

Paludisme d'importation au retour de l'opération « Licorne » : à propos de 32 cas survenus au 2^e Régiment étranger de parachutistes.

J. Samy ^a, L. Aigle ^b, M. Chinelatto ^a, A. Woloch ^c.

a Cabinet médical d'unité, Camp Raffalli – 20260 Calvi.

b Cabinet médical, 1^{er} Régiment parachutiste d'infanterie de Marins, Citadelle Général Berge, BP 12 – 64100 Bayonne Cedex.

c Cabinet médical, 4^e Régiment étranger, route de Pexiora, Quartier Danjoux – 11407 Castelnaudary Cedex.

Article reçu le 17 juillet 2007, accepté le 12 octobre 2009.

Résumé

Le paludisme d'importation est en augmentation dans les armées comme sur le territoire français. En effet, la multiplication des théâtres d'opérations extérieures en particulier en Afrique (« Épervier » au Tchad, « Licorne » en Côte d'Ivoire, « Boali » en Centrafrique...) expose le militaire au risque vectoriel en général et palustre en particulier. Si le paludisme en mission est relativement bien jugulé et rapidement traité, force est de constater qu'au retour la prise en charge du paludisme semble plus difficile du fait d'un relâchement de la vigilance propice au paludisme de permission. Notre étude rétrospective a permis de colliger, sur six mois de suivi, les cas de paludisme au retour de l'opération « Licorne » survenus au 2^e Régiment étranger de parachutistes (2^e REP). L'objectif de ce travail est de décrire le profil épidémiologique, clinique, biologique et thérapeutique des cas de paludisme d'importation et d'apporter quelques éléments de réflexion afin d'optimiser dans l'intérêt collectif l'observance de la chimioprophylaxie.

Mots-clés : Chimioprophylaxie. Observance. Paludisme d'importation. 2^e REP.

IMPORTED MALARIA AFTER RETURNING FROM LICORNE'S OPERATION: A RETROSPECTIVE STUDY OF 32 CASES OBSERVED IN THE 2ND REP.

Abstract

The imported malaria, such as, has been highly increasing in the French armed Forces as well as in the French territory due to the multiple overseas operations especially the African operations (Epervier operation in Chad, Licorne in the Ivory Cost, Boali in Central African Republic ...). Soldiers in general are exposed to the vectorial risk and to the malaria in particular. While malaria is relatively well halted and quickly treated during missions, it just is more difficult to treat the malaria when back home or on leave due to a relaxed attention. Our retrospective study has collected all the cases of malaria shown in the 2nd Parachute Regiment of the Foreign Legion in the six months following their return from Licorne operation. The aim of this work is to describe the epidemiologic, clinic, biologic and therapeutic profile concerning the case of imported malaria and to bring some elements of reflection in order to optimize collective interest in complying with of chemioprophyllaxy.

Keywords: Chemioprophyllaxy. Imported malaria. Compliance, 2nd REP.

Introduction.

Première cause infectieuse de morbidité, le paludisme demeure une préoccupation majeure pour les armées et le Service de santé en particulier compte tenu de la fréquence actuelle des opérations extérieures. Par ailleurs, en France métropolitaine les flux de population

générés par le tourisme et l'immigration font que tout médecin peut être concerné dans sa pratique par cette pathologie parasitaire importée.

Au début du xx^e siècle, une épidémie de paludisme décima les armées alliées engagées en Macédoine en 1916 : on parla alors de faillite de la quinine. Les médecins eurent l'idée de doser la quinine dans les urines des patients. Il s'avéra que la plupart des malades ne prenaient pas ou peu leur quinine (1). Les temps ont-ils changé ?

Si le Service de santé demeure, de nos jours, vigilant et les médecins militaires parfaitement compétents dans la prise en charge des accès palustres sur le terrain, le problème persiste vis-à-vis des cas de paludisme au

J. SAMY, médecin des armées. L. AIGLE, médecin principal. M. CHINELATTO, médecin en chef. A. WOLOCH, médecin principal

Correspondance : J. SAMY, 2^e REP Cabinet médical d'unité, Camp Raffalli – 20260 CALVI.

E-mail : samy.julien@gmx.fr

retour de mission. Qualifiable à juste titre de paludisme de permission, il résulte le plus souvent d'une inobservance de la chimioprophylaxie une fois en métropole et malheureusement le cas mortel survenu en 2006 le confirme.

Le paludisme d'importation est en nette ascension. La France, concernée au premier chef, est loin en tête des pays industrialisés (2, 3). Plus de 7 000 cas de paludisme d'importation (18,3 % provenant de Côte d'Ivoire) (4, 5) sont dénombrés en France, dont environ 5 000 cas à *Plasmodium falciparum* et une vingtaine de décès tous les ans (6).

En 2005, parmi les 589 cas déclarés dans les armées (par la fiche de déclaration spécifique), 51,8 % des cas sont survenus en zone impaludée ; 48,2 % après le retour de la zone présumée de contamination. (7)

Nous présentons une étude descriptive du profil épidémiologique, clinique et évolutif des cas de paludisme d'importation au retour de l'opération «Licorne» en République de Côte d'Ivoire (RCI) en 2006 survenu au 2^e Régiment étranger de parachutistes.

Matériel et méthodes.

Le 2^e REP a armé le groupement tactique interarmée n° 1 du 27 janvier au 9 juin 2006. L'état major ainsi que deux compagnies étaient stationnés à Bouaké tandis qu'une troisième compagnie était à Yamoussoukro (effectif d'environ 450 pax). Durant les cinq mois de la mission, en pleine saison des pluies et dans des conditions de vie difficile sur le terrain (patrouille de nuit itérative), 24 cas de paludisme sur place ont été recensés.

Notre étude rétrospective, étalée sur une période de six mois à compter de la date du retour, a permis de colliger, à partir du livret médical et des correspondances avec les HIA, la totalité des cas de paludisme importé de RCI.

Définition des cas : est considéré comme paludisme d'importation, tout accès palustres survenant en France métropolitaine, après un séjour en zone d'endémie (RCI pour notre étude) et authentifié par la mise en évidence d'un ou plusieurs des quatre plasmodiums humains lors de l'examen parasitologique.

Ce travail a été facilité par la fidélité du légionnaire auprès du service médical, du souci du rendre compte et de la collaboration étroite avec les hôpitaux des armées et hôpitaux civils. Un recueil des informations épidémiologiques a été réalisé à partir d'une banque Excel® indiquant pour chaque patient son âge, son grade, la date du diagnostic, la durée d'hospitalisation, le lieu de prise en charge, la présentation clinique, l'espèce plasmodiale en cause et le résultat de l'hémogramme.

Le diagnostic de paludisme fut porté sur des arguments épidémiologiques et cliniques confirmés chez tous les patients par un diagnostic parasitologique. La majorité des patients a bénéficié d'un test de diagnostic rapide au cabinet médical d'unité. Cependant, tous les cas ont été confirmés par un frottis sanguin réalisé soit localement au laboratoire d'analyse médical de l'île Rousse soit au laboratoire de l'HIA Laveran. L'analyse du frottis comprenait une étude morphologique des hématozoaires, des globules rouges et diagnostic différentiel entre les espèces plasmodiales.

Tous les patients de notre série ont reçu une éducation sanitaire durant la mise en condition opérationnelle avec sensibilisation au risque vectoriel en général et palustre en particulier ainsi qu'aux principes d'hygiène de vie en campagne. La chimioprophylaxie reposait sur une prise quotidienne lors du repas du soir de 100 mg de monohydrate de doxycycline (DOXYPALU®) : perception au départ d'une boîte pleine, distribution sur place et complément dès l'arrivée pour couvrir les quatre semaines après la sortie de la zone à risque.

En cas de positivité au test de diagnostic rapide, le traitement curatif comprenait une cure de quinine intraveineuse pour les cas de *Plasmodium falciparum* à raison de 8 mg/kg/8 heures de quinimax dans 125 cc de glucose 5 % jusqu'à apyrexie avec relais per os pendant une durée de sept jours. Aucun patient n'a bénéficié de bolus intraveineux. Pour les cas de *Plasmodium non falciparum*, un traitement par chloroquine fut prescrit.

Enfin, compte tenu la recrudescence des cas, nous avons cherché en collaboration avec l'Institut de médecine tropicale du Service de santé des armées (IMTSSA) à quantifier l'observance de la prise de la chimioprophylaxie. Pour ce faire, notre méthode d'échantillonnage s'est appuyée sur un tirage au sort aléatoire des militaires du rang d'une compagnie (également tirée au sort) sur les trois compagnies ayant participé à l'opération, taux de refus nul. Trente cinq prélèvements ont été effectués sur le régiment le 3 juillet soit environ trois semaines après la fin de la mission. Les échantillons ont été acheminés à l'unité de recherche en pharmacologie et physiopathologie parasitaire du Pharo avec réalisation de dosage plasmatique de la doxycycline.

Résultats.

Trente deux cas de paludisme importé ont été recensés entre les semaines 24 à 45. Les patients étaient tous des militaires masculins sous contrat affectés au 2^e REP (légionnaires ou sous officiers subalternes). Tous ont séjourné en RCI sans autre mission extérieure au cours de l'année. L'âge moyen était de 29 ans (21/46 ans). La majorité des cas est survenue dans les trois premières semaines suivant le retour de mission, s'étalant jusqu'au début du mois de novembre soit 182 jours après le retour (fig. 1). Le pic de cas est survenu 16 jours francs après le retour de la mission avec déclaration de dix patients en cinq jours.

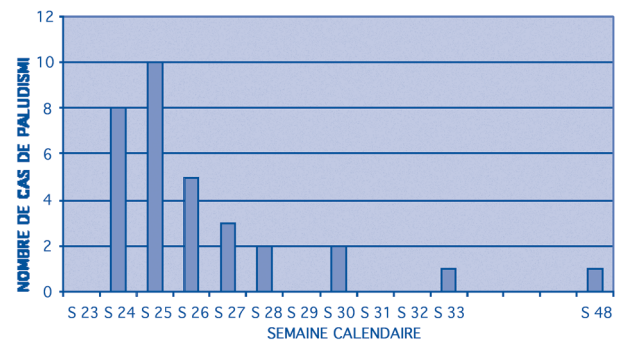


Figure 1. Nombre de cas de paludisme par semaine au retour de RCI.

La durée moyenne d'hospitalisation fut de six jours avec prise en charge des cas au cabinet médical d'unité à hauteur d'environ 80 %. Trois patients se sont présentés spontanément dans un HIA respectant la consigne donnée au retour de zone impaludée. Signalons que trois autres patients en permission étrangère dans leur pays natal ont été pris en charge sur place dans des hôpitaux civils (Tchéquie, Lettonie, Pologne).

La symptomatologie clinique (tab. I) était dominée par une hyperthermie (96,8 %), quatre cas présentant une température rectale supérieure à 40°, suivi au deuxième rang d'une asthénie, puis de signes digestifs. Environ 80 % des patients (25/32) étaient poly symptomatiques. Pour sept patients, le motif de consultation était un syndrome fébrile isolé. Un seul cas de paludisme grave, déclaré à J+15, a été noté avec un critère clinique (ictère conjonctival) et un critère biologique (Parasitémie > 6%) selon l'OMS.

Tableau I. Symptômes cliniques chez les 32 patients de notre série

	Pourcentages
FIÈVRE	96,8 % (31)
ASTHÉNIE	34,3 % (11)
SIGNES DIGESTIFS	21,8 % (7)
CÉPHALÉES	15,6 % (5)
FRISSON	12,5 % (4)
MYOARTHRALGIE	9,3 % (3)
ICTÈRE CONJONCTIVAL	3,1 % (1)

L'analyse de l'hémogramme chez 27 patients (cinq données manquantes) révèle 18 cas de thrombopénie modérée, 2 cas présentant une thrombopénie sévère à respectivement 28 000/mm³ et 21 000/mm³. Seul cinq cas d'anémie mineure ont été répertoriés (min : 11,3 g/dl). Un cas d'hyperleucocytose (18 260/mm³) avec syndrome inflammatoire biologique (crp = 117 mg/l) en rapport avec une infection associée a été mis en évidence ainsi qu'un cas de cytolysé hépatique modérée à 2,5 N.

Les quatre espèces plasmodiales ont été enregistrées avec une très forte proportion de *Plasmodium falciparum* (27 cas) soit 84 % des cas (fig. 2).

De plus, personne, quelque soit son expérience et son ancienneté, n'est susceptible d'être épargné : 50 % des cas totalisant moins de 5 ans et 50 % plus de 5 ans de service.

Enfin, sur les 35 dosages de doxycyclinémie plasmatique réalisés après le retour et destinés à évaluer l'observance (8), seuls sept prélèvements présentaient une concentration minimum journalière compatible avec une prise régulière, 26 dosages était négatifs et 2 à une concentration infrathérapeutique (fig. 3).

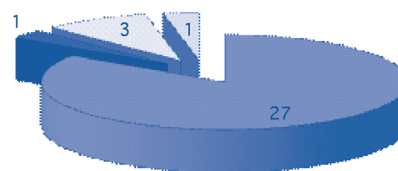


Figure 2. Espèce plasmodiale observée chez les 32 patients.

Discussion.

À l'origine d'environ un million de morts annuellement (9), le paludisme est la maladie parasitaire la plus répandue dans le monde notamment dans les pays régulièrement fréquentés par l'armée française à l'occasion d'opérations extérieures ou de missions de courte durée.

Dans ce cadre, le service de santé est confronté à deux types de paludisme. Le paludisme de mission est généralement bien traité du fait de la connaissance du risque encouru sur le terrain, de la prise de la chimioprophylaxie, des méthodes de diagnostic rapide (ICT, CORE MALARIA...) et de la vigilance des équipes soignantes permettant l'instauration rapide de soins adaptés.

A contrario, le paludisme d'importation qu'on peut qualifier de paludisme de permission doit susciter une plus grande attention de la part du médecin d'unité. En effet, le risque palustre est rapidement oublié avec pour conséquence l'abandon de toute chimioprophylaxie, un diagnostic plus tardif ; les praticiens civils en médecine de ville étant moins sensibilisés et moins au fait de la pathologie tropicale.

Dans notre série comprenant 32 cas, si la majorité des cas est survenue trois semaines après le retour de zone palustre, il est à noter qu'une vigilance doit être observée plusieurs semaines voire plusieurs mois après la mission. Soulignons à cette occasion l'importance du recueil des données lors de l'interrogatoire et de l'analyse du livret médical (type de séjour, lieu, date...). Au total nous avons diagnostiqué 31 cas d'accès palustre simple, seul un cas grave est noté avec deux critères selon l'OMS. Ce chiffre est comparable aux autres études en France (10, 11) : plus de 90 % des paludismes d'importation en France sont des formes simples. La symptomatologie de présentation est dominée par l'hyperthermie et l'asthénie. Les autres publications rapportent des résultats comparables quant aux différents signes d'appel. Notons cependant que le pourcentage de troubles digestifs dans notre

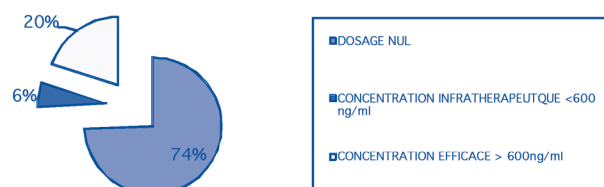


Figure 3. Résultat des dosages plasmatiques de doxycyclinémie.

série est globalement plus faible (21,8 %) au regard d'autres études où la moyenne se situe autour des 50 %-60 % (12-14). En effet, le premier symptôme présenté par les patients étant l'hyperthermie, la latence courte entre l'évolution et le diagnostic du fait de l'encadrement médical explique peut-être cette différence. Sur le plan biologique, l'absence d'anémie est classique dans ces formes sans gravité. En revanche, la thrombopénie est fréquente (18/27). Selon la littérature (10), une thrombopénie inférieure à 150 000/mm³ a une bonne valeur d'orientation dans un contexte clinique et épidémiologique évocateur.

Concernant le diagnostic, le frottis sanguin reste la technique de première intention pour le diagnostic biologique permettant d'une part l'identification de l'espèce mais aussi un calcul de la parasitémie (10, 14, 15). Si les tests de diagnostic rapide apportent effectivement une aide précieuse sur le terrain, le recours au frottis demeure indispensable (fig. 4, 5).

Pour les cas de paludisme d'importation, le *Plasmodium falciparum* est l'espèce la plus souvent mise en cause (16-18). Dans notre étude, le *P. falciparum* est identifié dans 84,3 % des cas, chiffre identique à celui rapporté par le centre national de référence pour les maladies d'importation (85 %) (16). Mais tous les cas ne sont pas incidents : espèce non présente en Afrique de l'ouest, la présence d'un accès à *P. vivax* témoigne de récurrence d'infection paludique ancienne contractée en Guyane (séjour 20 mois auparavant). Moins de 3 % des infestations palustres doubles sont diagnostiquées en France (18) et aucun cas dans notre étude.

Vis-à-vis de l'observance, les résultats de doxycyclémie plasmatique démontrent que la prise

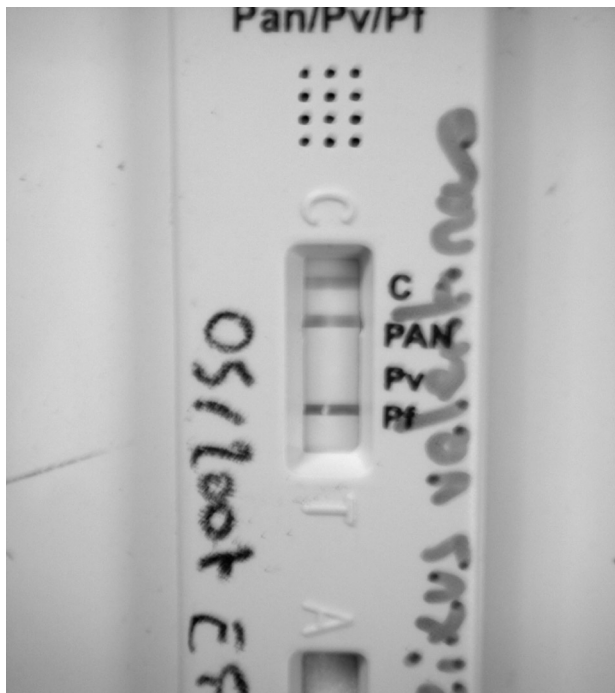


Figure 4. Test rapide positif à *P. Falciparum*.

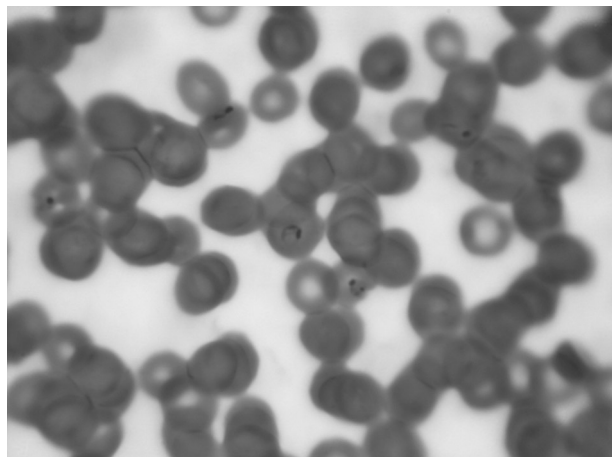


Figure 5. Frottis correspondant (parasitémie à 3 %) (© Samy J.).

médicamenteuse est pour le moins épisodique une fois la mission terminée.

L'analyse complémentaire des données montre que la plupart des patients présentant une concentration plasmatique nulle ont arrêté leur prise dans la semaine du retour.

À titre de comparaison, sur la population française se rendant en zone à risque, l'allégation d'une prise de chimioprophylaxie est retrouvée chez 40 % de ces personnes et seulement 11,5 % d'entre elles prétendent l'avoir suivie de manière régulière.

Ces résultats amènent donc à s'interroger sur l'efficacité du programme d'éducation sanitaire. Pourtant le faible nombre de cas de paludismes sur le terrain illustre l'implication du commandement du 2^e REP dans la lutte contre le paludisme et notamment dans la prise de la chimioprophylaxie. Il est donc évident qu'il existe dès le retour en France un manque d'adhésion de nos militaires à la politique de prophylaxie du paludisme.

Ainsi, il est permis de s'interroger sur l'opportunité d'une chimioprophylaxie par doxycycline qui nécessite une prise prolongée au retour, au regard des avantages d'une chimioprophylaxie par Malarone[®] dont la durée de prise au retour égale à sept jours permet l'optimisation de l'observance.

Quoiqu'il en soit, il est souhaitable que tous les patients bénéficient dès leur retour d'une zone d'endémie palustre d'une visite médicale afin de revoir les modalités de la prise de la chimioprophylaxie, de son observance et d'informer par la remise d'une feuille individualisée sur le risque potentiel d'accès palustre.

Enfin, concernant la prise en charge des accès palustres, la conférence de consensus de 1999 (13) recommandait une hospitalisation systématique des accès palustres simples d'une durée minimum de 24 heures afin de s'assurer d'une part de l'observance mais surtout de la tolérance au traitement. La revue de la littérature montre qu'en France 97 % des patients ont été hospitalisés avec une durée de moyenne de séjour de 48 heures (19). Dans notre l'étude, 80 % des cas ont été traités au cabinet médical d'unité (25 lits d'hospitalisation). En effet, compte tenu de l'isolement

géographique du 2° REP et de l'absence de structure de soins sur Calvi, la prise en charge des accès simples sur place nous a paru être la meilleure solution. Elle suppose bien sûr une disponibilité entière des soignants, une formation adaptée des équipes paramédicales, une vigilance accrue de l'ensemble du personnel du cabinet médical et une relation étroite notamment téléphonique avec les spécialistes du service de santé de l'hôpital de rattachement, le service de maladies tropicales et infectieuses de HIA Laveran dans notre cas.

Conclusion.

Le paludisme demeure un enjeu majeur à l'échelle planétaire (300 millions de cas par an dont un million de décès). La surveillance du paludisme d'importation, tant pour le Service de santé que sur le plan national, contribue à maintenir la vigilance vis-à-vis de cette affection qui constitue une urgence médicale pouvant parfois mettre en jeu le pronostic vital du patient.

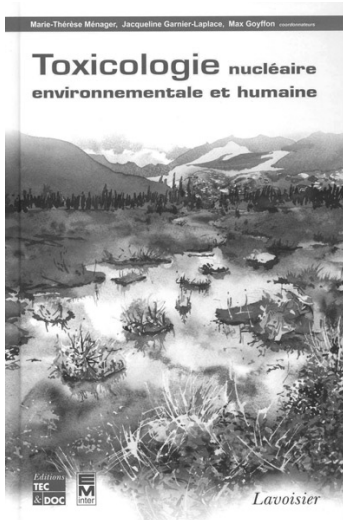
Si le paludisme de mission est relativement bien jugulé, l'attention doit se porter au retour du fait d'un relâchement de la vigilance à l'échelon individuel et collectif.

Le nombre de cas de paludisme d'importation, du fait d'une exposition plus importante, est en augmentation dans les armées. Le relâchement inhérent au retour en métropole engendre le plus souvent une inobservance, voire un abandon de la chimioprophylaxie. Ce phénomène doit inciter le service et le commandement à une vigilance soutenue et peut-être à proposer de nouvelles solutions : modification du schéma de chimioprophylaxie ou des programmes d'éducation sanitaire, visite médicale systématique au retour...

Quoi qu'il en soit, si le militaire appelé à séjourner dans une zone d'endémie est effectivement susceptible de présenter un paludisme de mission et de permission, rappelons la nécessité d'observer les mesures de protection personnelle et collective vis-à-vis du risque vectoriel, « la chimioprophylaxie ne servant qu'à boucher les trous de la moustiquaire ».

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Guiart J, Garin C, Leger M. Précis de médecine coloniale. Paris : J-B Baillière 1929.
2. Danis M, Legros F, Thellier M, Caumes E et les correspondants du réseau CNRMI. Données actuelles sur le paludisme en France métropolitaine. *Med Trop* 2002 ; 62 : 214-8.
3. Legros F, Danis M. Surveillance of malaria in European Union Countries. *Euro Surveill* 1998 ; 3 (5) : 45-7.
4. Legros F, Pichard E, Danis M et les correspondants du réseau CNRMI. Formes graves du paludisme d'importation : données épidémiologiques en France 1999-2001. *Med Mal Infect* 2003 ; 33 (suppl B) : 3-5.
5. Casalino E, Lebras J, Chaussin F, Fichelle A, Bouvet E. Predictive factors of malaria in travelers to areas where malaria is endemic. *Arch Int Med* 2002 ; 162 : 1625-30.
6. Bouchaud O. Paludisme, les patients ne manquent pas, mais le marché fait défaut. *Rev Prat* 2005 ; 55 (8) : 829.
7. Surveillance épidémiologique du paludisme dans les armées en 2005. Document 561/IMTSSA/DESP/USE.
8. Carlotti MP. Résultats de dosage plasmatique de doxycycline 2006. Rapport en date du 18/7/2006 ; BE N° 221/IMTSSA/URPPP/CHIMIEPARA.
9. Boutin JP, Pradines B, Pagès F, Legros F, Rogier C, Migliani R. Épidémiologie du paludisme. *Rev Prat* 2005 ; 55 (8) : 833-40.
10. Douzième conférence de consensus en thérapeutique anti infectieuse : prise en charge et prévention du paludisme d'importation à *Plasmodium falciparum*. *Bull Soc Pathol Exot* 2001, 94(2 bis) : 215-9.
11. Tattevin P, Chevrier S, Arvieux C, Souala F, Chapplain JM, Bouguet J et al. Augmentation du paludisme d'importation à Rennes : étude épidémiologique et analyse de la chimioprophylaxie et des traitements curatifs. *Med Mal Infect* 2002 ; 32 : 418-26.
12. Soraa N, Moudouen MK, Moutaj R, Zyani M, Hda A, Jana M. Paludisme d'importation à l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech. À propos de 68 cas en quatre ans. *Médecine et Armées* 2006 ; 34 (5) : 463-7.
13. Badiaga S, Duigou F, Brouqui P, Carpentier JP, Hovette P, Martin C et al. Étude des aspects épidémiologiques et cliniques initiaux de 42 cas de paludisme grave d'importation à Marseille. *Feuillets de biologie* 2004 ; 45 (261) : 33-7.
14. Svenson JE et al. Imported malaria. Clinical presentation and examination of symptomatic travellers. *Arch Intern Med* 1995 ; 155 : 861-8.
15. Petithory JC, Ardoin-Guidon F. Parasites sanguins : diagnostic biologique. *Bioforma* 2001 ; 23 : 5-194.
16. Legros F, Danis M, Gay F, Gentilini M. Paludisme en France métropolitaine en 1997. *Bull CNRMI* 1998 ; 14 : 1-59.
17. Ralaimazava P, Durand R, Godineau N, Keundjian A, Jezic Z, Pradines B. Profil et évolution de la chimiosensibilité du paludisme d'importation à *Plasmodium falciparum* en France en 2000. *Euro Surveill* 2002 ; 7 (7-8) : 113-8.
18. Snounou G, Viriagosol S, Jarra W, Thaitong S et al. Identification of the four human species in field samples by the polymerase chain reaction and detection of a high prevalence of mixed infections. *Mol Bioch Parasitol* 1993 ; 58 : 283-92.
19. Talarmin F, Sicard JM, Mounem M, Verrot D, Husser JA. Paludisme d'importation en Moselle : à propos de 75 cas en 3 ans. *Rev Med Interne* 2000 ; 21 : 242-6.



TOXICOLOGIE NUCLÉAIRE ENVIRONNEMENTALE ET HUMAINE

Marie-Thérèse MÉNAGER, Jacqueline GARNIER-LAPLACE, Max GOYFFON

Dans la phase actuelle qui voit s'affirmer une renaissance du nucléaire civil, le développement de nouveaux champs de recherche est impératif. Comment pourrait-on, en effet, méconnaître ou simplement négliger les processus géochimiques impliqués dans l'accumulation d'éléments chimiques radioactifs ou stables, et la toxicité qui en découle ?

Toxicologie nucléaire environnementale et humaine développe plus spécifiquement les connaissances acquises sur les éléments suivants uranium, plutonium, césium, iode, cadmium, sélénium, cobalt, tritium et carbone 14. Cet ensemble permet de répondre au mieux aux demandes grandissantes de la toxicologie et de l'écotoxicologie prédictives pour l'évaluation comme pour la gestion des risques environnementaux et sanitaires.

L'ouvrage est articulé en cinq parties :

- la première partie est consacrée au comportement des espèces chimiques dans la biosphère, particulièrement chez le vivant spéciation, biodisponibilité, voies de transfert, flux biogéochimiques, acteurs moléculaires du transport dans le vivant ;
- les deuxième et troisième parties, qui abordent les mécanismes moléculaires et cellulaires des interactions chez le vivant des éléments retenus, en analysent le retentissement sur les grandes fonctions des organismes et les conséquences sur la santé humaine et les écosystèmes ;
- la quatrième partie propose une synthèse de l'état des connaissances élément par élément. Outre des informations opérationnelles sur leurs propriétés physicochimiques, leur origine, leur concentration dans les différents milieux de la biosphère. On y trouvera des indications en matière de gestion du risque et les données de base d'une analyse qualitative et quantitative des voies d'exposition de l'environnement et de l'homme ;
- la cinquième partie traite des nouveaux développements technologiques ouverts grâce aux progrès des connaissances. Les champs d'applications, multiples et complémentaires, vont de la détection aux traitements de contaminations, de l'environnement à l'homme.

Cet ouvrage collectif s'adresse aux chercheurs, aux ingénieurs, aux professionnels et aux étudiants des différentes disciplines biologiques et chimiques du large domaine de l'environnement et du monde de la santé.

Les auteurs :

Marie-Thérèse MÉNAGER : elle assure depuis 2001 au sein de la direction des sciences du visant du CEA (Commissariat à l'énergie atomique) la coordination scientifique des programmes « toxicologie nucléaire » puis « toxicologie nucléaire environnementale ». Elle s'est tout particulièrement attachée à l'interface chimie-biologie et à la diffusion des résultats de ces recherches.

Jacqueline GARNIER-LAPLACE : elle dirige au sein de l'IRSN (Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire) un service principalement dédié la recherche en support de l'expertise dans le domaine de l'évaluation des risques environnementaux associés aux substances radioactives. Elle assure également la coordination scientifique du volet environnement du programme EnvitHom.

Max GOYFFON : docteur en médecine, docteur ès science, ancien directeur scientifique du Centre de recherche du Service de santé des armées, est professeur au Muséum national d'histoire naturelle.

ISBN : 978 27430 1174 1 – Format : 16x25 cm – Pages : 750 – Prix : 185 € – Éditions **TEC & DOC – EMINTER** – Lavoisier, 11 rue Lavoisier, 75008 Paris – Tél. : 33 (0) 1 42 65 39 956 – Fax : 33 (0) 1 42 65 02 46 – Internet : www.Lavoisier.fr