

Réceptivité de la Tunisie au paludisme après son éradication : analyse de la situation pour une adéquation de la surveillance.

M. K. Chahed (1), A. Bouratbine (2), G. Krida (3) & A. Ben Hamida (1)

(1) Département de médecine préventive, Faculté de médecine de Tunis, 9 avenue du Pr. Zouhaier Essafi, Tunis 10006, Tunisie. Tél : (216-1) 563.709 / 563.710. Fax : (216-1) 569.427.

(2) Laboratoire de parasitologie. Institut Pasteur de Tunis, Tunisie.

(3) Laboratoire d'entomologie. Ecole supérieure d'agriculture du Kef, Tunisie.

Manuscrit n°2237. "Santé publique". Reçu le 3 octobre 2000. Accepté le 14 mars 2001.

Summary: Receptivity to malaria after eradication: current situation in Tunisia.

*In Tunisia, there has been no local transmission of malaria since 1979. Although the disease has been eradicated, its re-emergence is not considered impossible. An epidemiological evaluation has been conducted in order to evaluate the current level of receptivity. *A. labranchiae* and *A. sergenti*, the former vectors of malaria in the country, are still present and the anopheline population in the country is increasing following the building of dams and manmade lakes. It is hoped that Tunisian vectors are refractory to sub-Saharan strains of malaria parasites. According to the data collected regarding malaria history, climate, geography and socio-economic development, we assume that the receptivity level of the country is low and the risk of re-emergence of local foci is small.*

Résumé :

Le paludisme a été éradiqué de Tunisie depuis 1979, mais ce pays reste, comme tous les autres pays hébergeant le vecteur, exposé au risque potentiel de résurgence. Ce risque existera tant que persistera le paludisme dans d'autres parties du monde. Une évaluation de la situation sur les plans épidémiologique, entomologique, écologique, climatique et socio-économique nous a permis d'estimer que la réceptivité du pays est actuellement faible, mais non nulle. Les solutions pour l'annuler en agissant de façon draconienne sur le vecteur sont injustifiées, inacceptables et hors de portée. Il faut maintenir une vigilance adéquate et, si des foyers autochtones surgissent, les dépister et les éliminer rapidement. C'est de la qualité des services épidémiologique et entomologique que dépend la réussite du pays dans le maintien de l'éradication. La surveillance éco-épidémiologique, la capacité d'investigation entomologique et le potentiel opérationnel des équipes de santé sont les fondements d'une stratégie de vigilance réfléchie.

malaria
receptivity
comprehensive strategy
Tunisia
Northern Africa

paludisme
réceptivité
vigilance
Tunisie
Afrique du Nord

Introduction

En 1994, l'Organisation mondiale de la santé (OMS) a classé le monde en 4 grandes zones, selon leur situation vis-à-vis du paludisme (12). Du point de vue de cette classification, la Tunisie appartient au groupe des pays qui ont réussi leurs campagnes d'éradication du paludisme et qui ont pu maintenir le bénéfice de ce succès. C'est en 1979 que le dernier cas de transmission autochtone fut rapporté (8). Depuis, et durant les vingt dernières années, on n'enregistre que des cas de paludisme d'importation.

Toutefois, l'émergence du paludisme d'importation, la persistance d'un anophélisme local et le risque potentiel d'une importation ou d'une implantation d'un nouveau vecteur efficient sont des éléments qui peuvent faciliter le rétablissement de l'endémie paludéenne. Ce risque est lié à la prévalence des vecteurs et leur comportement (réceptivité), ainsi qu'au degré d'exposition à l'importation des cas (vulnérabilité) (25). En

termes plus précis, la réceptivité se définit comme étant le risque de reprise de la transmission locale de l'infection. Elle dépend de la présence et de la densité des vecteurs locaux de paludisme ainsi que des facteurs climatiques, écologiques, génétiques ou autres favorisant leur infectivité.

Le présent travail est consacré à l'étude de la réceptivité actuelle de la Tunisie au paludisme. L'objectif est d'analyser un à un les différents éléments qui contribuent à cette réceptivité, afin de porter un jugement sur l'ampleur du risque de réimplantation de l'endémie.

Méthodologie

Nous avons opté pour la méthodologie préconisée par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) (25). Cette méthodologie propose de réaliser une analyse épidémiologique, écologique et climatique de la situation ancienne, de son évolution et de la situation actuelle et de ses caractéristiques

pour en déduire l'ensemble des facteurs de risque pour le rétablissement du paludisme. Nous nous sommes appuyés sur un canevas d'évaluation préparé à l'avance, organisé en 5 items. Le premier concerne les informations géographiques, climatiques et écologiques caractérisant la Tunisie. Le second collecte toutes les données entomo-paludométriques et historiques du paludisme. Le troisième est relatif à toutes les informations disponibles sur le déroulement de la phase d'attaque du programme d'éradication entrepris par le ministère de la santé publique entre 1968 et 1976. Le quatrième s'est intéressé aux événements de la phase de consolidation de ce programme. Le dernier a permis de recenser tous les changements notés depuis l'éradication. Les informations collectées ont été étudiées, analysées et interprétées en termes de facteurs ou situations, favorables ou défavorables pour l'état d'éradication.

Résultats

Présence et densité des vecteurs locaux du paludisme

Situation avant la campagne antipaludique

Données entomo-paludométriques de base

Le paludisme sévissait en Tunisie depuis les anciens temps (8, 15). Durant la première moitié du xx^e siècle, *P. falciparum* était l'espèce la plus fréquemment rencontrée. Cependant, à partir des années cinquante et à la faveur d'une pression exercée par l'usage de grandes quantités d'insecticides et d'une chimio-prophylaxie de masse à large échelle, il a été noté une réduction du nombre des infections dues à *P. falciparum* et un changement de la formule parasitaire en faveur du *P. vivax* (8, 15). Ainsi, au cours de la phase préparatoire du Programme national d'éradication du paludisme, l'enquête entomo-paludométrique effectuée en 1957 a montré que les espèces prévalentes dans le nord étaient d'abord *P. vivax*, puis *P. falciparum*, suivi de *P. malariae*. Dans les zones méridionales et centrales, *P. vivax* et *P. falciparum* étaient à égalité, avec absence virtuelle de *P. malariae*. Entre 1961 et 1966, on notait une nette prédominance de *P. vivax* (95,7 %) aux dépens de *P. falciparum* (2,2 %) et de *P. malariae* (2 %). L'enquête de pré-éradication a, par ailleurs, montré que la saison de transmission dans le nord s'étalait généralement entre juin et octobre. Dans le sud, elle se situait entre mai et novembre.

L'inventaire des espèces anophéliennes recensées comprenait 12 espèces différentes (32) : sept espèces du sous-genre *Anopheles* et les cinq autres du sous-genre *Cellia*. Le nord du pays renferme des espèces septentrionales comme *Anopheles claviger* (découvert en 1884), *A. algeriensis* (en 1903) ou *A. labranchiae* (en 1926). Le sud du pays est le milieu favorable aux espèces du sous-genre *Cellia* comme *A. multicolor* (trouvé en 1902) ou *A. sergenti* (en 1907). *A. labranchiae* était considéré comme vecteur majeur du paludisme dans le nord. Il se répartissait d'ouest en est sur toute cette partie nord du pays. *A. sergenti* était considéré comme le principal vecteur dans le centre et le sud du pays. *A. hispaniola* pour le nord et *A. multicolor* pour le sud étaient supposés capables de maintenir la transmission du paludisme en l'absence du vecteur principal (8, 15).

En 1903, quand C. NICOLLE se décida à s'attaquer au fléau, les seules opérations de délarvisation qu'il déploya ont permis d'obtenir un succès (8, 15). Plus tard, les minicampagnes de lutte qui ont été développés, notamment de 1933 à 1938, 1948 à 1952 ou en 1959, ont toujours permis, malgré leur caractère circonscrit et incomplet, de faire reculer le fléau (8, 15).

Réceptivité initiale

Nous ne disposons pas de données entomologiques nous permettant de situer le niveau exact de la réceptivité initiale du pays. Pour tenter d'approcher cet aspect, nous avons recouru à une détermination indirecte en nous basant sur les niveaux d'endémicité, comme préconisé par l'OMS (23). Ces derniers avaient été eux-mêmes calculés sur la base d'indices spléniques moyens observés lors d'enquêtes effectuées dans différentes zones de l'étage septentrional du pays en 1906 (8). À cette époque, le paludisme sévissait dans cette zone du pays était holoendémique et correspondait à une réceptivité très élevée (tableau I et carte).

Tableau I.

Classification de la réceptivité de certains foyers de transmission de paludisme du nord de la Tunisie selon les données des enquêtes épidémiologiques menées chez les enfants de 2-10 ans en 1906. D'après A. CHADLI et al. (réf. 8)

Classification of receptivity of certain foci in the transmission of malaria in northern Tunisia according to epidemiological surveys carried out on children aged 2 to 6 years in 1906.

région	indice splénique	niveau d'endémicité	classe de réceptivité
Mateur	86 à 100 %	holoendémicité	très élevée
Beja	100 %	holoendémicité	très élevée
Souk El Arba	100 %	holoendémicité	très élevée
Ghardimaou	100 %	holoendémicité	très élevée
Souk El khemis	90 %	holoendémicité	très élevée

Carte.

Anciens foyers de paludisme de l'étage humide en Tunisie.
Former humid malaria foci in Tunisia.



Situation durant la période de mise en œuvre du programme

Le programme tunisien d'éradication du paludisme a démarré en 1968 sous l'appellation de "campagne d'éradication". Appliquant la stratégie préconisée par l'OMS, il s'est échelonné en phase d'attaque, phase de consolidation et phase d'entretien (tableau II). La phase d'attaque s'est étalée de 1968

à 1972 (8, 15). Elle comprenait, outre les opérations systématiques de délarvisation des gîtes recensés, une lutte antiadulte, préparée par une reconnaissance géographique annuelle préalable. Au cours du mois de janvier de chaque année, toutes les habitations des zones impaludées étaient recensées, numérotées et reconnues sur un fond de carte. Ces habitations recevaient la visite, au cours du mois d'avril, d'agents pulvérisateurs qui exécutaient des aspersions intradomiciliaires d'insecticides à effet rémanent (DDT). Les secteurs jugés très réceptifs étaient visités une deuxième fois au cours du mois de juin (15). L'effet de cette lutte chimique sur le vecteur a été démontré par la rapidité de son action et son efficacité sur l'arrêt de la transmission. La phase d'attaque s'est déroulée comme elle avait été prévue et n'a pas dépassé les délais impartis dans la quasi-totalité des secteurs ciblés si bien que, dès 1971, tout le nord était déjà en consolidation, ne comptant plus que quelques cas de paludisme. Une seule résurgence, limitée à 24 cas, a été enregistrée en 1975 (8,15). Des mesures focales et pérfocales, avec pulvérisations d'insecticides et chimiothérapie des cas déclarés et des suspects ont rapidement jugulé cette reprise et, dès 1976, le nombre de nouveaux cas est tombé à 3 pour l'ensemble du pays.

Situation actuelle

Inventaire des espèces

Les dernières études entomologiques effectuées sur l'anophélisme en Tunisie ont été conduites durant la période comprise entre 1989 et 1992 (3, 5). Elles ont mis en évidence une présence anophélienne sur tout le territoire tunisien. Le genre *Anopheles* est représenté par neuf espèces : *A. labranchiae*, *A. multicolor*, *A. sergenti*, *A. marteri*, *A. petraganii*, *A. plumbeus*, *A. coustani*, *A. algeriensis* et *A. hispaniola*. La faune anophélienne du nord est quasi-exclusivement dominée par l'espèce *A. labranchiae* (98%). Au sud, les espèces *A. multicolor* et *A. sergenti* représentent 70% de la faune et *A. hispaniola* 24,7 %.

Capacité potentielle de transmission des vecteurs tunisiens

Les deux espèces reconnues pour leur pouvoir vecteur avant le programme, *A. labranchiae* et *A. sergenti*, ont fait l'objet d'une exploration de leur capacité vectorielle résiduelle. Les investigations entomologiques conduites à cet effet ont permis de retenir que ces deux espèces entretiennent une anthropophilie non exclusive. *A. labranchiae*, considéré jadis comme une espèce anthropophile par excellence, tend plutôt à devenir zoophile. Les taux de survie quotidiens relativement élevés sont potentiellement compatibles avec le développement d'un cycle sporogonique (5). Les études effectuées spécifiquement sur *A. labranchiae* durant la saison estivale 1992 ont permis d'estimer sa capacité vectorielle. Elle varie entre 1,14 pour le mois d'août et 2,89 pour le mois de septembre. Selon

Tableau II.

Déroutement des différentes phases du programme tunisien d'éradication du paludisme. Adapté de H. HANNAFI (réf. 15) Different stages of the Tunisian programme for malaria eradication.				
phases	préparation	attaque	consolidation	entretien
opérations	enquêtes; implémentation	chimiothérapie; pulvérisations d'insecticides	DPC*, DAC**, interventions péri-focales	vigilance
niveau de transmission	holoendémicité	incidence <0,1% rapidement et dès 1969 dans quelques zones	cas introduits, cas provoqués 1 seule résurgence	paludisme d'importation
durée prévisionnelle	1 an	4 ans	3 ans	2 ans
durée réelle	10 ans	4 ans	prolongée par précaution dans quelques secteurs	dure toujours
période	1957 à 1967	1968 à 1972	1972 à 1978	1979 => éradication du paludisme dans le monde

* DPC : dépistage passif des cas.

** DAC : dépistage actif des cas

ces résultats, la réceptivité est élevée et un hypothétique paludisme réémergent dispose des conditions favorables pour être stable.

Conditions écologiques et climatiques pouvant favoriser une reprise de la transmission

Multiplication des gîtes et augmentation de la densité anophélienne

En Tunisie, l'environnement, aussi bien humain que physique, a subi tout au long des 20 dernières années une transformation évidente, avec une tendance croissante à l'urbanisation, des changements du couvert végétal (multiplication des projets agricoles) et une augmentation du nombre des projets hydrauliques.

Ce dernier élément retient particulièrement l'attention. En effet, malgré un climat largement influencé par la Méditerranée, les trois quarts du territoire du pays demeurent arides à semi-arides, avec une pluviométrie en deçà de 200 mm de pluie moyenne annuelle. Seule la région sub-humide du nord-ouest bénéficie d'une pluviométrie moyenne qui dépasse les 600mm (3). Pour éviter l'effet de la sécheresse, une politique de mobilisation des ressources hydrauliques, ciblée sur la récupération des eaux de ruissellement, a été lancée. Outre 18 grands barrages et 1831 forages déjà existants, la décennie 1991-2000 a connu la construction de 20 grands barrages, de 200 barrages collinaires et d'un millier de lacs collinaires.

Mais cet effort de mobilisation des ressources hydrauliques provoque en même temps une multiplication du nombre des gîtes potentiels pour le développement des anophèles dans ces eaux claires non polluées.

Risque d'importation de vecteurs

L'invasion du territoire par des vecteurs infectés qui proviendraient de foyers mitoyens est la première situation à évoquer. Par sa localisation géographique, la Tunisie a des contacts avec 4 zones ou sous-régions avec lesquelles elle entretient des relations plus ou moins importantes et soutenues: la région maghrébine, la région européenne totalement indemne de paludisme (18, 24), la région de la Méditerranée orientale et la région afro-tropicale.

La Tunisie fait partie du Maghreb. Ses frontières terrestres se font avec l'Algérie et la Libye. La Libye est déclarée indemne de paludisme et, en Algérie, ne sont notés, de temps à autre, que quelques cas de transmission dans des foyers très circonscrits (4). Le Maroc continue à rapporter une transmission autochtone en foyers d'un paludisme à *P. vivax*, mais des efforts pour le contrôle des foyers résiduels ont été développés ces dernières années avec des résultats encourageants. La Mauritanie est un pays d'endémicité appartenant au foyer tropical. La possibilité d'être envahi par un vecteur parasité à partir du territoire de l'un des voisins

mitoyens et à travers les frontières terrestres semble très difficilement réalisable dans les conditions actuelles des échanges avec ces pays.

La Tunisie appartient aussi à l'espace arabe et entretient des relations avec les pays arabes de la Méditerranée orientale. Dans cette partie du monde, on décrit 3 niveaux d'endémicité (12): des pays indemnes et sans transmission comme la Jordanie, le Koweït, le Qatar, le Bahrayn ou le Liban; des pays où persiste une transmission en foyers comme l'Arabie Saoudite, l'Égypte, la Syrie, les Emirats ou Oman; enfin, le groupe des pays où il y a une forte transmission tels que le Soudan, le Yémen, l'Iraq et Djibouti. Dans ce cas de figure également, l'éloignement et la faible intensité des échanges, notamment avec les pays lourdement impaludés, sont des facteurs qui peuvent limiter le risque d'importation de vecteurs parasites.

La Tunisie est un pays du continent africain. Elle est séparée de la région afro-tropicale, principal foyer du paludisme dans le monde, par le Sahara. Le climat et cette barrière naturelle qu'est le Sahara représentent deux facteurs protecteurs contre une hypothétique migration-implantation d'*A. gambiae*, l'un des vecteurs les plus efficaces dans la transmission du paludisme en Afrique subsaharienne.

L'importation aéroportée de vecteurs parasites susceptibles d'infecter les autochtones qui n'ont jamais voyagé en zone d'endémie est la deuxième situation à risque dans ce domaine. Deux conditions peuvent créer ce genre de situation, la présence d'aéroports se trouvant dans le périmètre de vol des anophèles dans les pays d'endémicité et la multiplicité des vols vers ces destinations. En Tunisie, un seul vol direct est effectué vers l'Afrique. Il est hebdomadaire, se dirige vers le Sénégal via Nouakchott et part de l'aéroport international de Tunis-Carthage. On a enregistré le départ, sur ce vol, de 2 976 passagers tunisiens en tout, durant la période 1993-1998 (16).

Caractéristiques ayant, par le passé, conduit à une recrudescence

La lutte contre le paludisme a démarré très tôt en Tunisie et 1907 est la date de création de la première structure chargée de la lutte antipaludique au sein de l'Institut Pasteur de Tunis (8). Depuis, chaque fois que le problème prenait une dimension épidémique, des efforts, malheureusement discontinus, ont été entrepris. On compte au moins trois tentatives de relance de ces activités de lutte: 1935, 1944 et 1959, avant d'arriver au programme d'éradication qui a permis effectivement cette éradication. À la lumière de cette expérience étalée sur un siècle, on peut retenir que les deux conditions qui ont favorisé la recrudescence de cette morbidité sont l'interruption des efforts de lutte, avec maintien d'une transmission résiduelle dans certains foyers, et l'épisode de la deuxième guerre mondiale.

Discussion

L'étude de la réceptivité d'un pays au paludisme peut être appréhendée par des études entomologiques et par le calcul de la capacité vectorielle des anophèles locaux au plus fort de la saison de transmission. Toutefois, l'estimation de la capacité vectorielle comme méthode courante pour évaluer la réceptivité de chaque zone écologiquement homogène est peu pratique (25). Le fait d'être dans une situation d'anophélisme sans parasitisme est un autre facteur qui limite la portée des résultats de telles études. Dans ces conditions, le recours à des méthodes indirectes pour évaluer cette réceptivité reste le seul choix qui puisse se faire, grâce à une analyse épidémi-

logique intégrant toutes sortes de paramètres en relation avec le problème. Cette analyse doit prendre en considération les éléments caractérisant le paludisme avant toute intervention, les connaissances compilées lors du déroulement du programme de lutte et le contexte changeant du pays depuis l'éradication. La confrontation de toutes ces données doit permettre de porter un jugement sur le niveau de réceptivité résiduel. Cette méthode a l'avantage d'être simple, rapide et de validité acceptable.

L'étude historique rapportée de l'endémicité paludéenne en Tunisie nous apprend que la niche écologique la plus favorable au paludisme est la partie septentrionale du pays, où les conditions climatiques sont peu différentes de celles du Sud de l'Europe. De plus, *A. labranchiae*, vecteur présumé du paludisme dans ces régions, appartient au même groupe *A. maculipennis* qu'*A. atroparvus*, principal vecteur de la maladie au nord de la Méditerranée. La similitude entre ces facteurs écologiques laisse à penser que le niveau de réceptivité de la période d'après éradication peut être comparable à celui de l'Italie, par exemple, où l'arrêt de la transmission autochtone est durable depuis maintenant 50 ans (28, 29).

La grande vulnérabilité du paludisme aux actions de lutte est également un fait majeur à retenir. Les campagnes de lutte entreprises en Tunisie, avant le démarrage du programme national d'éradication (1968), avaient déjà démontré la facilité qu'il y a à interrompre le cycle du *Plasmodium*, dès lors que l'on dispose des moyens nécessaires. Le résultat probant obtenu par le programme résulte de l'effet synergique d'au moins trois facteurs: l'application sans faille des composantes du programme, la bonne couverture spatiale touchant tous les foyers d'infection et certaines prédispositions du vecteur lui-même. Le déroulement du programme montre que la phase de charge en insecticides n'a pas duré très longtemps. L'effet sur la transmission a été rapide et spectaculaire prouvant l'extrême sensibilité du vecteur aux insecticides. Dans certaines zones, une seule campagne a suffi pour réduire au plus bas la transmission, justifiant un passage accéléré en phase de consolidation. La maîtrise opérationnelle est attestée par le fait qu'une seule résurgence a été enregistrée (8, 15). La facilité avec laquelle elle a été circonscrite et jugulée est une autre preuve de l'efficacité de l'intervention. Pourtant, les moyens du programme étaient limités. L'inclusion de toute la partie sud du pays n'a été entreprise que quelques années après le démarrage (15); le niveau de qualification des équipes et leur relative inexpérience dans ce genre d'opérations ne plaident pas en faveur d'une grande réussite.

Actuellement, la Tunisie appartient à une zone géographique et climatique indemne de paludisme, ce qui rend peu probable la reprise d'une transmission à travers les frontières. Cependant, à l'intérieur du pays, l'anophélisme est un des éléments prépondérants de la faune culicidienne et constitue une composante incontournable de l'environnement. Le retour du vecteur à un comportement équivalent à celui qui a été le sien avant le programme est démontré par le maintien d'un caractère anthropophile, non exclusif, et la persistance d'une capacité vectorielle potentielle résiduelle, au moins par endroits. La question qui se pose est celle de savoir si la simple présence d'un anophélisme prédisposé à la transmission peut constituer, ou non, un facteur suffisant pour faire planer le risque de résurgence. La revue de la littérature montre que des foyers autochtones émergent de temps en temps dans différentes régions du monde où le paludisme a disparu. Les États-Unis d'Amérique (1, 7, 17), l'Angleterre (19), la Guadeloupe (13) ou l'île de La Réunion (9, 14) ont tous rapporté ces dernières années des cas de transmission classés comme

autochtones. Récemment, en Italie (29), un cas de paludisme a été classé comme cas de transmission autochtone, alors qu'on savait que l'Italie a été officiellement certifiée par l'OMS comme indemne de paludisme depuis 1979. Lors de cette observation, c'est *A. labranchiae*, ancien vecteur de la maladie, qui a été incriminé dans la transmission d'une souche importée de *P. vivax*. Une telle observation épidémiologique démontre la difficulté d'expliquer certaines situations devant la rareté de la maladie, ainsi que la hantise, toujours présente, de voir le vecteur local s'impliquer de nouveau dans la transmission de la maladie. En fait, l'anophélisme ne pourra se convertir en facteur de risque réel qu'à trois conditions : l'importance du contact homme-eau, l'installation d'un réservoir de vecteur et la compatibilité vecteur-parasite.

La proximité de l'habitat de l'homme des gîtes d'anophèles dépend de la vitesse avec laquelle on passe d'une société à prédominance rurale à une société urbanisée. En Tunisie, on note une urbanisation rapide, avec un pourcentage de population urbaine qui est passé de 52,8 % en 1984 à 61 % en 1994. L'installation, dans le périmètre de vol des anophèles, d'un réservoir de parasites capables d'infecter le vecteur est également hypothétique. En effet, on compte actuellement entre 40 et 50 nouveaux cas de paludisme d'importation chaque année. Il s'agit d'étudiants étrangers ou de ressortissants de pays d'endémie de passage en Tunisie dans plus de 60 % des cas (6). Leurs lieux d'hébergement ou de transit sont généralement les grandes villes où la présence anophélienne est nulle ou très faible. Enfin, la majorité des infections importées sont causées par *P. falciparum* d'Afrique tropicale (2,6). Peut-il y avoir une compatibilité génétique avec les espèces anophéliennes de Tunisie ? Tous les membres, d'origine européenne, du groupe *A. maculipennis* ont été testés (*A. maculipennis s.s.*, *A. atroparvus*, *A. labranchiae* et *A. sacharosi*) et se sont montrés réfractaires au *P. falciparum* tropical (10, 19). Il n'est pas exclu que l'*A. labranchiae* de Tunisie soit, lui aussi, réfractaire au *P. falciparum* tropical. *A. sergenti*, vecteur de la maladie au sud du pays appartient au sous-genre *Cellia* auquel appartient aussi le groupe *A. gambiae* (21). L'appartenance d'*A. sergenti* et d'*A. gambiae* au même groupe laisse suggérer que la susceptibilité d'*A. sergenti* au *P. falciparum* tropical ne peut pas être totalement exclue. L'étude de sa prédisposition génétique vis-à-vis des souches importées tropicales semble se justifier. Elle peut être considérée comme un besoin de recherche. Il est recommandé de la mener, le cas échéant, en Afrique tropicale, où les porteurs de gamétocytes sont disponibles et où, ni l'introduction d'anophèles de Tunisie, ni leur infection éventuelle, n'entraînerait de risque significatif. La situation la plus préoccupante en Tunisie résulterait de l'exposition des anophèles locaux aux souches de *P. vivax* du Maroc ou de *P. falciparum* d'Égypte. Ces souches, en effet, sont probablement apparentées aux anciennes souches tunisiennes et sont donc, potentiellement, susceptibles d'infecter les anophèles locaux et d'être à l'origine d'un foyer de transmission autochtone. Toutefois, l'étude de l'origine géographique des cas de paludisme d'importation enregistrés durant les vingt dernières années montre que l'importation à partir de ces deux pays reste très rare (2, 6).

À côté de l'infection des anophèles locaux, l'importation d'anophèles parasités est à envisager. Entre 1969 et 1995, 63 cas de paludisme d'aéroports européens ont été publiés (20, 26). C'est en fait le développement du tourisme international vers les zones d'endémicité qui a favorisé la survenue de ces cas. En Tunisie, le faible nombre d'avions en partance vers

ces destinations rend peu probable la survenue d'une telle éventualité.

Pour explorer tous les aspects de la réceptivité, on peut s'interroger également sur le risque d'implantation d'une nouvelle espèce vectrice adaptée aux souches plasmodiales tropicales telle qu'*A. arabiensis*. STAFFORD SMITH a rapporté en 1981 la présence d'*A. arabiensis* à Agadès, au nord du Niger, et souligne le danger de transfert des vecteurs du complexe *A. gambiae* vers les oasis du Sahara algérien (30). L'invasion de l'Égypte par *A. gambiae*, qui y a occasionné des épidémies dues à *P. falciparum* et fait plus de 180000 morts, nous rappelle ce risque potentiel (11). L'implantation d'*A. arabiensis* sur le plateau malgache prouve que le facteur crucial à son développement n'est pas la température mais le régime des pluies (22). Il faudrait, en Tunisie, des pluies estivales anormales pour entraîner une augmentation temporaire significative du risque de transmission.

Enfin, on peut se demander si les changements climatiques observés depuis le début des années 1970 peuvent favoriser un retour du paludisme au-delà du Sahara, dans les pays du Nord (27). On admet actuellement qu'un réchauffement climatique, même de plusieurs degrés, ne peut constituer un facteur suffisant pour permettre le retour du paludisme dans les pays tempérés qui l'ont éradiqué, ni même exacerber la transmission dans les zones endémiques actuelles (31).

Conclusion

Bien que le vecteur historique du paludisme en Tunisie soit toujours présent, la réceptivité au paludisme peut être considérée comme faible pour des raisons liées à un ensemble de facteurs biologiques, géographiques, écologiques, climatiques et socio-économiques actuellement défavorables à la reprise du cycle de transmission. L'observation épidémiologique appuie cette conclusion puisqu'on constate que, malgré les milliers de cas de paludisme d'importation enregistrés chaque année en Europe et en Amérique du Nord, les résurgences enregistrées, de temps à autre, sont toutes très limitées. Cependant, le risque existera tant que persistera le paludisme dans d'autres parties du monde. Les solutions pour l'annuler totalement, en agissant sur le vecteur, sont hors de portée. Il faudra donc maintenir une vigilance adéquate vis-à-vis des porteurs de parasite qui entrent dans le pays et, si des foyers autochtones surgissent, être capable de les éliminer rapidement.

Références bibliographiques

1. ANONYME - Probable Locally Acquired Mosquito-Transmitted *Plasmodium vivax* Infection - Suffolk Country, New York, 1999. *MMWR*, 2000, June 9, 1.
2. AYADI A, MAKNI F, SELLAMI H, CHEIKH-ROUHOU F & BEN HAMED S - Le paludisme d'importation à Sfax (Tunisie). *Méd Trop*, 2000, 60, 99.
3. BACH HAMBDA D, RHAÏEM A & BOUATTOUR A - *Chorologie des anophèles de Tunisie, étude des stades pré-imaginaux d'Anophèles labranchiae au nord de la dorsale*. Rapport du programme de recherche de l'Institut Pasteur de Tunis soutenu par la Coopération française et l'Agence nationale de la protection de l'environnement. 1992, 24 p.
4. BEN ZERROUG EH - *Le paludisme dans la région saharienne et les risques d'introduction en rapport avec la route transsaharienne. Contribution à la mise en place d'un système de surveillance*. Thèse pour l'obtention du grade de Docteur en sciences médicales. Université d'Alger, 1987, 195 p.
5. BOUATTOUR A, RHAÏEM A & BACH HAMBDA D - *Etude de la capacité vectorielle d'A. labranchiae dans la région de Nefza*. Rapport du programme de recherche de l'Institut Pasteur de

- Tunis soutenu par la Coopération française et l'Agence nationale de la protection de l'environnement. 1993, 54 p.
6. BOURATBINE A, CHAHED MK, AOUN K, KRIDA G, AYARI S & BEN ISMAIL R - Le paludisme d'importation en Tunisie. *Bull Soc Pathol Exot*, 1998, **91**, 203-207.
 7. BROOK JH, GENESE CA, BLOLAND PB, ZUCKER JR & KENNETH AS - Brief report: Malaria probably locally acquired in New Jersey. *New Eng J Med*, 1994, **331**, 22-23.
 8. CHADLI A, KENNOU MF & KOOLI J - Les campagnes d'éradication du paludisme en Tunisie : historique et situation actuelle. *Arch Inst Pasteur Tunis*, 1986, **63**, 35-60.
 9. DENYS JC & ISAUTIER H - Le maintien de l'éradication du paludisme dans l'île de la Réunion (1979-1990). *Ann Soc belge Méd Trop*, 1991, **71**, 209-219.
 10. DE ZULUETA J, RAMSDALE CD & COLUZZI M - Receptivity to malaria in Europe. *Bull OMS*, 1975, **52**, 109-111.
 11. FARID MA - Le programme antipaludique : de l'euphorie à l'anarchie. *Forum mondial de la santé*, 1980, **1**, 9-39.
 12. FARID MA - Evaluating of WHO's antimalaria programme during the past 50 years and prospects for the future. *Eastern Mediterranean Health Journal*, 1998, **4**, supplement, 111-124.
 13. FAURAN P, DELAUNAY P & MARTY P - Paludisme autochtone en Guadeloupe : à propos de deux cas survenus en 1963-1965. *Méd Trop*, 1999, **59**, 414.
 14. GIROD R, SALVAN M, SIMARD F, ANDRIANAIVOLAMBO L, FONTENILLE D & LAVENTURE S - Evaluation de la capacité vectorielle d'*Anopheles arabiensis* à l'île de La Réunion : une approche du risque sanitaire lié au paludisme d'importation en zone d'éradication. *Bull Soc Pathol Exot*, 1999, **92**, 203-209.
 15. HANNAFI H - *La lutte antipaludique : généralités et historique de l'éradication du paludisme en Tunisie*. Thèse de médecine. Faculté de médecine de Tunis, 1977, 77 p.
 16. LAMINE B - *La santé des voyageurs internationaux : enquête auprès des voyageurs en partance pour des pays tropicaux*. Thèse de médecine. Faculté de médecine de Tunis, 2000.
 17. LAYTON M, PARISE ME, CAMPBELL CC, RANJAN A, SEXTON JD & BOSLER E - Mosquito-transmitted malaria in New York, 1993. *Lancet*, 1995, **346**, 729-731.
 18. LEGROS F & DANIS M - Surveillance du paludisme dans les pays de l'Union Européenne. *Eurosurveillance*, 1998, **3**, 45-47.
 19. MARCHANT P, ELING W, VAN GEMERT GJ, LEAKE CJ & CURTIS CF - Could British Mosquitoes Transmit *Falciparum* Malaria ? *Parasitol Today*, 1998, **14**, 344-345.
 20. MOUCHET J - Le paludisme d'aéroport : une maladie rare encore mal comprise. *Eurosurveillance*, 2000, **5**, 75-76.
 21. MOUCHET J & DANIS M - *Les vecteurs et la transmission. Paludisme*. UREF, ELLIPSES/AUPELF, 1991, pp. 35-59.
 22. MOUCHET J, LAVENTURE S, BLANCHY S, FIOAMONTI R, RAKOTONJANABELO A *et al.* - La reconquête des Hautes Terres de Madagascar par le paludisme. *Bull Soc Pathol Exot*, 1997, **90**, 162-168.
 23. ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ - *Modalités de la vigilance selon la réceptivité et la vulnérabilité*. Sér Rapp Techn, 1966, **34**.
 24. PICOT S & AMBROISE-THOMAS P - Actualités du paludisme. *L'Eurobiologiste*, 1992, **26**, 197-207.
 25. PULL JH - *Simple méthodologie pour estimer le potentiel paludogène d'une zone*. Document technique de la division du paludisme à l'Organisation mondiale de la santé. 1979.
 26. RAEBER PA & SCHUSSELE A - Risques infectieux et transports aériens- Mesures sanitaires dans les aéroports. *Méd Hyg*, 1997, **55**, 1117-1120.
 27. REITER P - From Shakespeare to Defoe: Malaria in England in the Little Ice Age. *Emerg Infect Dis*, 2000, **6**, 1-11.
 28. ROMI R, BOCCOLINI D & MAJORI G - Surveillance du paludisme en Italie en 1997 (et 1998 données provisoires). *Eurosurveillance*, 1999, **4**, 85-87.
 29. SABATINELLI G & MAJORI G - Surveillance du paludisme en Italie: analyse des données de 1986 à 1996 et données provisoires de 1997. *Eurosurveillance*, 1998, **3**, 38-40.
 30. STAFFORD SMITH DM - Mosquito records from the Republic of Niger, with reference to the construction of the new Transsahara Highway. *J Trop Med Hyg*, 1981, **84**, 95-100.
 31. TRAPE JF - Changements climatiques et maladies infectieuses : le cas du paludisme et de la borréliose à tiques. *Méd Mal Infect*, 1999, **29**, 296-300.
 32. VILLAIN G, DUPOUX & MARINI C - Contribution à l'étude de l'anophélisme tunisien et aperçu de la lutte antilarvaire. *Arch Inst Pasteur Tunis*, 1935, **24**, 309-342.