaines ou la nourriture.
Environnement péri-domiciliaire	A proximité des maisons, on peut trouver des biotopes comme les palmiers, des élevages et des cultures qui peuvent être aussi contaminés.
Forêt	Il peut y avoir contact entre des vecteurs/réservoirs sauvages et l'Homme lors d'activités dans la forêt (chasse, recherches, tourisme...).
Variables climatiques	
Saisonnalité	Il y a plus de cas entre août et décembre, les mois les plus chauds en Amazonie où on observe plus d'activité vectorielle des insectes adultes et augmentation de la population de nymphes.
Influence du climat	La fluctuation résiduelle de la MCA orale est précédée par une augmentation de l'oscillation sud d'El Niño. Des recherches ont avancé l'hypothèse que le cycle reproductif des triatomines ou le comportement des réservoirs entrant dans le cycle a une rotation de 5 ans. Il serait intéressant d'explorer les relations entre les phénomènes climatiques et l'incidence de la transmission de la maladie de Chagas, en déterminant les variations dans le temps des populations naturelles de vecteurs ainsi que les vagues de migration des réservoirs/vecteurs dans les zones infectées (Barbosa, 2009). Pour cela il faudrait mettre en place des observatoires qui suivraient la dynamique des populations des insectes sachant que ceci est difficile car ces insectes ont une dynamique de population extrêmement lente tout au long de l'année avec très peu d'individus par biotope (Romaña C. A., communication personnelle).
Variables épidémiologiques	
Agent pathogène	Caractéristiques génétiques, virulence et pathogénicité. Des études sont en cours à ce sujet avec différentes équipes brésiliennes et françaises.

Vecteurs et réservoirs

La grande diversité des réservoirs et des vecteurs sauvages de *T. cruzi* maintient des cycles de transmission sylvestres intenses dans la région (Aguilar, 2007). Des études sont en cours sur des nouveaux outils moléculaires qui permettent de connaître sur quelles espèces de mammifères les insectes se nourrissent et quels sont les réservoirs les plus fréquents du parasite.

## 2- Attributs de la vulnérabilité des populations humaines

Variables démographiques	
Age	On observe plus de cas chez les enfants qui passent le plus de temps à l'intérieur des maisons et sont exposés au contact des insectes qui s'y introduisent.
Immigration	Influence de l'immigration intense des zones endémiques avec une possible introduction de parasites et des vecteurs (Aguilar, 2007).
Densité de population	Les densités de population élevées à proximité de palmiers augmentent le risque. C'est le cas donc, dans les régions périuraines comme celles des grandes villes comme Belem, Santarem ou Itaituba (état de Pará).
Variables éthologiques	
Déforestation	On observe dans la région amazonienne une déforestation incontrôlée avec une transformation du paysage (Romaña, 200 ??; Aguilar, 2007), qui conduisent au développement des biotopes naturels des vecteurs (palmiers).
Prédation de la faune sauvage	La chasse augmente le risque d'infection humaine, les triatomines trouvant moins d'animaux pour se nourrir et piquant alors les humains (Teixeira et al, 2009) ou la faune sauvage étant davantage infectée.
Production et consommation d'aliments à risque	Extraction des jus à partir de fruits des palmiers de la forêt sans détruire les espèces végétales (activités extractivistes). Comme ils nettoient souvent autour des plantes pour stimuler leur développement et avoir davantage de fruits, les palmiers <i>Attalea</i> poussent autour, en profitant de leur caractéristique héliophiles et c'est à partir de ce biotope que les insectes se dispersent autour et contaminent les grappes de fruits (Comm. Personnelle, Romaña CA). Conditions sanitaires des modes de préparation avec arrivée des insectes infectés dans les aliments (açai, bacaba...)
Attributs des politiques publiques	
Système de santé de la région	Présence de médecins, de centres de soins, de moyens techniques...mais les populations isolées n'ont souvent pas accès à un service de qualité.
Lutte anti-vectorielle	La lutte au moyen d'insecticides est inefficace et inexistante en Amazonie et le réseau des PITs est encore inexistant en Amazonie.
Education en santé-environnement	Il existe des campagnes d'information (TV, journaux, conférences...). Cependant, la connaissance du vecteur par les populations est variable, ainsi que leur participation au repérage et à l'identification des triatomines ; manque d'éducation dans les zones isolées.

Tableau 6 : Caractéristiques de la situation d'exposition des populations humaines à la maladie de Chagas en Amazonie

## 4.2 Vers un état idéal de l'anthroposystème

### 4.2.1 L'état idéal et non idéal, le consensus

Un état idéal signifierait qu'on n'observe aucun nouveau cas de maladie de Chagas et que tous les facteurs de risque énoncés précédemment soient à 0, c'est à dire :

- Maisons bien isolées de l'extérieur, véritable barrage aux insectes.
- Préparation des aliments dans des situations sanitaires correctes (ex : des contenants protégés hermétiques à l'air.
- Absence de palmiers à proximité des habitations ou taille régulière des arbres pour empêcher leur infestation par des triatomines et des réservoirs infectés.
- Consommation d'aliments manipulés et transformés avec des pratiques conforme au respect de l'hygiène (açai et autres jus pasteurisés, viande bien cuite).
- Pas de déforestation anarchique et d'utilisation non contrôlée des ressources naturelles.
- Contrôle efficace des donneurs de sang et d'organes.
- Réseau efficace de médecins pour la détection, le traitement et l'accompagnement des patients à long terme.
- Recherches régulières de triatomines dans les maisons et dans l'environnement péri-domiciliaire, identification et tests d'infectiosité dans des structures adaptées.
- Education en santé environnementale adaptée et régulière.

La définition d'un état non-idéal amène à des consensus. Il s'agit donc d'établir des seuils de risques à partir desquels on considèrerait que la population n'est plus dans un bon état de santé.

Proposition de seuil	Limite
Présence d'au moins un palmier à moins de 600 mètres des habitations (études en cours, comm. personnelle Romaña CA)	Nécessité de définir un palmier en termes de conformation ou d'un indice de probabilité permettant d'estimer la présence et la densité des insectes dans sa couronne à partir de données botaniques (hauteur, diamètre au niveau de la poitrine ou DAP, largeur ou hauteur de la couronne, nombre de feuilles, largeur du pétiole (études en cours, Romaña CA)
Présence d'ouvertures non hermétiques et/ou de lumière électrique dans les habitations humaines	C'est le cas de presque toutes les habitations en Amazonie. Nécessité d'essais avec la mise en place de moustiquaires aux fenêtres et aux portes ou dans les lits.
Présence d'au moins un animal infecté dans l'environnement péri-domiciliaire (animal sauvage ou d'élevage)	Ce repérage est très difficile à mettre en œuvre sinon par des études de bio-surveillance sur les animaux d'élevage. Pratiquement tous les mammifères sauvages sont infectés...

Présence d'au moins une triatomine (infectée ou non) dans l'environnement domestique ou péri-domiciliaire	Nécessité de campagnes d'information et éducation chez les enfants dans les écoles et de formation de certains leaders dans les communautés éloignées.
Présence d'un service de santé/médecin à moins de 2 heures de bateau/de marche/de voiture	C'est le cas de beaucoup de communautés en Amazonie.

Tableau 7 : propositions de consensus et limites à leur utilisation

#### 4.2.2 Indicateurs permettant de mesurer l'état de l'anthroposystème

##### A) Indicateurs environnementaux

Proposition d'indicateur	Mode de mesure	Limites/Remarques
Densité de palmiers de type <i>Attalea</i> versus distance aux habitations	Repérage par cartographie à partir d'images satellitaires dans les zones urbaines et rurales ; on suppose que les palmiers <i>Attalea</i> sont tous infestés	Nécessité d'alerter la population sur ce que signifie leur présence près des habitations, pas de mesure sur le terrain nécessaire
Nombre d'animaux d'élevage infectés par <i>T. cruzi</i> versus nombre d'animaux d'élevage	Bio-surveillance vétérinaire	Très difficile à mettre en oeuvre
Présence de triatomines infectées dans les maisons	Enquête actives de recherche de vecteurs et collecte par la population des insectes dans leur maison (rapportés aux leaders communautaires)	Besoin de personnel formé ou de participation communautaire
Communauté active dans l'extractivisme et/ou la fabrication d'aliments ?	Enquêtes dans les marchés de vente d'açaï ou autres jus de fruits	Besoin de personnel formé ou de participation communautaire

Tableau 8 : propositions d'indicateurs environnementaux, modes de mesure et limites quant à leur utilisation.

##### B) Outils de mesure de la santé des populations

Ce sont des outils statistiques démographiques spécifiques ou non spécifiques à visée clinique :

Proposition de variable	Mode de mesure	Limites/Remarques
Taux de mortalité par insuffisance cardiaque	Déclaration par le médecin lors du décès ou diagnostic en milieu hospitalier	Donnée non spécifique, inconnue aujourd'hui
Prévalence de l'infection à <i>T. cruzi</i> chez les humains	Tests sérologiques systématiques	Données spécifiques. Déjà fait chez les donneurs de sang et d'organes, pas chez les femmes enceintes

« Incidence » de cas aigus de maladie de Chagas	Déclaration de maladie obligatoire	Donnée spécifique
Taux de médecins privés et/ou publics (pour 1000 habitants)	Diagnostic syndromique pouvant penser à la maladie de Chagas	Donnée non spécifique, à confirmer dans un centre spécialisé
Densité des centres de soins capables d'accueillir les patients chagasiques	Diagnostic clinique et de laboratoire. Traitement et accompagnement	Donnée non spécifique (pour 1000 habitants)
Densité des centres d'analyse (pour détecter l'infection dans des échantillons de sang)	Diagnostic parasitaire et sérologique	Donnée non spécifique (pour 1000 habitants)

Tableau 9 : propositions de variables de la santé des populations, modes de mesure et limites quant à leur utilisation

En réunissant les variables non- spécifiques, on pourrait aboutir à un indicateur du type :

$$\text{Indicateur c1} = \frac{\text{Taux de décès par insuffisance cardiaque}}{\text{Taux de centres de soins} + \text{taux de centres d'analyses} + \text{taux de médecins}}$$

En réunissant les variables spécifiques, on pourrait aboutir à un indicateur du type :

$$\text{Indicateur c2} = \text{prévalence de l'infection à T. cruzi} + \text{incidence de cas aigus}$$

### C) Autres indicateurs

Proposition d'indicateur	Mode de mesure	Limites/Remarques
Taux d'immigration de zones endémiques ou émergentes	Recensement	Données non spécifiques, le recensement ne se fait que tous les dix ans (IGBE)
Nombre et types d'actions en éducation en santé environnementale tous les ans dans une communauté	Nombre d'actions des ONG et des politiques publiques	Données non spécifiques
Pourcentage de la population connaissant l'existence de la maladie de Chagas et les différents risques de transmission	Tests adressés aux enfants dans les écoles	Données spécifiques

Tableau 10 : autres propositions d'indicateurs

Le taux d'immigration étant une donnée difficile à obtenir, on pourrait construire un indicateur global d'éducation en santé-environnement de la façon suivante :

$$\text{Indicateur c3} = \frac{\text{Nombre d'actions mises en place} + \text{nombre de personnes informées}}{\text{Nombre d'habitants}}$$

#### **4.2.3 Dispositif permettant de tendre vers l'état idéal**

Il est constitué d'un dispositif de mesure et d'alerte (indicateurs spécifiques et non spécifiques) et d'actions politiques et institutionnelles adaptées aux spécificités de l'aléa et de la vulnérabilité des populations en cause.

##### **A) Le dispositif de mesure et d'alerte**

Le dispositif de mesure et d'alerte est celui présenté dans la partie 3, avec l'utilisation d'indicateurs sur l'environnement et d'indicateurs sur la santé des populations. Concernant l'indicateur environnemental, celui mettant en jeu la mesure de la densité de palmiers par télédétection paraît la plus facile et économique à mettre en œuvre, les mesures sur le terrain n'étant pas nécessaires. Une étude plus approfondie serait nécessaire mais nous retiendrons cet indicateur pour la construction du modèle. Concernant la santé des populations, l'indicateur c2 serait trop imprécis du fait de la sous-estimation importante des cas de maladie de Chagas dans la région amazonienne. L'indicateur c3 serait difficile à mettre en œuvre du fait du nombre important d'enquêtes nécessaires. Nous retiendrons donc l'indicateur c1, en sachant que des études approfondies sont également nécessaires.

##### **B) Le dispositif de contrôle de l'anthroposystème**

La proposition de dispositif de contrôle de l'anthroposystème figure en annexe 17.

### **4.3 La proposition de modèle conceptuel de système**

La construction d'un modèle de système de surveillance et d'alerte comprend la mise en évidence d'acteurs aux trois échelles que sont la surveillance, l'alerte et la gestion.

Les acteurs essentiels de ce système pourraient être les acteurs du système de santé brésilien que sont le Ministère de la Santé, les secrétariats de santé publique des Etats, les secrétariats municipaux de santé, le réseau de laboratoire, l'ANVISA et les communautés. L'IBAMA ayant des outils satellitaires à disposition (en particulier le satellite PRODES d'une résolution de 30 mètres, cf entretien Ferreira), des commandes de cartes régulières et des analyses pourraient être effectuées par le Ministère de la Santé (M. Obara, MS) Ces deux institutions n'ayant pour l'instant pas de liens, un partenariat devrait donc être mis en place. Quant à la participation communautaire, elle est très importante et permet la mise en place d'actions pérennes mieux acceptées et suivies par la population.

La proposition de modèle conceptuel de système est présentée en annexe 18.



## **5 Des adaptations nécessaires à la réalité socio-économique et politique de l'Amazonie du Brésil : limites à la mise en place d'un réseau et propositions**

### **5.1 Limites et difficultés de la surveillance dans la région amazonienne pour la maladie de Chagas aiguë**

#### **5.1.1 Des communautés et des municipalités isolées**

La région amazonienne est un immense territoire dont le fleuve constitue l'unique moyen de communication pour beaucoup de communautés. La région de Belém seule est bien pourvue en routes et il est plus facile d'y établir une surveillance, 70% des cas notifiés sont d'ailleurs dans les environs de Belém (Séminaire SESPA). A l'est du Pará et de l'Amazonie en général, les transports ne se font que par avion ou par bateau et l'accès à la santé reste difficile vu les distances, même si certains projets comme Saúde e Alegria dans la région de Santarém permettent d'offrir des services de santé basiques aux localités isolées (Elizangela Leal, SESPA Santarém). Ces facteurs géographiques rendent donc la surveillance très compliquée à mettre en œuvre dans cette région (Aldo Valente, IEC).

#### **5.1.2 Des infrastructures et des moyens limités**

A l'isolement des communautés s'ajoute le manque criant de moyens à l'échelle des municipalités de l'Amazonie. La décentralisation a d'abord entraîné un manque de ressources, tant humaines qu'économiques, à l'échelle locale (Pinto-Dias, 2009). Les municipalités, bien plus autonomes, ne mettent pas forcément d'actions en place, du personnel devant être recruté et l'argent manquant pour cela. Et dans cette région, le fonctionnement est lent et les salaires sont bas, ce qui n'encourage pas les médecins à venir y travailler (Renato Vieira Alves, MS) ; D'autant plus qu'on observe un roulement très important dans les services de santé et les formations sont nécessaires en continu. Les hôpitaux de la région ont peu de matériel et de personnel qualifié. De ce fait, les municipalités ne sont pas préparées pour traiter et accompagner les cas de maladie de Chagas (Ana Yecê, IEC). Le suivi est donc difficile pour les patients qui viennent de loin et qui ne reviennent souvent pas (Aldo Valente, IEC).

### **5.1.3 Un manque d'engagement et de connaissance des acteurs**

Au nord du Brésil, le niveau d'éducation est bien plus bas que dans le sud et les individus sont bien moins autonomes (Helen Gurgel, MMA). Le personnel des localités n'a souvent pas la formation scientifique pour mettre en place des actions de contrôle, le risque entraîné par la présence de palmiers étant toujours mal connu en Amazonie (Elizangela Leal, SESPAsantarém). Cela limite la mise en place d'actions à long terme. Cette efficacité des personnels est problématique mais encore une fois, tout dépend des municipalités. Certaines ne veulent rien faire, et cette morosité administrative n'est pas propre au Para, le même problème est rencontré dans l'ensemble du Brésil (Séminaire SESPAsantarém). Ainsi, la question politique est très importante pour construire un système de surveillance et l'engagement des acteurs locaux est un élément clé pour la mise en place d'actions pérennes (Helen Gurgel, MMA).

### **5.1.4 Un réseau de laboratoire peu efficace**

Le contrôle des échantillons est effectué par le laboratoire national de référence, le LACEN, dont un établissement est situé à Belém, capitale de l'Etat du Pará. Il est le coordinateur du processus de laboratoire dans les Etats et l'articulateur de la surveillance épidémiologique étatique et municipale. Plusieurs problèmes existent comme l'absence de contrôle externe ou l'absence de responsable en cas de faux-négatif. Le changement de personnel très fréquent et la fragilité du réseau, l'absence de laboratoires à l'échelle régionale, le manque de communication entre le LACEN et les zones à risque ainsi que les flux d'informations déficient et discontinu entre le LACEN et la SESPAsantarém ne sont pas non plus favorables à la bonne coordination des investigations des laboratoires et sur le terrain; cela influe également sur l'assistance au patient et l'opportunité de diagnostic et de traitement. Il y a aussi des questions concernant le diagnostic en lui-même : la sérologie est peu fiable et la plupart des municipalités ne font pas d'examen frais et utilisent des méthodes avec une sensibilité basse (Séminaire SESPAsantarém).

### **5.1.5 La priorisation à d'autres maladies**

On recense beaucoup d'autres maladies dans la région amazonienne : le paludisme, la dengue, la tuberculose, la rage animale et humaine, les hépatites virales, les DST et les leishmanioses (liste non exhaustive). La priorité leur est donnée dans les secrétariats de santé (Séminaire SESPAsantarém).

## **5.2 Les limites des Plans gouvernementaux actuels**

### **5.2.1 Les limites du SINAN**

Il existe tout d'abord beaucoup de délais, que ce soit entre l'infection d'une personne et son diagnostic, entre un diagnostic positif et une investigation épidémiologique ou la

survenue d'une épidémie et la prise d'actions immédiates. Le système d'information actuellement en vigueur ne permet pas un transfert de données en temps réel. Dans le cadre du système SINAN, les municipalités enregistrent les cas toutes les semaines mais n'envoient les données que tous les quinze jours à la région. Il serait nécessaire de leur donner davantage d'autonomie et qu'elles fassent la notification directement (Aldo Valente, IEC).

Par ailleurs, la majorité des cas ne sont pas notifiés dans le réseau SINAN ; il existe en effet une sous-estimation importante (pour la SESPA, on a un cas détecté pour 50 non détectés et pour l'IEC, on a un cas détecté pour 100 non détectés). Cela est probablement dû au fait que beaucoup de cas sont asymptomatiques et que l'isolement des communautés rend le travail d'information et de dépistage difficile. De plus, la fiche du SINAN ne se remplit pas de manière accessible par tous et des confusions sont faites, par exemple sur la différence entre transmission orale et vectorielle. Il existe une supervision des municipalités pour la dengue et la malaria mais pas pour la maladie de Chagas (Séminaire SESPA).

### **5.2.2 Le plan de l'Etat du Para, un plan ambitieux mais encore trop incomplet**

Le séminaire de la SESPA à Belém sur le Plan de contrôle de la maladie de Chagas aiguë les 27, 28 et 29 juin 2011 auquel j'ai participé a eu pour objectif de faire le bilan des actions réalisées jusqu'à présent, de mettre en exergue les problèmes rencontrés et de proposer des axes de renforcement ou innovants pour la suite du plan. De manière générale, on peut évoquer plusieurs limites principales :

- Un cercle vicieux de surveillance

Comme cela a été évoqué précédemment, les villes où on détecte le plus de cas sont aussi les mieux desservies (par le fleuve ou les routes) et les plus peuplées. Et pourtant le secrétariat régional de santé souhaite intensifier les efforts dans ces villes, alors qu'il n'est pas sûr qu'on n'observe pas davantage de cas dans des lieux plus isolés, où les médecins et les moyens de communication (téléphone, internet) sont souvent absents. Il reste aujourd'hui beaucoup de zones silencieuses où la surveillance est inexistante et où les actions du Plan n'ont pas été mises en œuvre (Renato Vieira Alves, MS).

- Les enquêtes épidémiologiques sont difficiles en pratique

Réalisées après mise en évidence d'un cas, ces enquêtes rencontrent plusieurs difficultés. La définition donnée d'un cas suspect (« une personne qui présente des symptômes de la maladie (fièvre...) dans une période de 30 jours avant ou après l'apparition de la fièvre du premier cas identifié, qui réside ou fréquente la même zone géographique et qui a été exposée à des repas communs dans les 30 derniers jours »

Séminaire SESPA) ne prend pas en compte des cas distincts socialement ou géographiquement, d'origine non orale ou des cas chroniques de la maladie. De plus, il n'est pas toujours possible d'identifier la source précise à l'origine de la contamination, les consommateurs quotidiens d'açaï ou d'autres jus en achetant dans plusieurs endroits différents.

- La « surveillance » sanitaire difficile même à Belém

Les protocoles de préparation de l'açaï mis en place par la SESPA sont expliqués et proposés aux établissements vendant de l'açaï par les agents sanitaires. Leur adhésion au programme reste volontaire et la réalisation des « bonnes pratiques » est uniquement de leur ressort et de leur volonté, même si des contrôles existent en aval. Ils n'ont en effet aucune obligation en termes d'hygiène aujourd'hui et un important travail d'information est nécessaire en amont pour les convaincre de modifier leurs habitudes (Dorilea Sales, SESPA). Dans les petites localités, l'açaï est à peine nettoyé ou avec de l'eau du fleuve et la pasteurisation reste exceptionnelle.

- Des limites en termes de diagnostic et de traitement

La plupart des municipalités de l'état du Para n'ont pas les moyens de réaliser des examens parasitologiques et doivent envoyer les échantillons au LACEN, ce qui n'est pas toujours fait. Même s'il est possible de les acheminer par avion le jour même, les délais de réponse restent très longs. Ainsi, il faut jusqu'à quarante jours pour réaliser des examens et les échantillons sont parfois envoyés dans d'autres états (Aldo Valente, IEC). Par ailleurs, il n'existe pas de méthode autre que la parasitologie pour confirmer le diagnostic. Les méthodes d'investigation (PCR, hémocultures, xéno-diagnostic) ne sont pas utilisées dans la réalité et sont réservées à la recherche. On peut s'interroger sur la mise à contribution de laboratoires plus proches, comme l'Institut Evandro Chagas qui reste en dehors du Plan du Pará. En termes de traitement, les patients doivent aujourd'hui se rendre jusqu'à Belém pour être traités, le centre de référence étant « l'Hôpital des Cliniques ». Ce dernier répond à une demande considérable et ne suffit donc pas (Ana Yecê, IEC).

Aujourd'hui, le plan est toujours en réflexion et il reste des questions fondamentales à résoudre, les axes stratégiques de la SESPA étant la surveillance des municipalités prioritaires où on trouve le plus de cas répertoriés, l'investigation lors d'épidémies et l'amélioration du réseau d'assistance aux patients atteints de maladie de Chagas. Cependant, la prévention paraît inexistante et les avis divergent quant à la priorisation des stratégies à réaliser. Des avis extérieurs suggèrent plutôt d'intensifier la surveillance sanitaire et le suivi des patients à long terme.

### **5.2.3 Comparaison du plan du Pará avec le modèle de système proposé**

Le plan de l'état du Pará mis en forme selon les principes de Pertina selon les trois échelles est visible en annexe 19.

Les différents entretiens réalisés ont permis de se rendre compte des divergences en terme de définition de la surveillance. Le plan de l'état du Para et les actions dites de surveillance mises en œuvre n'offrent en réalité aucune prévention du problème et ce qui pourrait s'apparenter à des cartes de distribution de la maladie dans l'état ne reflètent en fait que les moyens de détection et d'investigation mis en œuvre. Les zones plus isolées et difficiles d'accès, tant sur un plan sanitaire que clinique, ne font pour l'instant l'objet d'aucune surveillance et il apparaît aujourd'hui essentiel de les prendre en compte. Le modèle de système proposé dans la partie précédente propose quant à lui plusieurs axes de surveillance inexistant dans le plan du Para : l'utilisation d'indicateurs environnementaux, la considération de toutes les voies de contamination et la détection des cas chroniques. Une question essentielle à considérer est l'accès aux données concernant le système de mesure et les indicateurs utilisés. Il semble aujourd'hui que les mesures sur le terrain en routine soient limitées par un certain nombre de facteurs tant socio-économiques que politiques. De même, l'adéquation entre la volonté du gouvernement fédéral et ce que peuvent réellement faire les municipalités sur le terrain ne se fait pas encore. Cela pose donc des limites en termes de gestion, de suivi des mesures et des actions éventuellement mises en œuvre.

## **5.3 Intégration au modèle des propositions brésiliennes**

Au modèle de système proposé pourraient être intégrées un certain nombre de plans et d'actions proposés actuellement par des acteurs brésiliens.

### **5.3.1 La cartographie de zones de risque à partir de données environnementales**

- Le projet du Ministère de la Santé

Le Ministère de la Santé travaille actuellement sur un projet de gestion durable du risque à partir de l'observation des palmiers à proximité des habitations. En fonction de leur taille et de leur couverture végétale, un degré de risque est attribué à la zone et des opérations d'élagage sont menées avec les communautés. Ce projet devrait être mis en place dès la fin 2011 jusqu'en 2014 et il reste à le soumettre à l'approbation de l'IBAMA ou "Institut Brésilien de l'Environnement", qui gère la faune synanthropique nocive et autorise la réalisation de ce type d'activités à des fins de santé publique (Marcos Obara, MS, travaux non publiés). Ce n'est pas un projet de système de surveillance en tant que tel mais les idées de gestion durable des palmiers pourraient être mises en commun avec la partie du contrôle du modèle de système proposé.

- Le concept de l'Ecological Niche Modelling

Ce concept a été abordé avec un chercheur en entomologie de l'UnB, Rodrigo Gurgel, lors d'un entretien le 17 juin 2011. Les conditions environnementales sont des facteurs influant sur la présence d'une espèce, comme la température (les températures élevées favorisent la dispersion des triatomines), les précipitations (elles favorisent l'entrée des insectes dans les maisons), la végétation, la topographie...et elles peuvent être modélisées. L'objectif de l'écological niche modelling est de modéliser les niches des triatomines infectées ou non, afin de connaître précisément leur localisation au Brésil et en Amazonie en particulier. Cet outil de géoréférencement pourrait être utilisé à des fins d'évaluation du risque sans qu'un travail sur le terrain soit nécessaire, le risque de contamination étant aussi fortement lié aux espèces de vecteurs impliquées (Renato Vieira Alves, MS, travaux non publiés).

### **5.3.2 La surveillance commune avec d'autres maladies**

Une surveillance commune de la maladie de Chagas avec d'autres maladies occurrentes dans la région amazonienne pourrait être imaginée, en se fondant sur la similitude de la méthodologie de diagnostic (cela commence à être fait en laboratoire avec le paludisme), sur la similitude des aires d'occurrence (leishmaniose) ou sur la similitude de la voie de transmission (par exemple l'intoxication au mercure est aussi par voie orale).

La Fiocruz de Rio de Janeiro encourage une attitude proactive et a ainsi proposé de faire une surveillance sentinelle de la maladie de Chagas couplée à celle de la leishmaniose et de la rage, en utilisant des chiens par exemple, dans des zones considérées comme à risque, par des examens sérologiques (la sensibilité de la parasitologie est trop basse). L'hypothèse de départ est que la baisse de la biodiversité entraîne une augmentation de l'exposition des chiens domestiques à l'infection par *T.cruzi*. Les moyens financiers et humains existent, il suffit de les optimiser. Les avantages sont la facilité de manipulation, la traçabilité possible et la non-nécessité de grandes structures. Ce type de surveillance serait un indicateur important de la présence du cycle de transmission du parasite à proximité de l'homme (Ana Maria Jansen, FIOCRUZ Rio, travaux non publiés).

Il a aussi été suggéré au cours du séminaire de la SESPA à Belém que les équipes chargées de capturer des flebotomines<sup>13</sup> sur le terrain pourraient également se charger de capturer des triatomines, en prenant en compte les différences en termes de méthodologie de capture. Une étude pilote va ainsi être réalisée par la SESPA. Cette surveillance commune pourrait également s'opérer lors du diagnostic médical et de laboratoire, en sachant que des confusions sont toujours possibles (par exemple entre *Leishmania sp* et *Trypanosoma sp* lors du test à immunofluorescence indirecte). Cette démarche est déjà initiée dans le laboratoire d'entomologie de la SESPA à Santarém (Elizangela Leal).

---

<sup>13</sup> Insectes transmettant la leishmaniose

#### **5.4 Recommandations aux acteurs de santé brésiliens**

Il semble que les actions les plus urgentes à mettre en place dans la région amazonienne pour permettre l'implantation d'une surveillance seraient :

- la création d'un véritable réseau de laboratoire efficace et proche des communautés ;
- le dépistage des cas chroniques de maladie de Chagas dans la région et l'accompagnement à long terme des cas aigus pour pouvoir détecter d'éventuelles manifestations cliniques plus tardives ;
- une intensification des campagnes de communication à destination des localités les plus isolées.

## Conclusion

Le modèle de système de surveillance et d'alerte proposé ici demanderait à être testé et évalué à court terme et en continu. Un diagnostic du réseau serait également nécessaire pour évaluer le nombre de professionnels et d'acteurs qui pourraient être disponibles, le nombre de municipalités et de régions formées ou les acteurs qui pourraient collaborer. De manière générale, la mise en place d'actions intégrées nécessite la participation de tous les secrétariats de l'Etat comme ceux de l'agriculture, de l'éducation ou du social. Le secrétariat de la santé est en effet le seul à intervenir pour l'instant. Une communication constante entre tous les partenaires est également indispensable d'autant plus que la nouvelle conformation de l'état du Pará à venir (séparation en quatre états) compliquera davantage les choses.

On l'a vu, l'action au niveau local est difficile et les données cliniques recueillies sont limitées par beaucoup de facteurs politiques et socio-économiques qu'on ne contrôle pas. A terme on pourrait donc imaginer un modèle de système strictement environnemental, avec l'utilisation d'indicateurs environnementaux qui peut-être seraient plus fiables et permettraient de mieux identifier le risque de la maladie de Chagas.

Cependant, la volonté des acteurs locaux est grande, beaucoup de choses sont mises en place même si ce n'est pas encore de manière judicieuse et efficace. Il reste aux autorités de santé brésilienne à inclure encore davantage les populations locales dans les programmes mis en place et à les informer toujours plus sur les risques en matière de santé-environnement qu'elles encourent. On pense en particulier au problème de l'intoxication au mercure qui existe aussi en Amazonie et dans la région du Tapajós en particulier. Du fait des ressemblances en termes de facteurs de risque (la déforestation), des cibles physiologiques (le cœur et le système immunitaire) et du mode de contamination (oral), on pourrait penser à un système de surveillance commun. Mais les différences en termes d'indicateurs rendent ce système difficile à mettre en œuvre, les indicateurs de l'intoxication au mercure étant bien spécifiques (tests moteurs et visuels, taux de mercure dans les poissons).

L'approche utilisée ici rejoint les principes de l'éco-épidémiologie qui au delà d'une vision uniquement médicale essaye de prendre en compte de manière globale et interdisciplinaire tous les facteurs intervenant dans le processus de l'infection. Ainsi, dans le cas de la maladie de Chagas en Amazonie brésilienne, beaucoup de recherches restent nécessaires pour définir les caractéristiques des espaces à risque et comprendre davantage les conditions dans lesquelles les vecteurs de la maladie quittent leur biotope sauvage naturel pour s'établir dans les espaces domestiques et contaminer l'Homme. Le modèle introduit ici est donc une proposition intégrant à la fois des aspects de santé et d'environnement qui a tout son intérêt pour le contrôle d'une maladie aussi complexe et encore non maîtrisée dans cette immense région qu'est l'Amazonie.



---

## Bibliographie

---

Abad-Franch, F., F. A. Monteiro, N. Jaramillo O, R. Gurgel-Gonçalves, F. B. S. Dias et L. Diotaiuti. «Ecology, evolution, and the long-term surveillance of vector-borne Chagas disease: A multi-scale appraisal of the tribe Rhodniini (Triatominae)». *Acta Tropica*. Vol. 110, no 2-3, p.159-177. 2009.

Abad-Franch F, Bazzani R, Salvatella R 2006. Memorias de la 2ª Reunión de la Iniciativa Intergubernamental de Vigilancia y Prevención de la Enfermedad de Chagas en la Amazonia, Cayena, Guyana Francesa. IDRC-OPS Fiocruz. 2005. Disponible sur : [http://www.idrc.ca/es/ev-103576-201-1-DO\\_TOPIC.html](http://www.idrc.ca/es/ev-103576-201-1-DO_TOPIC.html).

Abad-Franch, F., F. S. Palomeque, V. H. M. Aguilar et M. A. Miles. «Field ecology of sylvatic *Rhodnius* populations (Heteroptera, Triatominae): Risk factors for palm tree infestation in western Ecuador». *Tropical Medicine and International Health*. vol. 10, no 12, p. 1258-1266. 2005

Aguilar HM., Abad-Franch F., Dias JC., Junqueira AC., Coura JR. Chagas disease in the Amazon region. *Mem Inst Oswaldo Cruz*. Oct 30;102 Suppl 1:47-56. 2007.

Aufderheide AC., Salo W., Madden M., Streitz J., Buikstra J., Guhl F., Arriaza B., Renier C., Wittmers LE Jr., Fornaciari G., Allison M. A 9000-year record of Chagas disease. *Proc Natl Acad Sci U S A*. Feb 17;101(7):2034-9. 2004

Bastos CJ., Aras R., Mota G., Reis F., Dias JP., de Jesus RS., Freire MS., de Araújo EG., Prazeres J., Grassi MF. Clinical outcomes of thirteen patients with acute chagas disease acquired through oral transmission from two urban outbreaks in northeastern Brazil. *PLoS Negl Trop Dis*. Jun 15;4(6):e711. 2010.

Bedin C., Mello F. Manual do PIT. Centro Estadual de Vigilância em Saúde, Rio Grande do Sul. Disponible en ligne sur [http://www.saude.rs.gov.br/dados/1305661716839Manual%20do\\_PITs%202011%5B1%5D.pdf](http://www.saude.rs.gov.br/dados/1305661716839Manual%20do_PITs%202011%5B1%5D.pdf)

Beltrão B., Cerroni P., Freitas DR., Pinto AY., Valente C., Valente SA., Costa Ede G., Sobel J. Investigation of two outbreaks of suspected oral transmission of acute chagas disease in the Amazon region, Para state, Brazil. *Trop Doct*. Oct;39(4):231-2. 2009.

Benchimol Barbosa PR. The oral transmission of chagas disease: an acute form of infection responsible for regional outbreaks. *Int J Cardiol*. Sep 10;112(1):132-3. 2006.

Brisse S., Barnabé C., Tibayrenc M. Identification of six *Trypanosoma cruzi* phylogenetic lineages by random amplified polymorphic DNA and multilocus enzyme electrophoresis. *Int J Parasitol* 30: 35-44. 2000.

Chagas C. New human trypanosomiasis. Morphology and life cycle of *Schizotrypanum cruzi*, the cause of a new human disease. *Mem Inst Oswaldo Cruz*. 1:159-218. 1909.

Coura JR., Junqueira AC., Fernandes O., Valente SA., Miles MA. Emerging Chagas disease in Amazonian Brazil. *Trends Parasitol*. Apr;18(4):171-6. 2002.

Coura JR., Barrett TV., Arboleda Naranjo M. Ataque de populações humanas por triatomíneos silvestres no Amazonas: uma nova forma de transmissão da infecção chagásica? *Rev Soc Bras Med Trop.* 27:251-253. 1994.

Cura CI, Mejía-Jaramillo AM, Duffy T, Burgos JM, Rodriguero M, Cardinal MV, Kjos S, Gurgel-Gonçalves R, Blanchet D, De Pablos LM, Tomasini N, da Silva A, Russomando G, Cuba CA, Aznar C, Abate T, Levin MJ, Osuna A, Gürtler RE, Diosque P, Solari A, Triana-Chávez O, Schijman AG. Trypanosoma cruzi I genotypes in different geographical regions and transmission cycles based on a microsatellite motif of the intergenic spacer of spliced-leader genes. *Int J Parasitol.* Dec;40(14):1599-607. 2010.

D'Alessandro, A., Saraiva, N.G. *Trypanosoma rangeli. Parasitic Protozoa*, 2nd ed., vol. 2, Academic Press, San Diego, p. 1-54. 1992.

Da Rocha e Silva EO et al. Control Program of Chagas disease in São Paulo, Brazil: the control and surveillance of vector transmission. *Rev Soc Bras Med Trop.* 2011.

De Gainza R., Romana Christina. *Lexique en santé environnementale.* Pertina. 2010.

Dias JC. Chagas disease in a life story: unveiling the disease, changing the world. Interview with João Carlos Pinto Dias. Interview by Roberto Briceño-León. *Cad Saude Publica.* 25 Suppl 1:S179-86. 2009.

Dias JCP. Fifteen years of the Southern Cone Initiative. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz.* 2007.

Dias JC, Prata A, Schofield CJ. Chagas disease in the Amazon: an overview of the current situation and perspectives for prevention. *Rev Soc Bras Med Trop.* 35(6):669-78. 2002.

Dias JP, Bastos C, Araújo E, Mascarenhas AV, Martins Netto E, Grassi F, Silva M, Tatto E, Mendonça J, Araújo RF, Shikanai-Yasuda MA, Aras R. Acute chagas disease outbreak associated with oral transmission. *Rev Soc Bras Med Trop.* 41(3):296-300. 2008.

Dias JC, Schofield CJ. The control of the transmission by transfusion of Chagas' disease in the Southern Cone Initiative. *Rev Soc Bras Med Trop.* 31(4):373-83. 1998.

Dinerstein, E., D.M. Olson, D.J. Graham, A.L. Webster, S.A. Primm, M.P. Bookbinder, and G. Ledec. A conservation assessment of the terrestrial ecoregions of Latin America and the Caribbean. The World Bank, Washington, DC, USA. 129 pp. 1995.

Gomes YM, Lorena VM, Luquetti AO. Diagnosis of Chagas disease: what has been achieved? What remains to be done with regard to diagnosis and follow up studies? *Mem Inst Oswaldo Cruz*, Rio de Janeiro, Vol. 104(Suppl. I), 2009.

Gomes YM. PCR and sero-diagnosis in chronic Chagas' disease: biotechnological advances. *Appl Biochem Biotechnol* 66: 107-119. 1997.

Llewellyn MS, Miles MA, Carrasco HJ, Lewis MD, Yeo M, Vargas J, Torrico F, Diosque P, Valente V, Valente SA, Gaunt MW. Genome-scale multilocus microsatellite typing of Trypanosoma cruzi discrete typing unit I reveals phylogeographic structure and specific genotypes linked to human infection. *PLoS Pathog.* 5(5):e1000410. 2009.

Luquetti AO, Rassi A. Diagnóstico laboratorial da infecção pelo *Trypanosoma cruzi*. In Z Brener, Z Andrade, M Barral-Netto (org.), *Trypanosoma cruzi e Doença de Chagas*, Editora Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, pp. 344-348. 2000.

Massad E. The elimination of chagas disease from Brazil. *Epidemiol Infect.* Sep;136(9):1153-64. 2008.

Mertens F., Saint-Charles J., Lucotte M. et al. Network approach for analysing and promoting equity in participatory ecohealth research. *Ecohealth.* 2. 113-126. 2005.

Mittermeier RA, Mittermeier CG, Brooks TM, Pilgrim JD, Konstant WR, da Fonseca GAB, Kormos C. Wilderness and biodiversity conservation. *Proc Natl Acad Sci USA* 100: 10309-10313. 2003.

Ministério da Saúde. Consenso Brasileiro em Doença de Chagas. *Rev Soc Bras Med Trop* 30 (Suppl. III): 12-14. 2005.

Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Nota técnica de 29/03/2005. Available from <http://www.saude.gov.br/svs>, 2006, 2005.

Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. Controle da Doença de Chagas: Diretrizes Técnicas. Brasília, DF: MS. 80p. 1996.

Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância Epidemiológica. Nota Técnica Doença de Chagas Aguda por transmissão oral. 9 de outubro de 2007. Disponível sur : [http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/nota\\_chagas\\_091007.pdf](http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/nota_chagas_091007.pdf)

Ministerio da Saúde, Secretaria de Vigilância da Saúde (2007) Doença de Chagas aguda por transmissão oral. Nota tecnica. Disponível sur : [http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/nota\\_chagas2308.pdf](http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/nota_chagas2308.pdf).

Ministério da Saúde. Nota técnica: Brasil recebe certificado internacional de interrupção da transmissão vetorial da Doença de chagas pelo *Triatoma infestans*. Secretaria de Vigilância em Saúde, Brasília, 9 de junho de 2006.

Ministerio da Saúde, Secretaria de Vigilância da Saúde. Doença de Chagas Aguda relacionada à ingestão de caldo de cana em Santa Catarina. Nota tecnica. 2005. Disponível sur : [http://www.anvisa.gov.br/divulga/noticias/2005/240305\\_notas.pdf](http://www.anvisa.gov.br/divulga/noticias/2005/240305_notas.pdf).

Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. Manual de diagnóstico laboratorial de la malaria. Annexe 3, Doença de Chagas aguda. 2005. 112 pages. Disponível sur [http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/malaria\\_diag\\_manual\\_final.pdf](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/malaria_diag_manual_final.pdf).

Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Manual de Doença de Chagas Aguda. 2004. Disponível sur : [http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/manual\\_chagas.pdf](http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/manual_chagas.pdf).

Ministério da Saúde do Brasil Secretaria Nacional de Vigilância em Saúde. Sistema de Notificação de Agravos de Notificação (SINAN). Doença de Chagas aguda, Manual Prático de Subsídio à Notificação Obrigatória no SINAN. 2004.

Ministério da Saúde. Superintendência de Campanhas de Saúde Pública (SUCAM), Divisão de Doença de Chagas. Manual de Normas Técnicas da Campanha de Controle da Doença de Chagas. 1ª ed. Brasília, DF: Centro de Documentação do Ministério da Saúde; 1980.

Moraes-Souza H, Ferreira-Silva MM. Control of transfusional transmission. *Rev Soc Bras Med Trop.* 44 Suppl 2:64-7. 2011.

Neves AI, Gomes FS, Freitas AM, Almeida RN, Valente VC, Valente AS. [Estudo Experimental da Viabilidade do Trypanossoma Cruzi no Açaí e Infecção em Camundongos]. In 59th Annual Meeting of Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC). 2007. Disponible sur : <http://www.servicos.sbpnet.org.br/sbpc/59ra/senior/livroeletronico/resumos/R7591-1.html>.

Nóbrega AA, Garcia MH, Tatto E, Obara MT, Costa E, Sobel J, Araujo WN. Oral transmission of chagas disease by consumption of Acai palm fruit, Brazil. *Emerg Infect Dis.* Apr;15(4):653-5. 2009.

Oliveira I, Torrico F, Muñoz J, Gascon J. Congenital transmission of chagas disease: a clinical approach. *Expert Rev Anti Infect Ther.* Aug;8(8):945-56. 2010.

Olson DM, Dinerstein E, Wikramanayake ED, Burgess ND, Powell GVN, Underwood EC, D'Amico JA, Itoua I, Strand HE, Morrison JC, Loucks CJ, Allnutt TF, Ricketts TH, Kura Y, Lamoreux JF, Wettengel WW, Hedao P, Kassem KR. Terrestrial ecoregions of the World: a new map of life on Earth. *Bioscience* 51: 933-938. 2001.

OPS. Agreements and Recommendations from the IXth Annual IPCA Meeting. Guatemala, 11-13 september 2006. Disponible sur : <http://www.paho.org/english/ad/dpc/cd/dch-amcha.htm>

OPS. 2<sup>ème</sup> réunion de l'initiative inter-gouvernementale de surveillance et prévention de la maladie de Chagas en Amazonie. Cayenne, Guyane Française, 2-4 novembre 2005. Disponible sur : <http://www.paho.org/english/ad/dpc/cd/dch-amcha.htm>

OPS. Réunion international sur la vigilance et prevention de la maladie de Chagas en Amazonie. Manaus, Brésil, 19-22 septembre 2004. Disponible sur : <http://www.paho.org/english/ad/dpc/cd/dch-amcha.htm>

Oficina Sanitaria Panamericana. I Reunion de la Comision Intergubernamental del Cono Sur para la Eliminacion de *T. infestans* y la Interrupcion de la Transmision la Tripanosomiasis Americana Transfusional. Buenos Aires: Ed.OPS (OPS/HCP/HCT/PNSP/92.18); 1992.

PAHO/WHO. Guia para vigilância, prevenção, controle e manejo clínico da doença de Chagas aguda transmitida por alimentos. 2009. 92 pages. Disponible sur : [www.saude.rs.gov.br/.../1283266903765Guia\\_Doenca\\_Chagas\\_2009.pdf](http://www.saude.rs.gov.br/.../1283266903765Guia_Doenca_Chagas_2009.pdf)

Pan American Health Organization. XVI Reunión de la Comisión Intergubernamental de la Iniciativa del Cono Sur, Brasília; 2007. Disponible sur : [www.paho.org](http://www.paho.org)

PAHO-PanAmerican Health Organization. International Meeting on Surveillance and Prevention of Chagas Disease in the Amazon Region (Manaus, Amazonas State, Brazil, 19- 22 September 2004). Implementation of the Intergovernmental Initiative for Surveillance and Control of Chagas Disease in the Amazon Region (AMCHA). Document OPS/DPC/CD/321/05, 16 pp. 2005. Disponible sur : <http://www.paho.org/english/AD/DPC/CD/dch-amcha-2004.pdf>.

PAHO-PanAmerican Health Organization. Conclusions and Recommendations from the Joint IPA-AMCHA Annual Meeting (Quito, Ecuador, 18–20 September 2006).

Pasquis R. et al. As Amazônias : uma visão dos atores. 2002.

Pinto AY, Valente SA, Valente Vda C, Ferreira Junior AG, Coura JR. Acute phase of chagas disease in the brazilian amazon region - study of 233 cases from Para, Amapa and Maranhao observed between 1988 and 2005. *Rev Soc Bras Med Trop*. Nov-Dec;41(6):602-14. 2008.

Pinto AY, Valente SA, Valente Vda C. Emerging acute chagas disease in amazonian brazil: case reports with serious cardiac involvement. *Braz J Infect Dis*. Dec;8(6):454-60. 2004.

Romaña CA., Brunstein D., Collin-Delavaud A, Sousa O.,Ortega-Barría E. Public Policies of Development in Latin America and Chagas Disease. *The Lancet* Vol 362 page 379. 2003.

Romaña CA, Pizarro Novoa JC, Rodas E, Guilbert E. Palm trees as ecological indicators of risk areas for Chagas disease. *Trans R Soc Trop Med Hyg*. 93: 594–95. 1999.

Schofield CJ., Jannin J., Salvatella R. The future of Chagas disease controle. *Trends in Parasitology*, Volume 22, Issue 12, Pages 583-588. 2006.

Silva AE, Silva AC, Faleiros AC, Guimarães CS, Corrêa RR, Oliveira FA, Correia D, Teixeira AC, Ramirez LE, Teixeira Vde P, dos Reis MA. Acute Chagas disease in postrenal transplant and treatment with benzonidazole. *Ann Diagn Pathol*. Jun;14(3):199-203. 2010.

Silveira AC et al. The control of vectorial transmission.. *Rev Soc Bras Med Trop*. 2011.

Silveira AC, Souza PC, Silveira Netto HV. Importância de espécies secundárias de triatomíneos na transmissão domiciliar da doença de Chagas no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. In: XXIX Congresso da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical. *Rev Soc Bras Med Trop*. 26 (supl I):200. 1993.

Silveira AC, Feitosa RV. Altas taxas de infecção natural por *Trypanosoma* tipo *cruzi* em *Panstrongylus lutzi* Neiva e Pinto, 1923. In: Resumos da XI Reunião Anual sobre Pesquisa Básica em Doença de Chagas. Caxambu, MG, Resumo VE-10; 1984.

Souto RP, Fernandes O, Macedo AM, Campbell DA, Zingales B. DNA markers define two major phylogenetic lineages of *Trypanosoma cruzi*. *Mol Biochem Parasitol* 83: 41-152. 1996.

Stelhing Dias et al, Tamanda tetradactyla Linnaeus and Rhodnius robustus infection focus by Trypanosoma rangeli. *Infection, Genetics and Evolution*. 2010.

Stolf MAS. *Trypanosoma cruzi* antigen in serodiagnosis. In S Wendel, Z Brener, ME Camargo, A Rassi (eds.), *Chagas' disease (American trypanosomiasis): its impact on transfusion and clinical medicine*, ISBT Brazil '92, São Paulo, p. 195-205. 1992.

Thacker SB, Stroup DF, Parrish RG, Anderson HA. Surveillance in environmental public health: Issues, systems, and sources. *Am J Public Health*. 86(5): 633-638. 1996.

Teixeira AR, Gomes C, Lozzi SP, Hecht MM, Rosa Ade C, Monteiro PS, Bussacos AC, Nitz N, McManus C. Environment, interactions between *Trypanosoma cruzi* and its host, and health. *Cad Saude Publica*. 25 Suppl 1:S32-44. Review. 2009.

TeixeiraAR, Monteiro PS, Rebelo JM. Emerging Chagas disease: trophic network and cycle of transmission of *Trypanosoma cruzi* from palmtrees in the Amazon. *Emerg Infect Dis* Jan–Feb;7(1):100–12. 2001.

Teixeira AR, Nitz N, Guimaro MC, Gomes C, Santos-Buch CA. Chagas disease. *Postgrad Med J*. Dec;82(974):788-98. Review. 2006.

Valadao, Ligia. O papel das lideranças comunitarias em projetos de saúde e ambiente : uma análise das redes sociais em comunidades do rio Tapajós, Pará. Dissertação de Mestrado. 2009.

Valente SA, da Costa Valente V, das Neves Pinto AY, de Jesus Barbosa César M, dos Santos MP, Miranda CO, Cuervo P, Fernandes O. Analysis of an acute chagas disease outbreak in the brazilian amazon: human cases, triatomines, reservoir mammals and parasites. *Trans R Soc Trop Med Hyg*. Mar;103(3):291-7. 2009.

Vinhaes MC., Lederbour CC., Pinto Dias JC. Boletim electronic epidemiologico, Segunda Reuniao Anual de Avaliacao do Programa de Controle da Doença de Chagas. 2003. Disponible en ligne sur : [http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/ano03\\_n04\\_reuniao\\_aval\\_dchagas\\_mg.pdf](http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/ano03_n04_reuniao_aval_dchagas_mg.pdf)

Walker. RT et al. As contradições do processo de desenvolvimento agricola na Transamazônica. Belém : Embrapa Amazônia Oriental. 117 pages. 1997.

Wery M. Protozoologie médicale. Ed De Boeck. 276 pages. 1995.

WHO - World Health Organization. Control of Chagas Disease. Second report of the WHO Expert Committee. Geneva. WHO Tech. Rep. Series 905, 109 p. 2002.

WHO. 1991. *Control of Chagas' disease*, Technical Report Series 811, Geneva, 95 pp.

Zingales B, Andrade SG, Briones MR, Campbell DA, Chiari E, Fernandes O, Guhl F, Lages-Silva E, Macedo AM, Machado CR, Miles MA, Romanha AJ, Sturm NR, Tibayrenc M, Schijman AG; Second Satellite Meeting, A new consensus for *Trypanosoma cruzi* intraspecific nomenclature: second revision meeting recommends TcI to TcVI, *Mem Inst Oswaldo Cruz*. Nov;104(7):1051-4. 2009.

Zingales BA, Gruber A, Ramalho CB, Umezawa ES, Colli W. Use of recombinant proteins of *Trypanosoma cruzi* in the serological diagnosis of Chagas disease. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 85: 519-522. 1990.

---

## Liste des annexes

---

Annexe 1 : Cartes du Brésil

Annexe 2 : Cycles sauvage et domestique de la maladie de Chagas

Annexe 3 : Photographies de terrain

Annexe 4 : Protocoles de diagnostic pour les formes aiguës, congénitales et chroniques de la maladie de Chagas

Annexe 5 – Organigramme du ministère de la santé brésilien

Annexe 6 – Les programmes de lutte dans la zone endémique du Brésil, cartes et graphique

Annexe 7 – Fiche du SINAN à remplir pour l'enregistrement d'un cas aigu de maladie de Chagas

Annexe 8 – Le plan de contrôle de la maladie de Chagas aiguë dans l'état du Pará

Annexe 9 – Aire d'étude du projet PLUPH

Annexe 10 – Chronogramme d'activités

Annexe 11 – Lettre de présentation et de demande de rendez-vous

Annexe 12 – Liste des personnes interrogées

Annexe 13 - Questionnaire

Annexe 14 – Exemple de compte-rendu (en français)

Annexe 15 – Carte de localisation des différentes espèces de palmiers du genre *Attalea* susceptibles d'héberger des triatomes dans la région d'étude

Annexe 16 – Schéma global de l'anthroposystème à risque

Annexe 17 – Proposition de dispositif de contrôle de l'anthroposystème

Annexe 18 – Proposition de modèle de système

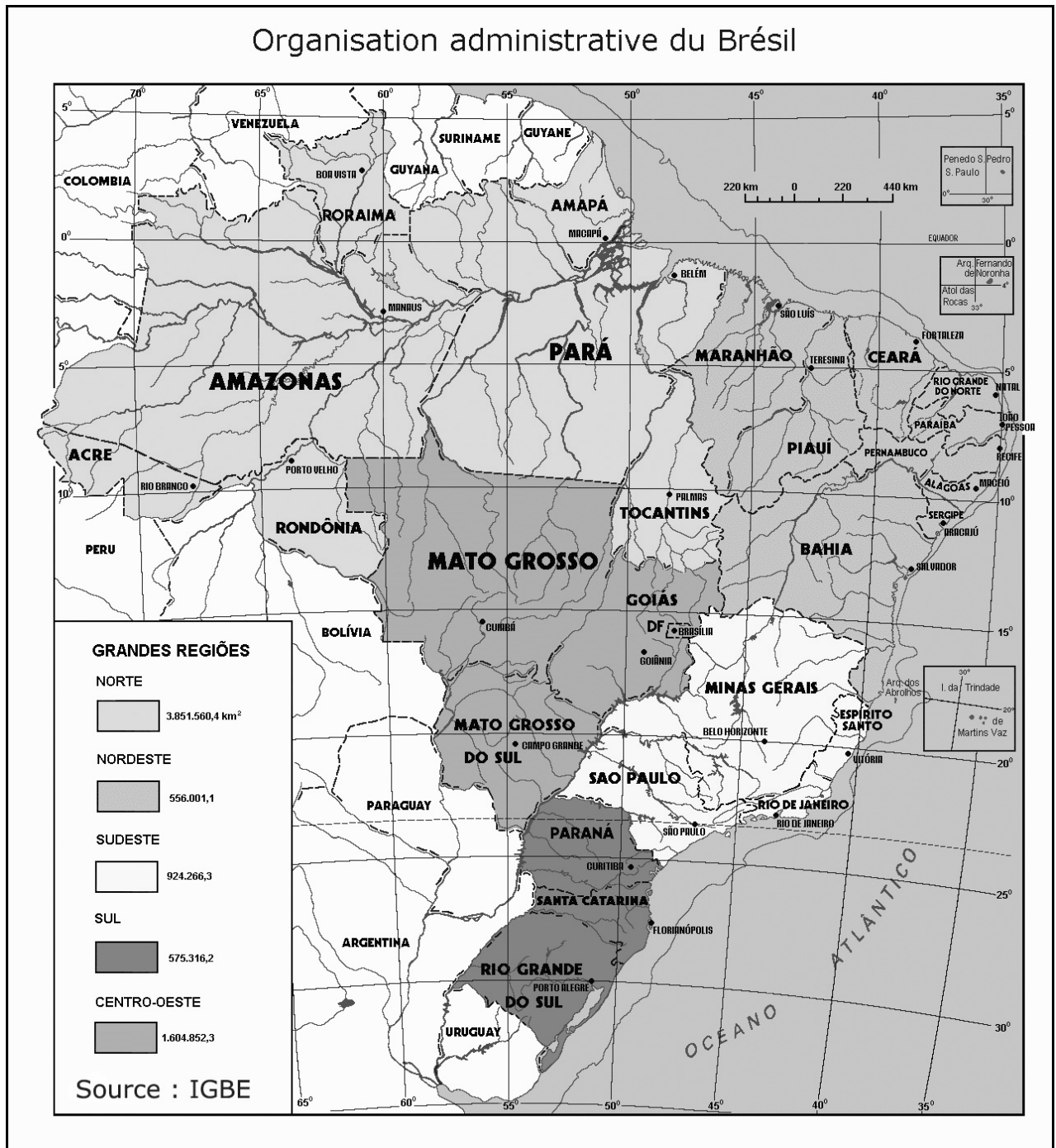
Annexe 19 – Modèle Pertina appliqué au plan du Pará

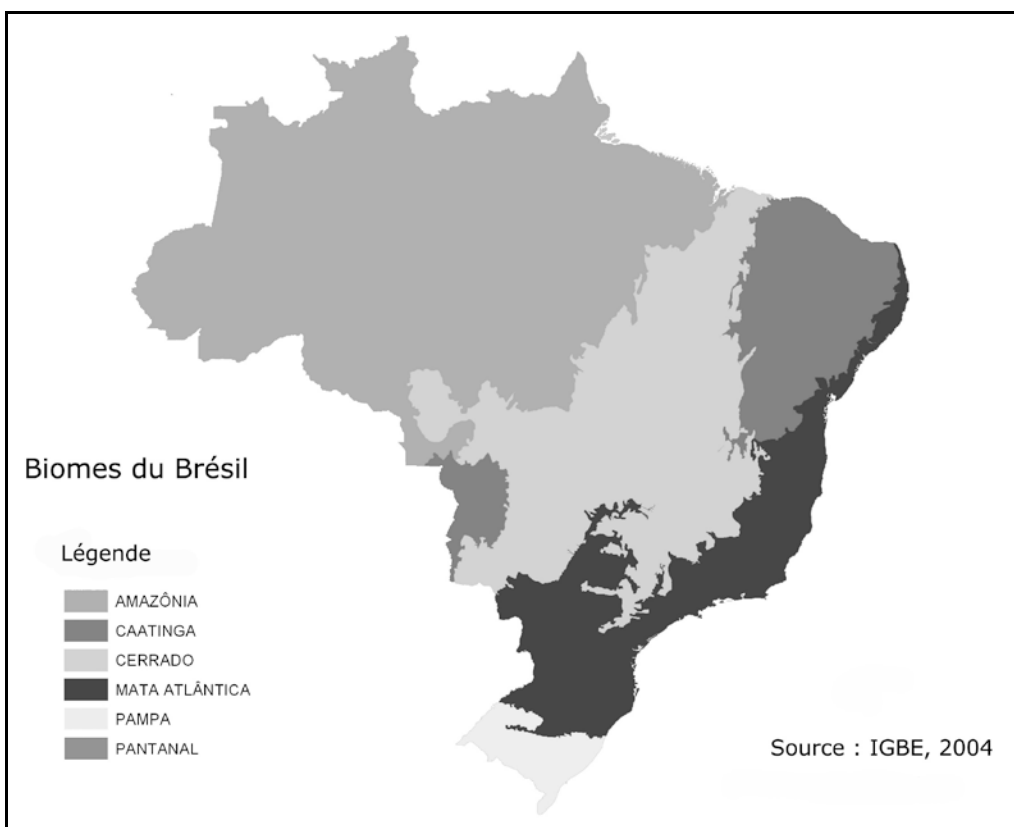
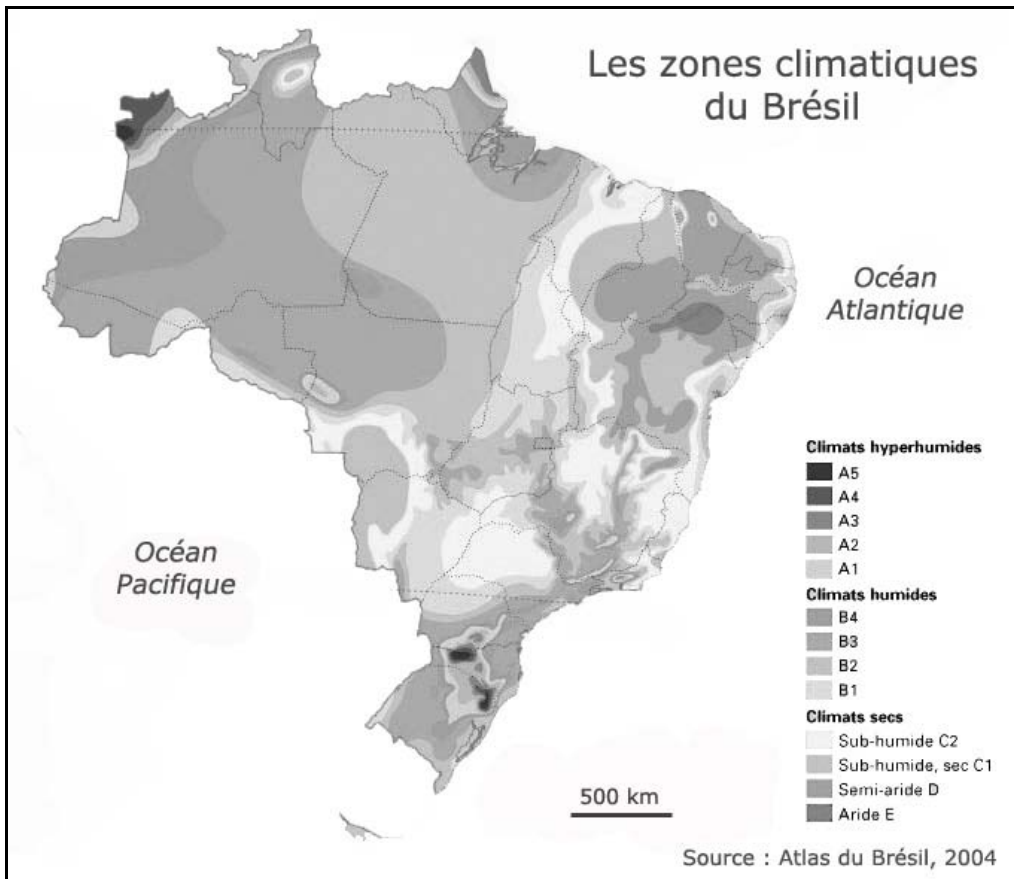
LE BRIS	Virginie	10 octobre 2011
<b>Ingénieur du génie sanitaire - Promotion 2011</b>		
<b>Quel système de surveillance et d'alerte pour la maladie de Chagas dans la région du Tapajós (Amazonie brésilienne)</b>		
PARTENARIAT UNIVERSITAIRE : Université de Brasilia, Brésil		
<p><b>Résumé :</b>  Présente dans toute l'Amérique Latine, la maladie de Chagas, maladie parasitaire mortelle affectant à long terme les systèmes cardiovasculaire, digestif et nerveux, est caractérisée par un cycle épidémiologique complexe qui associe un agent (<i>Trypanosoma cruzi</i>), une grande variété de vecteurs (les triatomines) et de réservoirs sauvages naturels. En Amazonie, le problème grandissant de la déforestation a favorisé son émergence et on observe aujourd'hui de plus en plus de cas de maladie de Chagas ayant une origine alimentaire de contamination. Dans cette région, cette maladie est encore mal connue et prise en compte par le système de santé brésilien et les plans d'actions n'en sont encore qu'à leur commencement. L'objectif de ce mémoire est de réfléchir, sur un plan conceptuel et en se servant d'un modèle proposé par l'entreprise Pertina, à la conception d'un système de surveillance et d'alerte pour la maladie de Chagas en Amazonie brésilienne en tenant compte : (a) de ses spécificités épidémiologiques, des facteurs environnementaux et des modes de vie des populations (b) du réseau d'acteurs à différentes échelles (national, régional et local) pour permettre un suivi des zones et des populations à risque et ainsi une meilleure prévention du risque en milieu tropical forestier humide. Pour atteindre cet objectif, une étude de la bibliographie a été réalisée et des entretiens avec les différents acteurs des niveaux de l'Etat fédéral du Brésil (Brasilia), de l'état du Pará (Belém) et de la municipalité de Santarém ont été menés. En se servant des concepts de Pertina, tous ces éléments ont été mis à profit pour construire un modèle de système de surveillance et d'alerte comprenant trois plans distincts ayant chacun des acteurs spécifiques : la surveillance, avec l'utilisation d'indicateurs cliniques et environnementaux, l'alerte et la gestion. Ce travail s'est conclu par une discussion et quelques recommandations à destination des acteurs de santé brésiliens, ce modèle pouvant avoir une utilité certaine pour la conduite d'actions de surveillance et de prévention de la maladie de Chagas dans la région amazonienne.</p>		
<p><b>Mots clés :</b> Chagas, Amazonie, surveillance, alerte.</p>		
<p><i>L'Ecole des Hautes Etudes en Santé Publique n'entend donner aucune approbation ni improbation aux opinions émises dans les mémoires : ces opinions doivent être considérées comme propres à leurs auteurs.</i></p>		

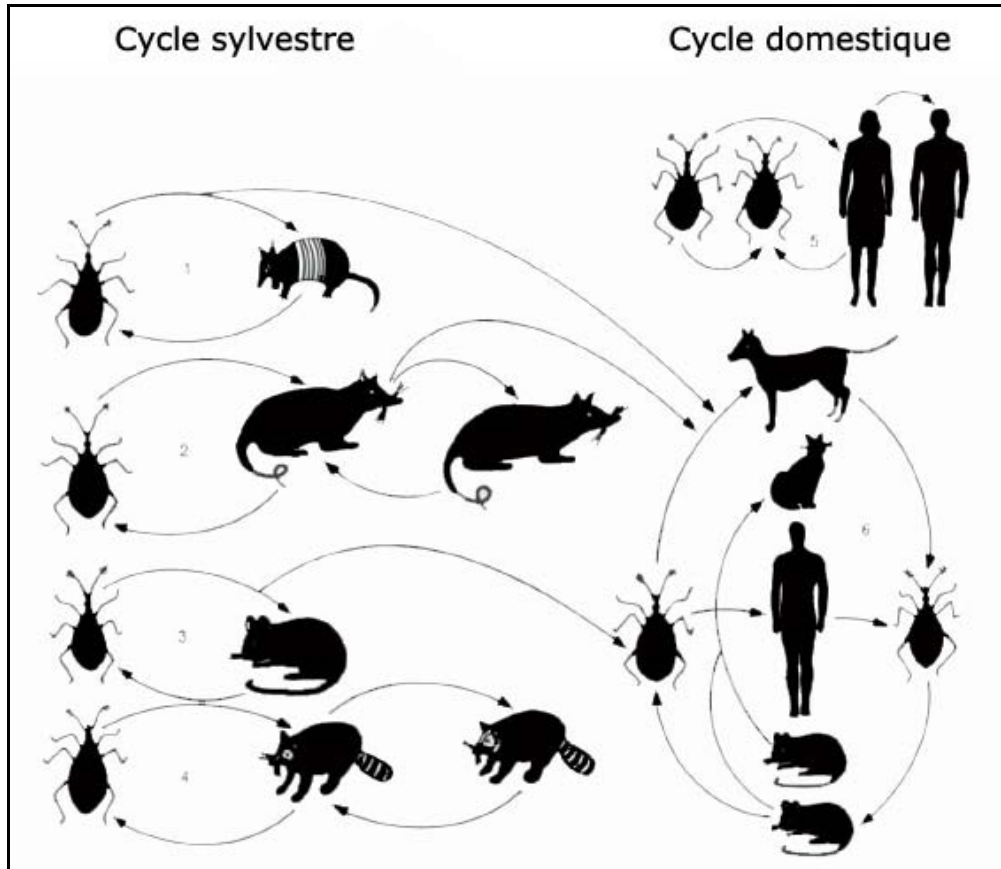


## SUMMARY

In the Amazon region, there is little education and control concerning Chagas disease, although the Brazilian health system is currently at the beginning of making up plans to remedy the problem. The objective of this study is to consider the foundation of a surveillance and alert system for Chagas disease in the Brazilian Amazonia region. The approach of this concept is based on a model proposed by the Pertina Company. The factors taken into account are the following: (a) Epidemiologic specificities, environmental factors and the lifestyle implications of a particular population ; (b) The actor web in different scales (national, regional and local) to ensure that risk zones and populations are monitored effectively, and that better prevention measures are put in place in the humid tropical forest environment. To reach this objective, a bibliography study was done and interviews were conducted with federal representatives (Brasilia), as well as representatives from the state (Belém) and the local authorities (Santarém). Using the Pertina model, all of these elements were used to develop a monitoring and alert system with three distinct levels. These involve monitoring clinical and environmental indicators, in addition to alert procedures and management. To conclude, following a detailed discussion necessary recommendations were put forward to the Brazilian health service representatives. As a result, the model developed will definitely have a positive impact in the Amazonian region, through both the monitoring and eventual prevention of the Chagas disease.







Sur ce schéma apparaissent les vecteurs (triatomines) et les différents réservoirs de la maladie de Chagas (animaux sauvages, animaux domestiques et homme)

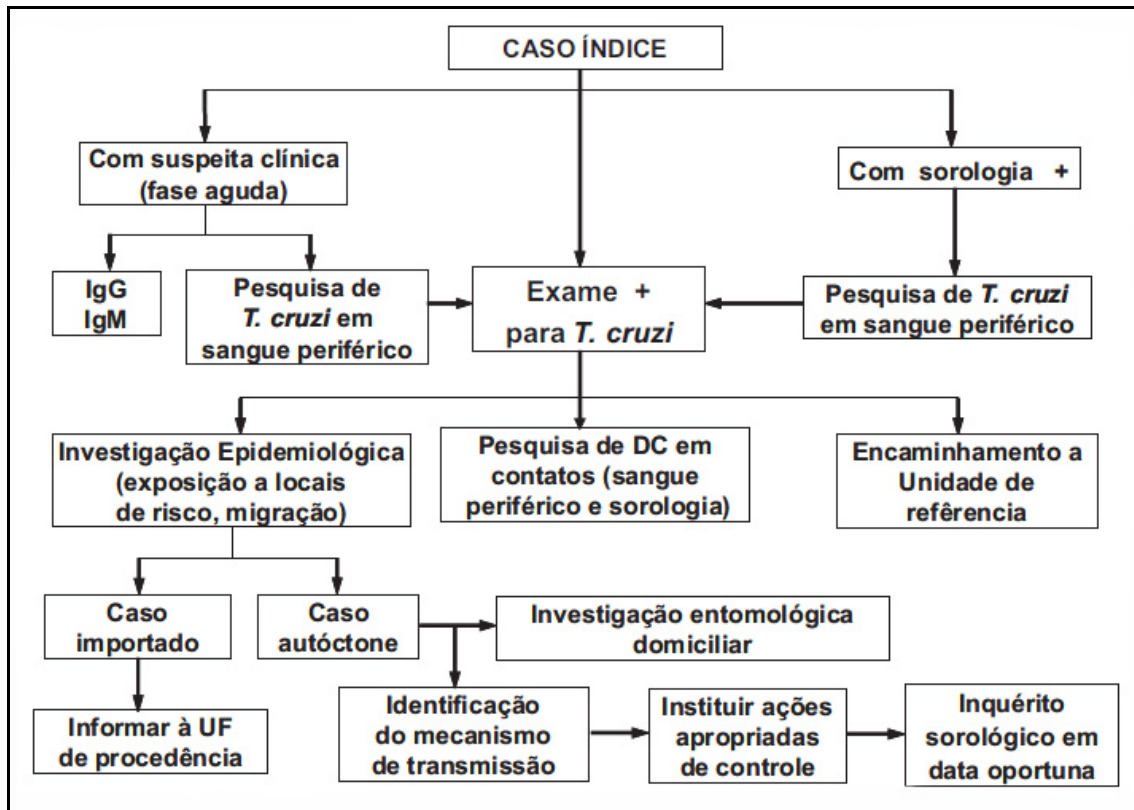


*Attalea speciosa (babaçu)*  
Source : Mémoire de Benjamin Grégoire, PLUPH.

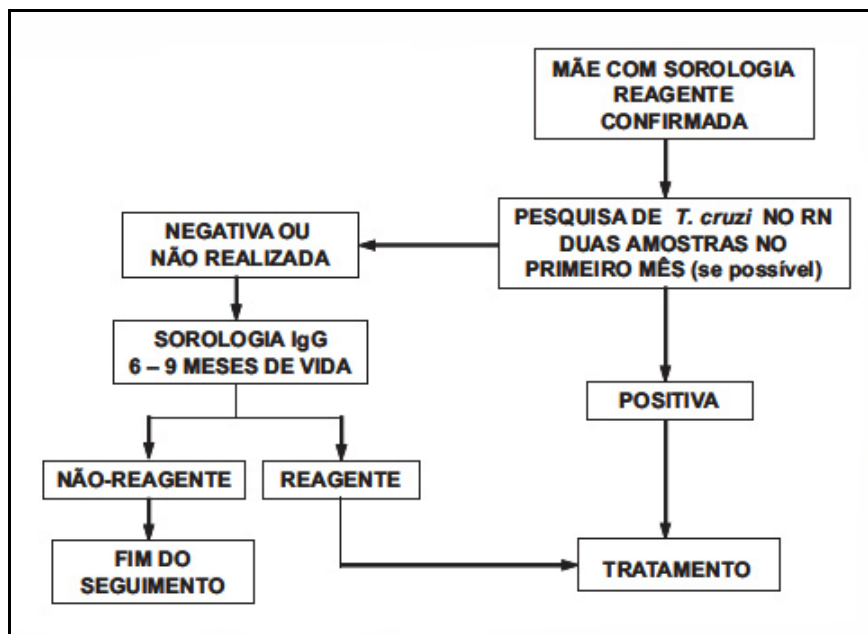


*Zone récemment déboisée dans les environs de Santarém ; on peut voir la simplicité des habitations et les palmiers poussant à proximité (photo personnelle)*

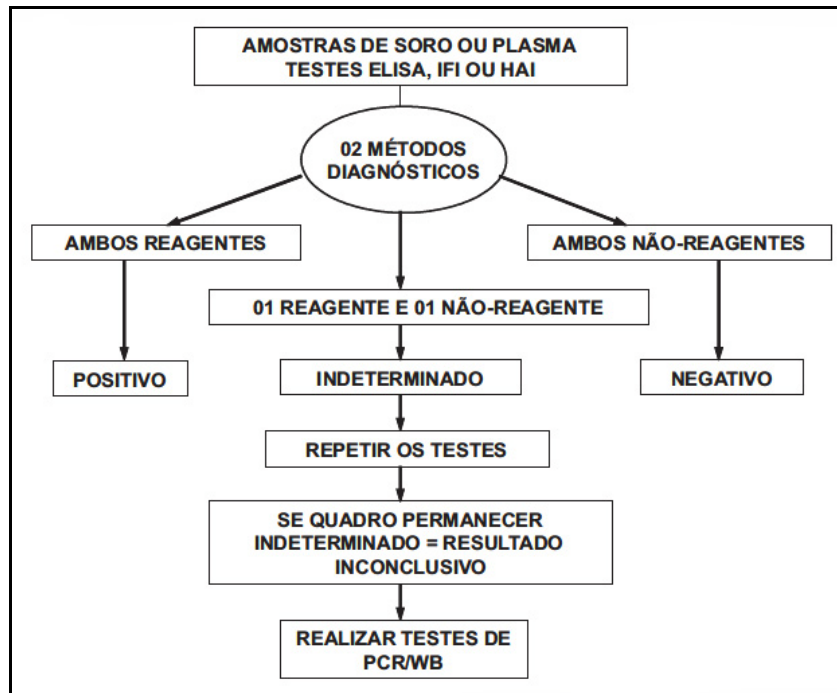
Annexe 4 – Protocoles de diagnostic pour les formes aiguës, congénitales et chroniques de la maladie de Chagas



Modèle d'investigation des cas de maladie de Chagas



Procédure mise en œuvre dans un cas de transmission congénitale (source : consensus brésilien pour la maladie de Chagas, 2005)

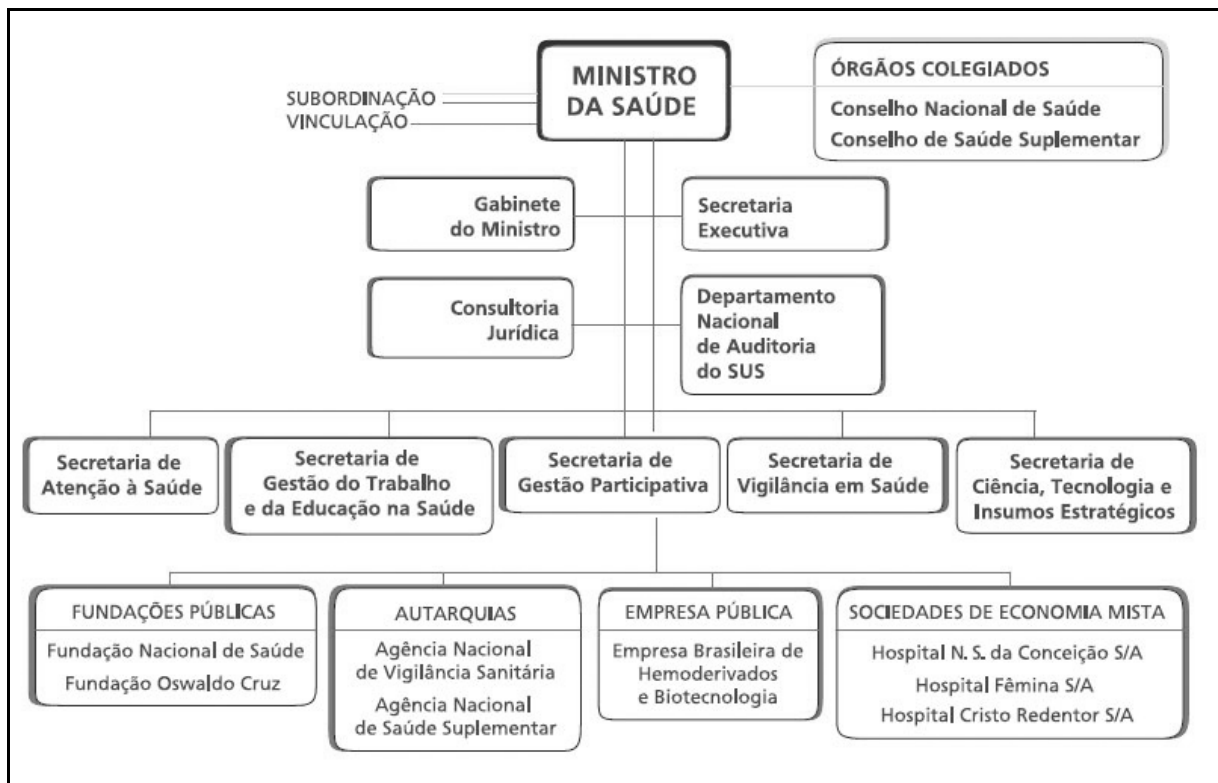


*Tests en laboratoire réalisés pour un cas chronique (Source : consensus brésilien pour la maladie de Chagas, 2005)*

1. Penser à la forme aiguë de la maladie de Chagas face à des situations cliniques et épidémiologiques suggestives, comme une fièvre prolongée d'étiologie inconnue, l'existence d'une porte d'entrée (signe de Romana et autres), des signes de complications cardiaques, un nouveau-né fébrile avec une hépatosplénomégalie (enfant d'une mère chagassique, augmentation des volumes du foie et de la rate), des antécédents d'une habitation infestée par des triatomines, une transfusion de sang récente, la consommation d'un aliment à risque, la manipulation de *T. cruzi* en laboratoire... Cette investigation reste à charge des systèmes de surveillance épidémiologique municipaux ou régionaux, lesquels doivent s'adresser à des laboratoires de référence pour compléter l'élucidation des cas et réaliser d'autres investigations pertinentes, comme la recherche de vecteurs et une enquête auprès des services de transfusion de sang.
2. Réaliser un examen frais immédiatement et le répéter trois ou quatre fois par jour pendant quelques jours si les résultats sont négatifs au premier abord.
3. Compléter la recherche en effectuant simultanément la technique des micro-hématocrites.
4. S'il n'y a pas de microscope à disposition dans le local, recueillir une goutte épaisse pour un examen dans la municipalité voisine.
5. Recueillir du sang veineux (ou capillaire, dans un papier filtre) pour réaliser immédiatement une recherche usuelle d'anticorps de la classe IgG avec des techniques conventionnées (immunofluorescence TIFi, hémagglutination Hai et ELISA), en répétant cet examen trois semaines d'affilée. Un virage de résultat indique un cas aigu de maladie de Chagas. Si le premier examen est positif, il peut s'agir d'un stade tardif de la phase aiguë ou d'un patient étant dans la phase chronique de la maladie, un doute qui peut éventuellement être levé avec des données cliniques, épidémiologiques et d'autres examens de laboratoire (parasitologiques directs).
6. Si possible, tenter la recherche d'anticorps anti *T. cruzi* de la classe IgM. Si elle est positive, le résultat indiquera un cas de MCA, surtout quand les données cliniques et épidémiologiques coïncident.
7. Toujours compléter l'étude du cas avec un électrocardiogramme et un hémogramme complet, de façon hebdomadaire idéalement.
8. Réaliser d'autres examens spécifiques pour écarter les autres maladies ayant des symptômes similaires comme la fièvre prolongée (diagnostic différentiel).

*Procédure pour le diagnostic d'un cas aigu (Source : consensus brésilien pour la maladie de Chagas, 2005)*

Annexe 5 – Organigramme du ministère de la santé brésilien



Source : [www.saude.gov.br](http://www.saude.gov.br)



Annexe 6 – Les programmes de lutte dans la zone endémique du Brésil, cartes et graphique

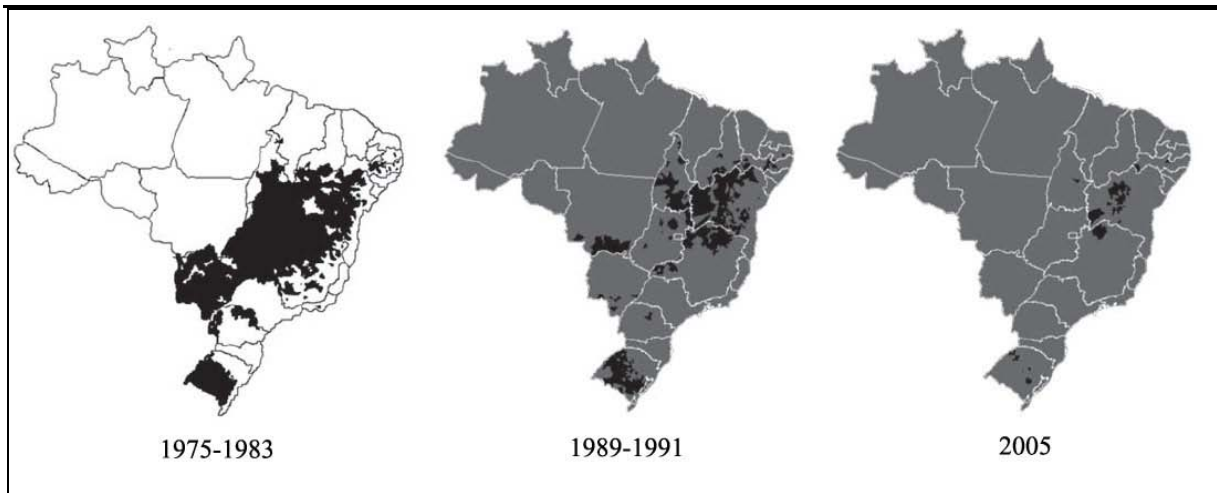


Figure 1 : Aire de dispersion de *T.infestans* en 1975-1983 (situation entomologique de base), 1989-1991 (lors de l'initiative INCOSUL) et en 2005 (lorsque fut proposée la certification d'interruption de la transmission) (sources : Silveira et al, 1984 ; Ministère de la santé).

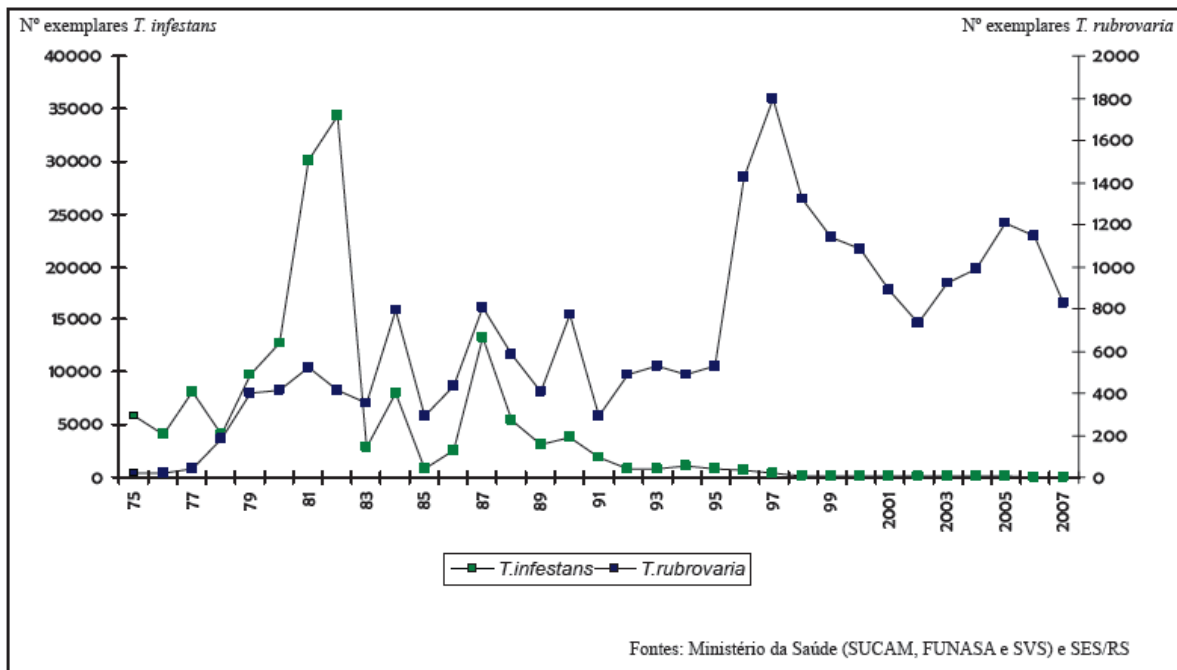


Figure 2 : Exemplaires de *Triatoma infestans* et *Triatoma rubrovaria* capturés dans l'état de Rio Grande do Sul entre 1975 et 2007. L'élimination progressive de *T.infestans* a entraîné la colonisation de *T.rubrovaria*, espèce exclusivement présente dans cet état du Brésil.

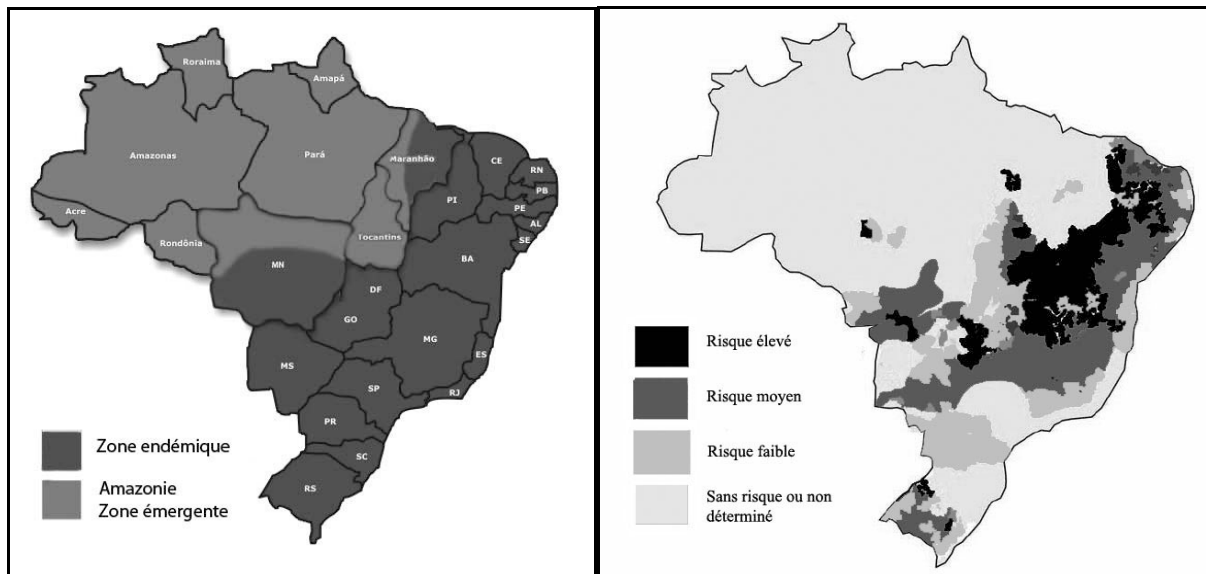
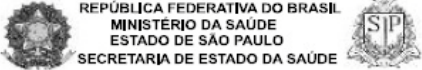


Figure 3 (à gauche) : les différentes zones de transmission de *Trypanosoma cruzi* au Brésil. On distingue la zone endémique (états de AL, BA, CE, DF, GO, MA, MG, MS, MT, PB, PE, PI, PR, RN, RS, SE, SP, TO) et la zone amazonienne émergente (Acre, Amazonas, Amapá, Rondonia, Roraima, Pará), les états du Tocantins, du Maranhao et du Mato Grosso faisaient partie de la zone de transition (Ministère de la santé)

Figure 4 (à droite) : Distribution des municipalités brésiliennes selon la stratification du risque de transmission vectorielle domiciliaire de la maladie de Chagas. Environ 3000 municipalités ont été séparées en quatre degrés de risque. Pour la majeure partie d'entre elles, il y a essentiellement un risque de ré-infestation avec une colonisation intra-domiciliaire de vecteurs autochtones (source : SVS, ministère de la santé, 2006).

Annexe 7 – Fiche du SINAN à remplir pour l'enregistrement d'un cas aigu de maladie de Chagas

		<b>SINAN</b> <b>SISTEMA DE INFORMAÇÃO</b> <b>DE AGRAVOS DE NOTIFICAÇÃO</b> <b>FICHA DE INVESTIGAÇÃO</b> <b>DOENÇA DE CHAGAS AGUDA</b>		Nº <input style="width: 100px;" type="text"/>					
<p><b>CASO SUSPEITO:</b> Febre prolongada (&gt;7 dias) e quadro clínico sugestivo de DCA, na presença de dados epidemiológicos compatíveis, como: residente ou visitante de área com ocorrência de triatomíneos; ou antecedente recente de transfusão sanguínea ou transplante de órgão; ou ingestão de alimento suspeito de contaminação pelo T.cruzi; ou recém nascido de mãe infectada. <b>CASO CONFIRMADO:</b> a- Critério laboratorial: paciente com exame parasitológico direto positivo com ou sem sintomas OU sorologia positiva com anticorpos anti T. cruzi classe IgM no sangue periférico OU sorologia positiva com anticorpos da classe IgG, com alteração na concentração de pelo menos três títulos em um intervalo mínimo de 21 dias em amostras pareadas OU achados necroscópicos positivos. b- Critério clínico-epidemiológico: vínculo epidemiológico com casos confirmados de DCA em surtos da doença.</p>									
Dados Gerais	1 Tipo de Notificação		2 - Individual						
	2 Agravado/doença		Código (CID10)		3 Data da Notificação				
	DOENÇA DE CHAGAS AGUDA		B 57.1						
	4 UF	5 Município de Notificação	Código (IBGE)						
6 Unidade de Saúde (ou outra fonte notificadora)		Código	7 Data dos Primeiros Sintomas						
Notificação Individual	8 Nome do Paciente				9 Data de Nascimento				
	10 (ou) Idade	11 Sexo	12 Gestante		13 Raça/Cor				
	1 - Hora 2 - Dia 3 - Mês 4 - Ano	M - Masculino F - Feminino I - Ignorado	1 - 1º Trimestre 2 - 2º Trimestre 3 - 3º Trimestre 4 - Idade gestacional Ignorada 5 - Não 6 - Não se aplica		1 - Branca 2 - Preta 3 - Amarela 4 - Parda 5 - Indígena 9 - Ignorado				
	14 Escolaridade								
	0 - Analfabeto 1 - 1ª e 4ª série incompleta do EF (antigo primário ou 1º grau) 2 - 4ª série completa do EF (antigo primário ou 1º grau) 3 - 5ª à 8ª série incompleta do EF (antigo ginásio ou 1º grau) 4 - Ensino fundamental completo (antigo ginásio ou 1º grau) 5 - Ensino médio incompleto (antigo colegial ou 2º grau) 6 - Ensino médio completo (antigo colegial ou 2º grau) 7 - Educação superior incompleta 8 - Educação superior completa 9 - Ignorado 10 - Não se aplica								
15 Número do Cartão SUS		16 Nome da mãe							
Dados de Residência	17 UF	18 Município de Residência	Código (IBGE)	19 Distrito					
	20 Bairro	21 Logradouro (rua, avenida,...)		Código					
	22 Número	23 Complemento (apto., casa, ...)		24 Geo campo 1					
	25 Geo campo 2		26 Ponto de Referência		27 CEP				
	28 (DDD) Telefone		29 Zona	30 País (se residente fora do Brasil)					
			1 - Urbana 2 - Rural 3 - Periurbana 9 - Ignorado						
	<b>DADOS COMPLEMENTARES DO CASO</b>								
	31 Data da Investigação		32 Ocupação						
33 Deslocamento (viagens para áreas infestadas até 120 dias antes do início dos sintomas)									
UF		Município							
<table border="1" style="width: 100%; height: 40px;"> <tr> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 20%;"></td> </tr> </table>									
34 Presença de Vestígios de Triatomídeos Intra-Domicílio		35 Data de encontro dos vestígios		36 História de Uso de Sangue ou Hemoderivados nos Últimos 120 Dias					
1 - Sim 2 - Não 3 - Não Realizado 9 - Ignorado				1 - Sim 2 - Não 9 - Ignorado					
37 Existência de Controle Sorológico na Unidade de Hemoterapia		38 Manipulação/Contato de Material com T. cruzi							
1 - Sim 2 - Não 3 - Não se Aplica 9 - Ignorado		1 - Sim 2 - Não 3 - Não se Aplica 9 - Ignorado							
39 Menor ou igual a 9 meses de idade: Mãe com Infecção Chagásica		40 Possibilidade de transmissão por via oral							
1 - Sim 2 - Não 3 - Não se Aplica 9 - Ignorado		1 - Sim 2 - Não 9 - Ignorado							
CHAGAS AGUDA 15/12/2009 MR COREL		Doença de Chagas Aguda Sinan NET SVS 08/10/2009							

## Annexe 8 – Le plan de contrôle de la maladie de Chagas aiguë dans l'état du Pará

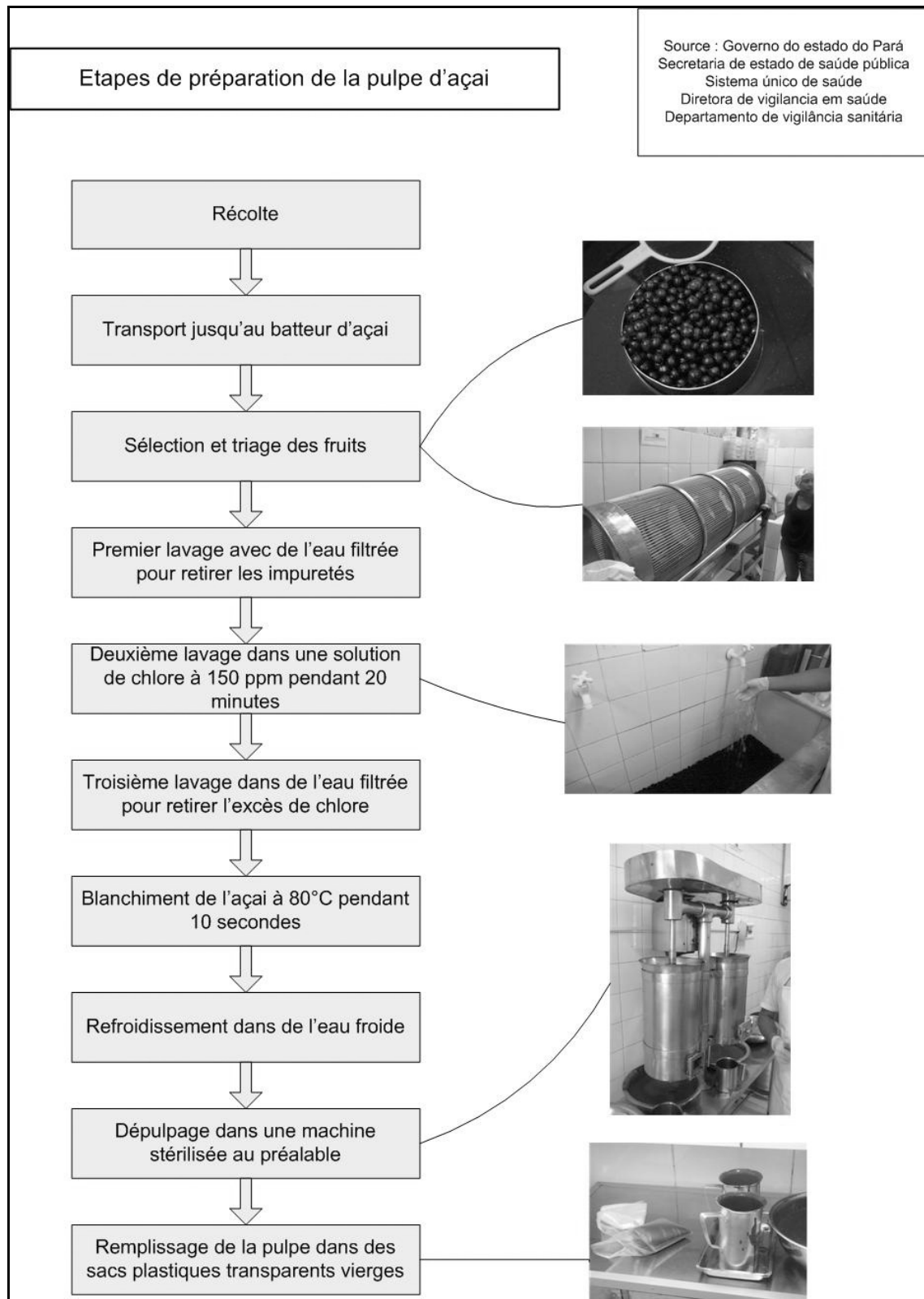
Le plan comprend différents axes d'intervention qui sont détaillés ici (traduction du portugais) :

Axe d'intervention	Contenu	Acteur
Gestion	Pilotage du plan	SESPA
Surveillance épidémiologique	Investigations épidémiologiques après la découverte d'un cas, formation de professionnels et supervisions techniques dans les municipalités prioritaires tous les 6 mois	SESPA, secrétariats municipaux de santé
Surveillance de laboratoire	Analyse des échantillons de sang des cas suspects	LACEN
Soins primaires	Diagnostic, traitement, suivi et accompagnement des patients. 28 formateurs ont été formés pour entraîner 87 médecins et 430 infirmières	SESPA, Hôpital des cliniques à Belém, hôpitaux de la région
Soins complexes	mise en place d'un réseau d'assistance et achat de matériel pour évaluer, traiter et suivre les cas les plus graves (138 cas sont accompagnés actuellement)	SESPA, Hôpital des cliniques, hôpitaux de la région
Surveillance sanitaire	Surveillance de la qualité de la production et de la manipulation des aliments impliqués dans la transmission de la maladie de Chagas aiguë (açai surtout, voir plus bas).	SESPA, secrétariats de santé
Surveillance environnementale et entomologique	Captures de triatomines lors des investigations de cas (réalisées dans 26 municipalités) et là où des insectes ont été trouvés (6 municipalités)	LACEN (équipe d'entomologie)
Education en santé et mobilisation sociale	Développement d'actions en éducation à la santé dans les 86 municipalités prioritaires (fait dans 38 municipalités, avec distribution de documents et de tracts)	SESPA, secrétariats municipaux de santé

Le plan comprend aussi des axes de recherche et il existe des partenariats entre la SESPA, des universités (l'Unicamp par exemple) et l'Institut Oswaldo Cruz à Rio :

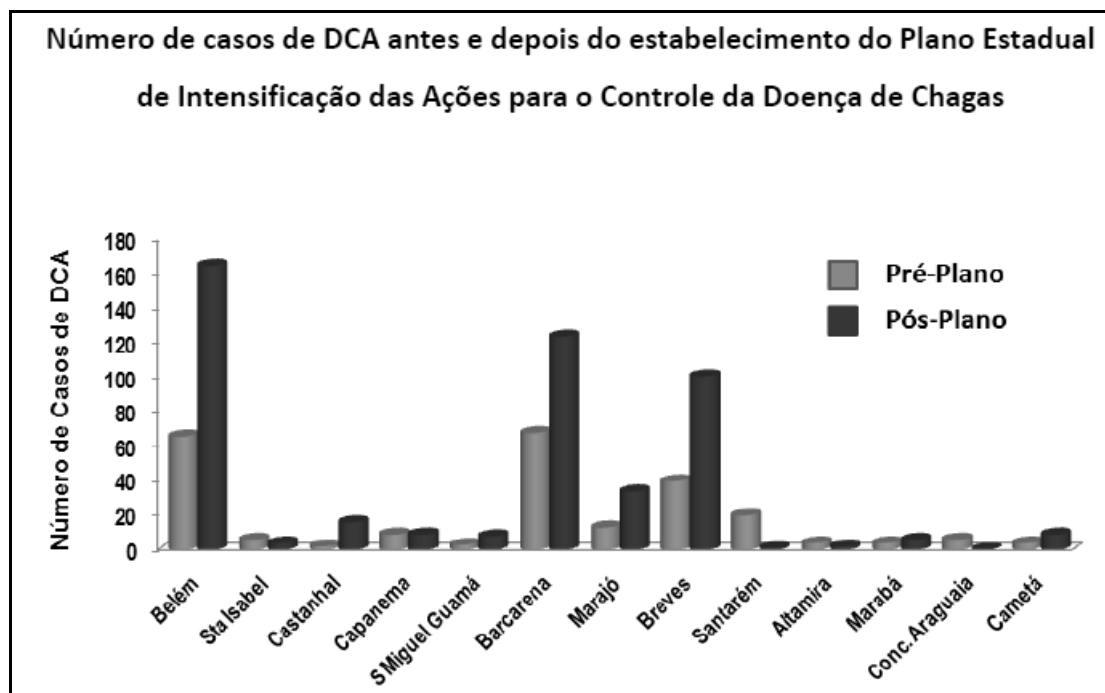
Axe de recherche	Projets
Qualité des aliments	Etude de techniques et de l'optimisation des conditions qui assurent l'inocuité de l'açaï (pasteurisation, congélation et blanchiment)
Ecologie des vecteurs, du parasite et des réservoirs	Diversité génétique de <i>T. cruzi</i> , des réservoirs et des vecteurs sylvestres du Pará
	Ecologie de la transmission de <i>T. cruzi</i> entre les hôtes mammifères domestiques et sylvestres, diagnostic du cycle.
	Nouvelles méthodologies de capture et de détection des triatomines dans les différents biotopes

Dans le cadre de la surveillance sanitaire, les établissements producteurs de pulpe d'açaï (les *batedores*) peuvent s'ils le souhaitent s'inscrire dans le programme du plan du Pará. Des conseils en matière de traçabilité et d'hygiène leur sont alors promulgués par des agents sanitaires de la SEPSA. Le process de préparation de l'açaï qui est conseillé est :

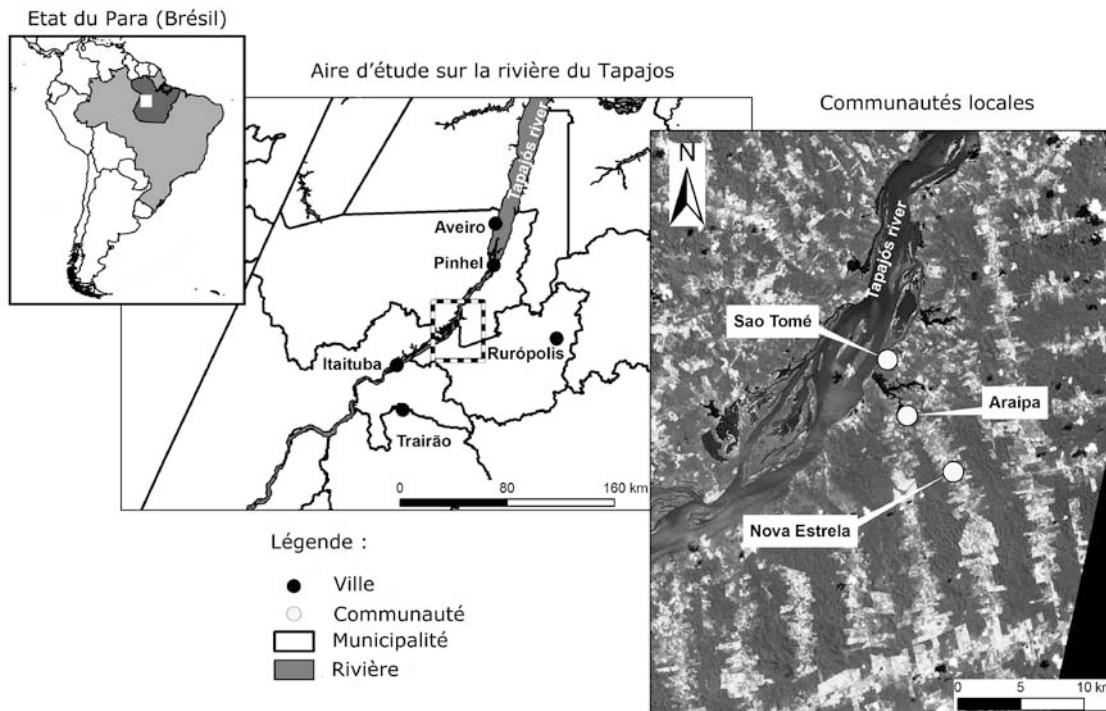


En tout, ce sont 3409 établissements de production d'açaï qui ont été répertoriés et 124 qui ont été inspectés. Actuellement, la SESPA essaye d'implanter des actions en amont de chaîne de préparation de l'açaï : sur le marché de Belém où des tonnes d'açaï sont acheminées chaque jour en créant des entrepôts sûrs hygiéniquement, sur les bateaux qui transportent l'açaï...des réflexions sont également en cours pour mettre en place la méthode HACCP.

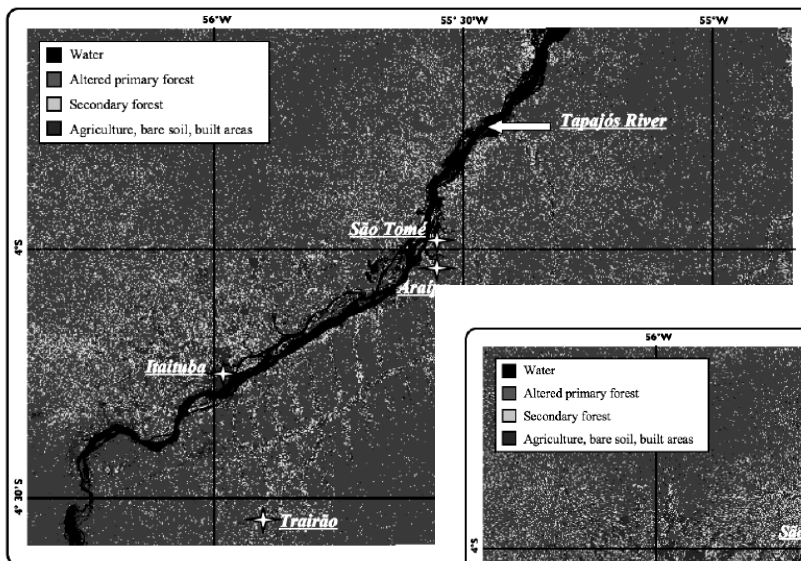
La figure suivante montre le nombre de cas de maladie de Chagas aiguë enregistrés dans plusieurs villes du Pará avant et après la mise en place du plan de contrôle de la région. La surveillance mise en place a bien conduit à une augmentation de la notification du nombre de cas.



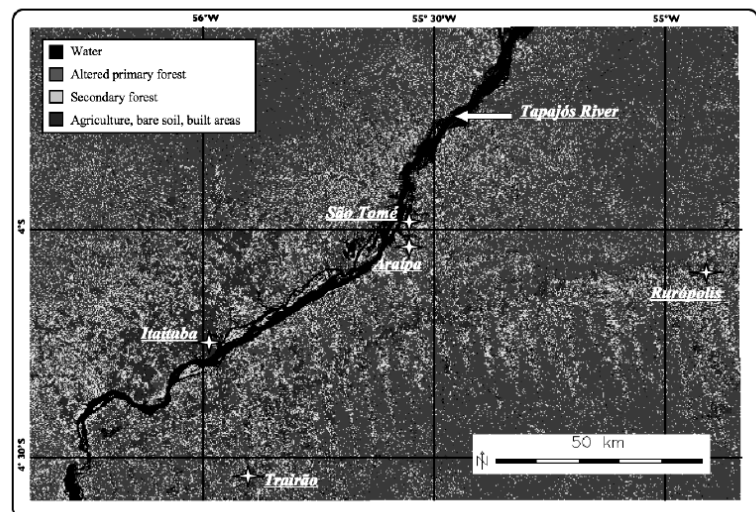
Annexe 9 – Aire d'étude du projet PLUPH



1986



2009



Annexe 10 – Chronogramme d'activités (évènements principaux)

Décembre 2010 – Mars 2011	
Construction du projet de mémoire, démarches administratives (bourses, visa...)	
Avril 2011	
Travail préliminaire et rédaction de la note de cadrage	
14 avril	Présentation de la note de cadrage
28 et 29 avril	Participation aux journées de l'InVS – Veille et surveillance sanitaire, quelles données pour l'action publique ?
Mai 2011	
2 - 17 mai	Travail préparatoire à Paris avec Christine Romana (Université Paris Descartes, PLUPH) et Ricardo De Gainza (Pertina) et constitution de la bibliographie.
18 mai	Déplacement à Brasilia au Brésil
Poursuite de la bibliographie, préparation des entretiens et prises de contacts	
25 mai	Rencontre avec Frédéric Mertens et Carlos Passos et présentation des objectifs du mémoire au Centre de Développement durable de l'Université de Brasilia
27 mai	Rencontre avec Jean-Loup Guyot de l'IRD de Brasilia (membre du conseil exécutif du PLUPH)
31 mai	Rencontre avec Leandra Fatorelli (PLUPH)
Juin 2011	
Poursuite de la bibliographie, préparation des questionnaires et prises de contacts	
15 juin	Entretien avec George Porto Ferreira (IBAMA) Entretien avec André Fenner (FIOCRUZ)
17 juin	Entretien avec Rodrigo Gurgel Goncalves (UnB) Entretien avec Marcos Obara (Ministère de la santé)
20 juin	Entretien avec Helen Gurgel (Ministère de l'Environnement)
24 juin	Entretien avec Renato Vieira Alves et Priscilleyne Reis (Ministère de la santé)
25 juin	Déplacement à Belém
27-29 juin	Participation au séminaire de la SESPÀ sur la maladie de Chagas
Juillet 2011	
Poursuite des entretiens à Belém et premières exploitations des résultats	
5 juillet	Entretien avec Aldo Valente (IEC)
6 juillet	Entretien avec Elenild Goes et Soraya Santos (SESPA)
8 juillet	Entretien avec Ana Yece (IEC)
15 juillet	Entretien avec Dorilea Sales (SESPA)
18 juillet	Visite de trois producteurs d'açaï à Belém avec D. Sales
19 juillet	Déplacement à Santarém
27 juillet	Entretien avec (Projet Saude e Alegria)
28 juillet	Entretien avec Elizangela Real (SESPA Santarém)
29 juillet	Entretien avec Sheyla Mara Oliveira (UEPA)



Août 2011	
3 août	Entretien avec Franscilleno Sousa Rêgo (Secrétariat municipal de Santé)
7 août	Retour à Brasilia
Poursuite de l'exploitation des informations recueillies lors des entretiens, rédaction du mémoire.	
Septembre 2011	
2 septembre : Remise du mémoire	



Centro de Desenvolvimento Sustentável  
Universidade de Brasília

Brasília, 21 de junho de 2011

Caro Senhor,

Somos estudantes do Programa de Engenharia Sanitária da Escola de Altos Estudos em Saúde Pública em Rennes (França), e estamos realizando um estágio no Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília (CDS/UnB). Nossas atividades são desenvolvidas no âmbito do projeto '*Poor Land Use, Poor Health – PLUPH*' (Estratégias de Uso da Terra e impactos sobre a Saúde Humana), enfocando particularmente os fatores de risco ligados à doença de Chagas e à exposição humana ao mercúrio na bacia do rio Tapajós, região oeste do Estado do Pará. Trabalhamos com os pesquisadores Christina Romaña na Universidade Paris V (René Descartes – França), e com Frédéric Mertens e Carlos Passos no CDS/UnB.

Estamos estudando que tipo de sistema de vigilância poderia se estabelecer para a doença de Chagas e a exposição ao mercúrio na referida região. Sabemos que existe um sistema de vigilância e um protocolo oficial para encaminhamento de casos chagásicos agudos, e gostaríamos de saber como funciona, além de estudar as possibilidades de sua melhoria. Quanto à exposição ao mercúrio, não existe um sistema atual de vigilância e nosso objetivo seria dar uma singela contribuição no atual processo de construção deste sistema.

Especificamente, para esses dois problemas de saúde pública, vamos levar em conta diversos fatores: as especificidades de cada um dos riscos, os fatores ambientais, as populações e o funcionamento do sistema brasileiro de saúde (SUS) com os diferentes atores desde o nível local até o federal. O principal objetivo dessa reflexão seria propor alguns elementos iniciais de um sistema de monitoramento das áreas e populações em risco, além de uma melhor prevenção de ambos os problemas em regiões abrangidas por florestas tropicais úmidas.

Estaríamos muito interessados em encontrar você para discutir esses temas e ouvir seu ponto de vista. Esse encontro envolveria uma rápida apresentação dos nossos projetos e uma entrevista para aprofundar as questões referentes aos sistemas de vigilância em saúde ambiental, especificamente para doença de Chagas e exposição ao mercúrio.

Aguardamos sua resposta a este convite e nos colocamos à disposição para quaisquer esclarecimentos que se fizerem necessários.

Atenciosamente,

Arnaud Dallongeville  
Engenheiro em Bioquímica e Biotecnologia  
Estudante do Programa de Engenharia Sanitária  
Escola de Altos Estudos em Saúde Pública (França)  
[arnaud.dallongeville@eleve.ehesp.fr](mailto:arnaud.dallongeville@eleve.ehesp.fr)  
Fone : 55 61 - 8173 2486

Virginie Le Bris  
Engenheira de Alimentos e Saúde Pública  
Estudante do Programa de Engenharia Sanitária  
Escola de Altos Estudos em Saúde Pública (França)  
[virginie.lebris@eleve.ehesp.fr](mailto:virginie.lebris@eleve.ehesp.fr)

Annexe 12 – Liste des personnes interrogées

<b>Personnes interrogées</b>	<b>Institution et statut</b>	<b>Date de l'entretien</b>
Jean-Loup Guyot	Institut pour la Recherche et le Développement, Brasilia	27 mai 2011
George Porto Ferreira	IBAMA, Brasilia – Centre de télédétection	15 juin 2011
André Fenner	FIOCRUZ, Brasilia	15 juin 2011
Dr Rodrigo Gurgel	UnB, Brasilia	17 juin 2011
Dr Marcos Takashi Obara	Ministère de la santé, secrétariat de surveillance en santé (SVS), département de surveillance épidémiologique (DSE)	17 juin 2011
Helen Gurgel	Ministère de l'environnement, Brasilia	20 juin 2011
Renato Vieira Alves	Ministère de la santé, SVS – chef du DSE	24 juin 2011
Priscilleyne Ouverney Reis	Ministère de la santé, SVS – DSE, infirmière, équipe technique maladie de Chagas	24 juin 2011
Dr Sebastião Aldo da Silva Valente	Institut Evandro Chagas, Belém, chef de la section parasitologie	4 juillet 2011
Elenild Goés	SESPA, Belém, Groupe technique sur Chagas	5 juillet 2011
Soraya Oliveira Dos Santos	SESPA, Belém, Groupe technique sur Chagas	5 juillet 2011
Ana Yecê Neves Pinto	IEC, Belém, Médecin	8 juillet 2011
Dorilea Sales	SESPA, Belém, Section de la surveillance sanitaire	15 juillet 2011
Producteurs d'açaï	Belém	18 juillet 2011
David Pompermaier	ONG Saúde e Alegria, Santarém	27 juillet 2011
Elizangela Leal	Laboratoire d'entomologie, SESPA Santarém	28 juillet 2011
Sheyla Mara Oliveira	UEPA, Santarém	29 juillet 2011
Franscilleno Sousa Rêgo	Secrétariat municipal de santé, Santarém	6 août 2011

### **Caractérisation de la maladie de Chagas aiguë en Amazonie brésilienne**

---

Quelles sont vos connaissances d'un point de vue : sources environnementales, situation d'exposition des populations ?

---

Epidémies rapportées dans la région ? Où ? Nombre de cas ? Mortalité ? Origine ? Aliments incriminés ?

---

Insectes : espèces, nombre, habitat, distribution, dispersion, relation avec le climat, variations saisonnières, urbain ou rural, etc...

---

Isolats de T cruzi : virulence, pathogénicité...

---

Réservoirs animaux : combien, quand, où

---

Quelles sont les activités humaines les plus exposées ?

---

Formation des médecins : quelles sont leurs connaissances sur la problématique, existe-t-il un système de formation continue, un réseau d'informations ?

---

Où trouve-t-on les indicateurs type mortalité par insuffisance cardiaque ?

---

Qui fait les autopsies ?

---

Qui informe qui lors de la détection d'un cas de Chagas ? Qui fait le diagnostic et où ? Avec quelle méthode ?

---

Quels sont les dispositifs des hôpitaux par rapport à la maladie de Chagas ? Les spécialisations nécessaires? Où sont les cardiologues, les parasitologues, les neurologues, les entomologistes ?

---

Avez-vous le matériel nécessaire pour les examens à effectuer en présence d'un cas suspect ?

---

Quels examens faites-vous le plus souvent ? Renvoyez-vous le patient vers une plus grosse structure en cas d'incertitude ?

## **Le système de surveillance et d'alerte pour la maladie de Chagas en Amazonie brésilienne**

---

A votre connaissance, existe-il déjà un système de surveillance de ce problème ? Lequel ? Comment fonctionne-t-il ?

---

Quel est le niveau d'implication de votre service par rapport à ce problème et par rapport au système de surveillance ?

---

Comment ce niveau d'implication de votre service par rapport à ce problème et dans ce système est-il défini ? (orientations générales des politiques publiques, directives précises à appliquer, mode de transfert des informations ?)

---

Considérez-vous la maladie de Chagas en Amazonie brésilienne comme un problème de santé publique ?

---

Quelles limites/freins voyez au développement de la surveillance et de la mise en place d'actions par rapport à cette problématique d'un point de vue général ?

---

*Concernant le système SINAN :*

---

\* Avez-vous des données récentes ?

---

\* Peut-on supposer une sous-estimation des cas ? Pour quelles raisons ?

---

\* Qui enregistre les cas ? Cela est-il vraiment systématique ?

---

\* Quelle utilisation avez-vous de ce réseau ?

---

\* Rencontrez-vous des difficultés par rapport à ce réseau ? Quelles améliorations pourraient y être apportées ?

---

*Surveillance sanitaire des aliments à risque :*

---

\* Avez-vous des informations/une visibilité concernant les cas de contamination des aliments à T.cruzi ?

---

\* Une surveillance sanitaire alimentaire existe-t-elle ?

---

## Le réseau d'acteurs

---

Comment se fait la remontée des informations entre le local et le régional ?

---

Avec quelles institutions/agences qui sont impliquées dans la surveillance et la gestion de ce problème, travaillez-vous ?

---

\* Autre service de niveau hiérarchique équivalent ?

---

\* Avec des services/personnes d'un autre niveau hiérarchique, supérieur ou inférieur ?

---

\* Dans quel cadre ?

---

Comment se fait la circulation des informations, sous quelle forme ?

---

\* Ecrits ? Lesquels ?

---

\* Réunion ? A quelle fréquence ? Décidées par qui ?

---

Pour le problème de la maladie de Chagas, qui pensez-vous qu'il serait judicieux/nécessaire d'associer à ce réseau ?

---

Quel circuit de communication vous paraîtrait être efficace dans ce cadre ?

---

*Selon vous, qui serait le plus à même de :*

---

\* Collecter

---

\* Faire remonter

---

\* Analyser

---

\* Exploiter

---

\* Centraliser

---

***Entretien réalisé avec Renato Vieira Alves le 24 juin 2011, du département de surveillance du Ministère de la Santé, Brasília.***

**La maladie de Chagas en Amazonie, un problème de santé publique ?**

En Amazonie, la maladie de Chagas a une autre dimension/magnitude que celle qu'elle a pu avoir dans le sud du Brésil. Les cas chroniques se comptaient alors par millions, la transmission était continue dans une région énorme et dense pendant des décennies. La maladie de Chagas aiguë est une préoccupation d'un point de vue de la surveillance car cette dernière n'a jamais été développée pour ce type de transmission. L'impact de la maladie de Chagas en Amazonie est également moindre que celui d'autres maladies comme la dengue ou la malaria. Ces dernières occasionnent un nombre de cas beaucoup plus important et tuent bien davantage.

**La surveillance en Amazonie**

Il n'a pas été démontré une augmentation de cas dans la région amazonienne. On perçoit aujourd'hui un plus grand nombre de cas du fait de la surveillance qui a été implantée en 2006. A l'origine, c'est une épidémie à Santa Catarina avec du jus de canne à sucre qui a interpellé les services de santé publique et entraîné le développement de politiques de santé pour la maladie de Chagas dans cette région. Et cette surveillance dépend aussi fortement des facteurs politiques, le nombre de cas a par exemple chuté de 50% en 2010 du fait d'un problème politique.

La surveillance des aliments au Brésil est distincte de la surveillance de la maladie de Chagas. Pour cette dernière, lorsqu'un cas est confirmé se met en place une investigation épidémiologique, des examens et un accompagnement des patients.

L'état du Para a amorcé la surveillance et la gestion de la maladie de Chagas en sensibilisant, mettant à disposition des cardiologues pour faire les consultations. Ils ont un hôpital de référence pour accompagner les cas et ils travaillent conjointement avec les services de la malaria. Quand un cas est confirmé, toute la famille est investiguée et les individus atteints sont suivis pendant 5 ans d'un point de vue cardiaque.

**Les difficultés de la surveillance dans la région amazonienne**

La région amazonienne est vaste et les différentes localités très éloignées les unes des autres. Aux difficultés d'accès s'ajoutent les lacunes en terme de services de santé et l'absence d'un traitement efficace. Dans le doute d'être correctement soignées, les personnes ne s'adressent souvent pas à un médecin, ce dernier étant souvent très éloigné

du lieu d'habitation. On ne sait pas exactement dire aujourd'hui où surviennent des cas car le lieu de résidence est distinct du lieu de notification et l'information n'est pas gardée.

Il reste aujourd'hui beaucoup de zones silencieuses où la surveillance est inexistante, là où le plan n'a pas été implanté. Certaines municipalités n'ont ni téléphone ni internet, et parfois pas même de médecin.

Les actions locales sont à la charge des municipalités et ces dernières n'en font pas forcément. La municipalité doit embaucher du personnel et a besoin d'argent pour cela. L'argent ne suffit souvent pas, le fonctionnement étant lent et les salaires bas, ce qui n'encourage pas les médecins à travailler dans la région.

Le travail au niveau du ministère est difficile car beaucoup de systèmes et de réalités différentes doivent être prises en compte.

Il y a des personnes formées pour utiliser les fiches mais les changements de personnel sont très importants au Brésil et les formations doivent donc être continues.

Il est difficile de faire de la sensibilisation en continu (tous les ans).

Trois personnes seulement travaillent au ministère, pour construire et surveiller le système et répondre aux demandes. De plus, les personnes ont des contrats courts (11 mois) et cela ne suffit pas pour prendre en main réellement un problème. Mais cela n'est pas spécifique de la maladie de Chagas, le problème est le même pour toutes les maladies.

### **L'impact de la déforestation**

On ne connaît pas aujourd'hui l'impact de la déforestation sur l'incidence de cas. Cela est possible mais il n'y a pas eu d'étude qui tentait de comparer les zones défrichées des zones encore vierges. Le risque dépend de chaque situation et il y a beaucoup d'espèces de triatomines impliquées. Par ailleurs, la déforestation est très importante en Amazonie et les populations s'y sont habituées et parviennent à vivre avec.

Le ministère de la santé et l'état du Para travaillent de manière conjointe. Le ministère a créé le programme EPSUS avec un groupe à disposition pour appuyer les investigations de cas. Le rôle du ministère est de superviser les actions et de faire des visites occasionnelles. Le réseau de laboratoire, une structure nationale, dépend lui aussi du ministère.

Au Brésil, la surveillance est décentralisée, tous les états ont une autonomie. Par conséquent chaque municipalité a ses propres actions et l'état fédéral ne peut pas agir directement aux niveaux de l'état et municipal. L'autonomie doit être préservée.

### **La maladie de Chagas et l'açaï**

L'état d'Amapa a une consommation plus grande d'açaï mais on détecte moins de cas de maladie de Chagas du fait de l'absence de surveillance.



Pour tous les aliments au Brésil, il existe une législation de bonnes pratiques. Le plus grand problème aujourd'hui est celui des petits producteurs, bien différents des industries qui font des lavages et un chauffage du produit, cela diminuant beaucoup la charge parasitaire. Une étude de l'UNICAMP a montré que la pasteurisation tue le parasite. Le problème est que les petits producteurs ne lavent pas l'açaï. Il faut les encourager à respecter certaines pratiques aujourd'hui : le lavage, le chauffage et la protection des appareils de presse (couvrir le dessus).

Lors d'une investigation de cas, il y a une enquête alimentaire mais celle-ci reste très incomplète. En effet, l'açaï consommé n'est pas conservé. Dans la majorité des cas, il est battu puis consommé immédiatement. On suppose donc à chaque fois que l'açaï était responsable du ou des cas. Et les personnes consomment beaucoup d'açaï, elles se rappellent davantage en avoir consommé. Ce qui n'est pas le cas du jus de canne à sucre ou du bacaba, eux aussi consommés mais en moindres quantités, qui peuvent aussi être incriminés.

### **La transmission mère-enfant**

Il n'existe pas au Brésil de détection systématique durant l'examen prénatal. Elle peut être réalisée si le médecin le souhaite pas elle n'est pas obligatoire. Si la mère sait qu'elle est porteuse, et dans beaucoup de cas elle l'ignore, le test sera fait.

### **La surveillance environnementale**

Il existe un modèle mais il ne fonctionne pas encore (le SIOC), qui a été créé mais pas implanté. Pour l'instant, on observe deux types de surveillance dans la région amazonienne :

- une surveillance passive : quand les gens identifient des triatomines, ils les apportent aux postes d'identification (PITS) qui les transmettent à d'autres centres qui vérifieront si elles sont contaminées. Mais toutes les personnes qui trouvent des insectes ne les apportent pas forcément aux PITS.

- une surveillance active : on vérifie dans les lieux de résidence s'il y a présence de triatomines, à l'état de nymphe ou adulte. Si on en identifie, on fait un traitement à l'insecticide. On vérifie aussi qu'il n'y a pas d'infestation. Mais cela est discuté pour voir quelle est le potentiel de domiciliation des espèces.

### **Perspectives**

Un système pour croiser les informations cas et la présence de triatomines.

Surveillance des cas chroniques, ces derniers n'étant pour le moment que de la responsabilité du secrétariat d'assistance du ministère de la santé, qui garantie l'assistance aux personnes (le transport, les transplantations cardiaques...tout est gratuit).

Il n'existe pas d'indicateur pour la surveillance. Tout ce qui est fait aujourd'hui est de l'investigation de cas, et un travail de surveillance épidémiologique et entomologique. Il n'y a pas d'indicateurs environnementaux pour la région amazonienne.

La situation est très hétérogène au Brésil, certains états fonctionnent très bien. La surveillance de la maladie de Chagas doit être évaluée car la situation n'est pas encore bien établie, beaucoup d'améliorations et d'adaptations à la situation actuelle sont nécessaires, en particulier pour la surveillance environnementale. Il ne faut pas limiter cette dernière à l'identification des triatomines dans les maisons. La mettre en place est un défi et il faut aussi prendre en compte la question de l'occupation du territoire et de la proximité des habitations aux zones de risque.

On doit aujourd'hui se focaliser sur les espèces impliquées, un composant fondamental de l'évaluation de risque. La proximité seule ne va pas nous dire s'il existe un risque de contamination ou non, cela dépend aussi de l'espèce du vecteur impliqué, de la diversité de la faune de la région, un facteur déterminant aussi.

La dégradation de l'environnement augmente aussi le risque. Pour chaque situation on pourrait déterminer le risque et les interventions adéquates à chaque situation. Une évaluation détaillée est importante.

Tout cela reste un défi mais la participation des états est importante. Ils ont une vue plus précise de la région, particulièrement en Amazonie où la diversité est très importante.

Annexe 15 – Carte de localisation des différentes espèces de palmiers du genre *Attalea* susceptibles d'héberger des triatomés dans la région d'étude

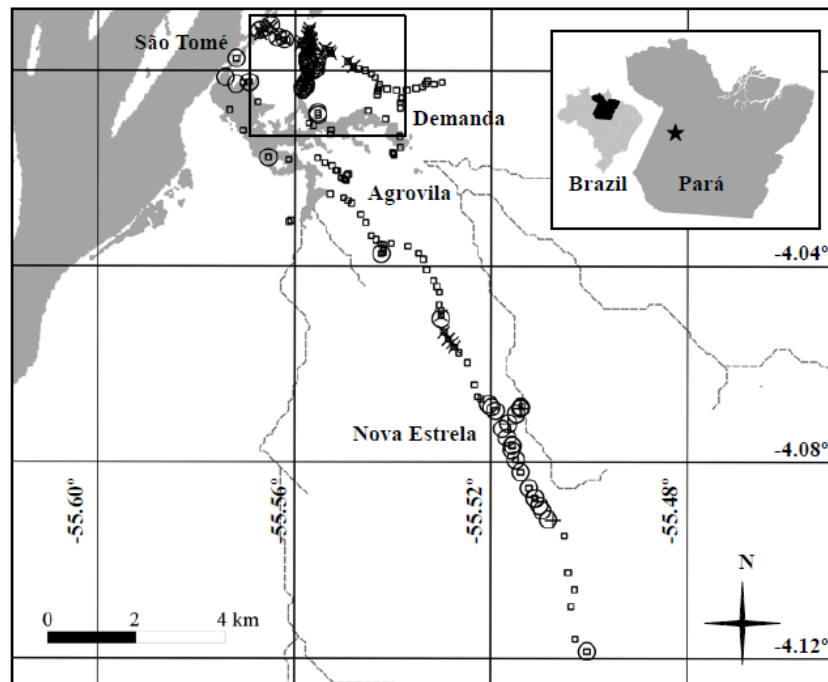


Figure 1 : carte de distribution des espèces et variétés de palmiers recensés du genre *Attalea* dans les communautés de São Tomé, Demanda, Agrovila et Nova Estrela (Pará, Brésil). Les zones grises sont les plans d'eau et les ruisseaux (prédites à partir d'une DEM SRTM) sont identifiés par des lignes discontinues. La présence d'une espèce ou d'une variété est donnée à chaque point d'échantillonnage. Un agrandissement de la zone encadrée est donné sur la figure 2.

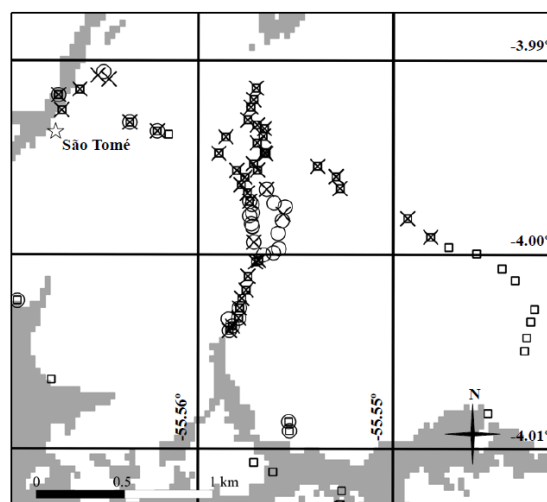
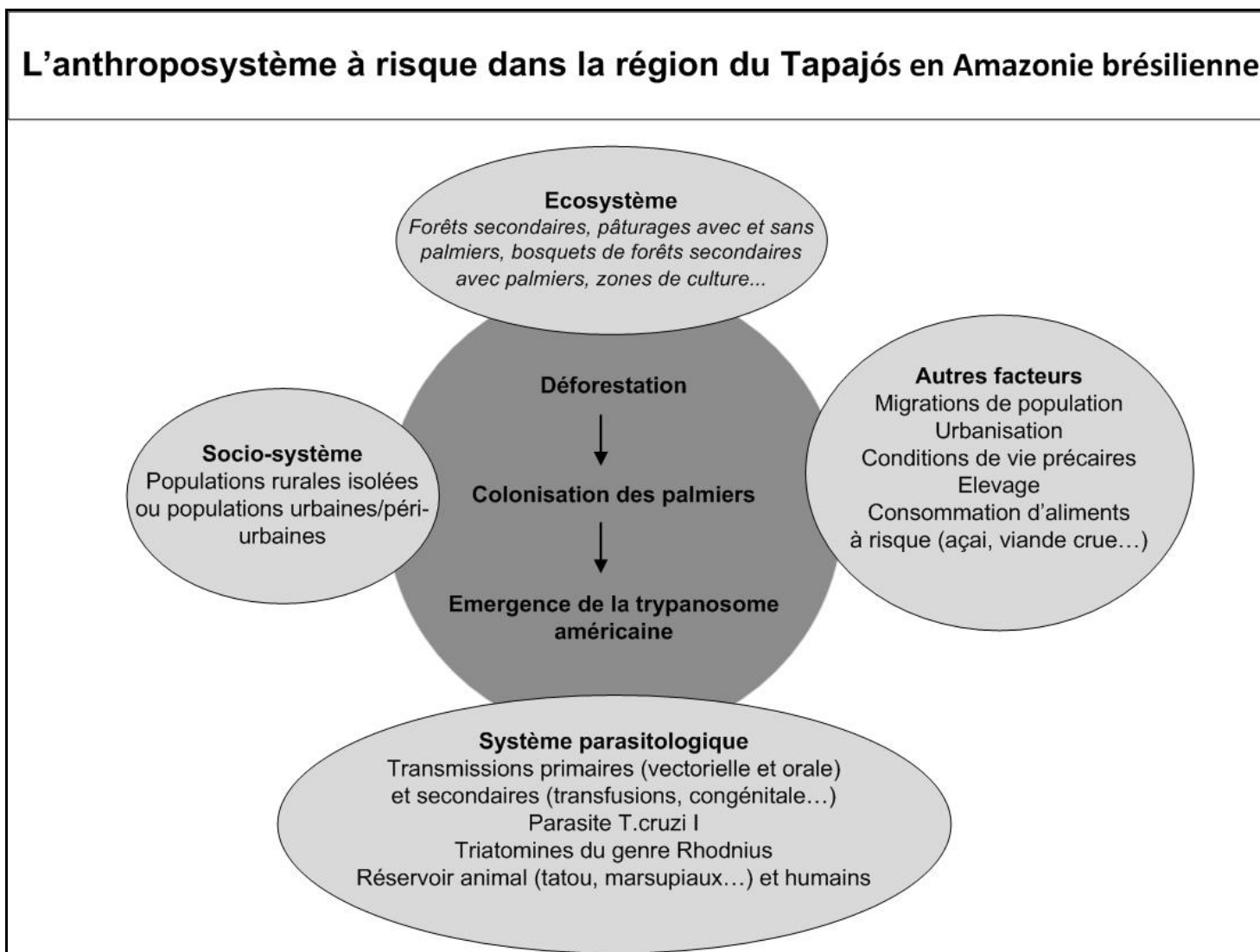


Figure 2 : carte de distribution des espèces et variétés de palmiers recensés à proximité de la communauté de São Tomé (Pará, Brésil). Les zones grises sont les plans d'eau. Le centre de la communauté de São Tomé est identifié par le symbole ☆. La présence d'une espèce ou d'une variété est donnée à chaque point d'échantillonnage.



Annexe 17 – Proposition de dispositif de contrôle de l'anthroposystème

<b>Domaine</b>	<b>Action</b>	<b>Contenu</b>	<b>Acteurs</b>	<b>Ce qui existe déjà</b>
<b>Information et éducation des populations</b>	Campagnes d'information sur la maladie de Chagas	Symptômes, voies de transmission...à destination des communautés isolées surtout	Secrétariats municipaux de santé, associations (Saude e Alegria par exemple), populations	Amorcé dans le cadre du plan du Para
	Campagnes d'information sur l'habitat	Isolation des maisons, matériaux de construction plus étanches		Non existant a priori
	Campagnes d'information sur la consommation d'aliments à risque	Risque entraîné par la consommation de certains aliments (açai...) et précautions à prendre lors de la préparation (protection des appareils, attention à la lumière électrique)		Amorcé dans le plan du Para mais trop confidentiel pour l'instant
	Campagnes d'information sur les risques entraînés par certaines pratiques	Chasse, nuits dans la forêt... conseils en terme de protection individuelle (utilisation de produits répulsifs, de moustiquaires...)		
<b>Production et préparation d'aliments à risque – prévention sanitaire</b>	Campagnes d'information à destination des producteurs des fruits	Contamination par les insectes des fruits, premier nettoyage nécessaire pour assurer la qualité sanitaire.	Secrétariats municipaux de santé	Non existant a priori
	Règles de bonnes pratiques pour les préparateurs de jus de fruits	Lavages, pasteurisation, bonnes conditions de préparation et de stockage...		Etat du Para, demande à être étendu à tous les préparateurs d'açai en particulier et aux autres aliments.
<b>Gestion environnementale</b>	Gestion des populations de palmiers	Repérage des palmiers à risque (les plus grands et les plus âgés) et coupes régulières pour éviter l'amoncellement de matière organique et limiter le développement des triatomines.	Secrétariats municipaux de santé, populations	L'IBAMA protège la diversité animale et végétale et proscrit la coupe totale des palmiers, cette gestion durable encore inexistante pourrait s'appliquer
	Gestion de la forêt et des ressources naturelles	Limiter la déforestation non-contrôlée et développer des pratiques de cultures durables qui remplaceraient en partie les palmiers	Ministère de l'environnement, associations et projets de recherche	Certains projets le font déjà, demande à être étendu.

			(SLUBH...), populations.	
<b>Surveillance entomologique et des réservoirs</b>	Triatomines	Recherche et collecte de triatomines régulières dans l'environnement domiciliaire et péri-domiciliaire et analyse par les PITs et les laboratoires. Renforcement du réseau des PITs pour l'identification des triatomines et les tests d'infectiosité.	Populations, PITs, LACEN, ministère de la santé, états.	Limité aux campagnes de recherche scientifique et non généralisé
	Réservoirs	Analyse des animaux de l'environnement péri-domiciliaire (sauvages ou non) pour connaître leur taux d'infection à T.cruzi.	Populations, secrétariats municipaux de santé, LACEN.	Non existant a priori
<b>Surveillance clinique des populations</b>	Surveillance des flux migratoires	Enregistrement des nouveaux arrivants dans les villes et communautés et tests pour différentes maladies dont la maladie de Chagas.	Secrétariats municipaux de santé, hôpitaux.	Non existant a priori et cela pose des problèmes éthiques (moins important au Brésil qu'en France cependant)
	Tests réguliers de la population pour la maladie de Chagas	Systématique pour les transmissions congénitales et pour les donneurs de sang et d'organes, puis à intervalles réguliers lors des contrôles de routine, afin de détecter les cas aigus et chroniques.	Médecins, hôpitaux, associations (Saude e Alegria).	Fait pour les donneurs de sang et d'organes et pour les femmes enceintes dont on connaît le statut séropositif
<b>Détection, diagnostic, traitement et suivi de la maladie de Chagas</b>	Augmenter la couverture médicale pour cette maladie	Campagnes de financement et d'encouragement pour l'installation de médecins et de personnel médical dans la région amazonienne (à destination des zones isolées surtout).	Ministère de la santé, états, réseau des médecins.	Non existant a priori
	Améliorer le traitement et le suivi à long terme	Formation du personnel de santé dans les hôpitaux, mise à disposition de matériel pour le dépistage et le suivi de la maladie de Chagas.	Ministère de la santé, états, hôpitaux.	Amorcé avec le plan du Para
	Améliorer le dépistage	Création de laboratoires de référence locaux	Etats, LACEN, ministère de la santé.	Non existant a priori, actuellement tout est centralisé au LACEN de Belém

Annexe 18 – Proposition de modèle de système de surveillance et d’alerte pour la maladie de Chagas en Amazonie brésilienne

<b>Surveillance sanitaire et/ou environnementale</b>		
<b>Mesurer</b>		
	<b>Surveillance environnementale</b>	<b>Surveillance sanitaire</b>
S1(Acteur)	Ministère de la santé	Ministère de la santé, SESPA, secrétariats municipaux de santé, hôpitaux, médecins
S2(Information)	Indicateur : Présence de palmiers à moins de 600 mètres des habitations	Indicateur c1 : Taux de décès par insuffisance cardiaque/(Taux de centres de soins, de centres d'analyse et de médecins)
S3 (Ressources/Moyens)	Utilisation de la télédétection, lecture de cartes satellites de manière périodique (fournies par l'IBAMA) et identification de zones à risque	Enquêtes régulières auprès des secrétariats de santé, des hôpitaux et des médecins, utilisation des données du DATASUS
<b>Détecter les anomalies</b>		
	<b>Surveillance environnementale</b>	<b>Surveillance sanitaire</b>
S1	Ministère de la santé	Ministère de la santé
S2	Présence d'au moins un palmier à moins de 600 mètres des habitations	Indicateur supérieur à un seuil qui reste à définir
S3	?	?
<b>Déclencher le signal</b>		
	<b>Surveillance environnementale</b>	<b>Surveillance sanitaire</b>
S1	Ministère de la santé	Ministère de la santé
S2	Zone potentiellement à risque de transmission de la maladie de Chagas vectorielle ou orale	Zone où un taux élevé de personnes contaminées est suspecté et où les moyens d'analyse et de traitement ne suffisent pas
S3	Système d'alerte informatisé à destination des communautés concernées par le risque via les secrétariats municipaux de santé	Système d'alerte à destination des secrétariats de santé et des centres de soins
<b>Signalement</b>		
<b>Vérifier les signaux</b>		
	<b>Surveillance environnementale</b>	<b>Surveillance sanitaire</b>
A1(Acteur)	Secrétariat de santé et communautés	Centres de soins, médecins, réseau de laboratoire

	A2(Information)	Contrôle sur le terrain du nombre de palmiers à moins de 600 mètres des habitations	Tests des personnes présentant des problèmes cardiaques, autopsies des corps de patients décédés d'insuffisance cardiaque
	A3 (Ressources/Moyens)	Personnel et véhicules	Équipement spécifique à disposition pour réaliser les tests de séropositivité, personnel qualifié
<b>Evaluer l'impact</b>			
		Surveillance environnementale	Surveillance sanitaire
	A1	Secrétariats de santé, SESPA, ministère de la santé	Ministère de la santé
	A2	Les palmiers trouvés grâce à l'information satellitaire couplée à d'autres facteurs de risque (densité des maisons, déforestation...) permettent d'évaluer l'impact	Couplage à d'autres données sociologiques/économiques ?
	A3	Enquêtes et observations sur le terrain	?
<b>Investiguer</b>			
		Surveillance environnementale	Surveillance sanitaire
	A1	Secrétariats de santé, communautés, réseau de laboratoires	Secrétariats municipaux de santé, SESPA
	A2	Recherche de vecteurs et de réservoirs contaminés	Recherche des modes de contamination, croiser avec les données environnementales
	A3	Pièges à insectes, flux d'échantillons en place, réseau des PITs, matériel d'analyse à disposition dans chaque secrétariat municipal	Personnel qualifié des secrétariats de santé, communication effective avec les agents chargés des données environnementales
<b>Gérer</b>			
<b>Mise en œuvre du plan d'actions</b>			
		Plan d'action environnemental	Plan d'action sanitaire
	G1(Acteur)	Secrétariat de santé, communautés	Ministère de la santé, SESPA, secrétariats municipaux de santé, hôpitaux, médecins
	G2(Information)	Elagage des palmiers proches des habitations et du péri-domiciliaire dans les zones à risque confirmé	Augmentation du réseau de prise en charge, information de la population quand au risque, traitement des personnes ayant des problèmes cardiaques...
	G3 (Ressources/Moyens)	Matériel de coupe, insecticides ou moyens de lutte anti-vectorielle 'biologiques'	Beaucoup de moyens sont nécessaires, pour l'instant assez irréaliste à mettre en pratique



Annexe 19 – Modèle Pertina appliqué au plan de l'état du Pará

Surveillance sanitaire et/ou environnementale		
<b>Mesurer</b>		
	Données	Commentaires
S1(Acteur)	/	Pas de système de mesure dans le plan du Pará
S2(Information)		
S3 (Ressources/Moyens)		
<b>Détecter les anomalies</b>		
	Données	Commentaires
S1(Acteur)	LACEN, SESPA	
S2(Information)	Cas aigus suspecté de maladie de Chagas	Le cas est enregistré dans le système SINAN
S3 (Ressources/Moyens)	Examens cliniques et parasitologiques	
<b>Déclencher le signal</b>		
	Données	Commentaires
S1(Acteur)	SESPA	
S2(Information)	Cas aigu confirmé de maladie de Chagas	Les cas non confirmés sont retirés du système SINAN
S3 (Ressources/Moyens)	Protocole de tests complémentaires, système informatique d'enregistrement	
<b>Signalement</b>		
<b>Vérifier les signaux</b>		
	Données	Commentaires
A1(Acteur)	/	Pas de vérification des tests effectués
A2(Information)		
A3 (Ressources/Moyens)		
<b>Evaluer l'impact</b>		
	Données	Commentaires
A1(Acteur)	/	Pas de l'évaluation de l'impact de l'apparition d'un cas ou d'une épidémie
A2(Information)		
A3 (Ressources/Moyens)		

<b>Investiguer</b>		
	<b>Données</b>	<b>Commentaires</b>
A1(Acteur)	SESPA, secrétariats municipaux de santé	
A2(Information)	Recherche d'autres cas dans l'entourage de la personne contaminée, recherche de vecteurs dans l'environnement intra et péri-domiciliaire	
A3 (Ressources/Moyens)	Agents de santé et de recherche entomologique	
<b>Gérer</b>		
<b>Mise en œuvre du plan d'actions</b>		
	<b>Données</b>	<b>Commentaires</b>
G1(Acteur)	SESPA, secrétariats municipaux de santé	
G2(Information)	Amélioration des conditions de préparation de l'açaï dans les établissements volontaires et contrôles réguliers, renforcement du réseau de traitement et de suivi des patients, éducation en santé-environnementale dans les municipalités sélectionnées	
G3 (Ressources/Moyens)	Agents sanitaires, formateurs	