

Le directeur général

Maisons-Alfort, le 18 mai 2018

AVIS
de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation,
de l'environnement et du travail

relatif au risque de bilharziose uro-génitale lié à la baignade dans le cours d'eau Cavu en Corse-du-Sud

L'Anses met en œuvre une expertise scientifique indépendante et pluraliste.

L'Anses contribue principalement à assurer la sécurité sanitaire dans les domaines de l'environnement, du travail et de l'alimentation et à évaluer les risques sanitaires qu'ils peuvent comporter.

Elle contribue également à assurer d'une part la protection de la santé et du bien-être des animaux et de la santé des végétaux et d'autre part à l'évaluation des propriétés nutritionnelles des aliments.

Elle fournit aux autorités compétentes toutes les informations sur ces risques ainsi que l'expertise et l'appui scientifique technique nécessaires à l'élaboration des dispositions législatives et réglementaires et à la mise en œuvre des mesures de gestion du risque (article L.1313-1 du code de la santé publique).

Ses avis sont publiés sur son site internet.

L'Anses a été saisie le 28 mars 2018 par le ministère en charge de la santé (DGS) pour la réalisation d'une expertise portant sur l'actualisation des recommandations de gestion du risque de la bilharziose uro-génitale dans les cours d'eau en Corse et en particulier sur les points suivants :

- Le réservoir de contamination ;
- La surveillance environnementale ;
- Les mesures de maîtrise et/ou réduction de la contamination ;
- Le risque de contamination de l'ensemble des cours d'eau de Corse et de la côte méditerranéenne continentale française.

L'intitulé de la saisine a été modifié comme suit : risque de bilharziose uro-génitale lié à la baignade dans le cours d'eau Cavu en Corse-du-Sud.

1. CONTEXTE ET OBJET DE LA SAISINE

En 2014, 106 cas de bilharziose uro-génitale liés à des baignades dans la rivière Cavu en Corse-du-Sud durant la saison estivale 2013 ont été recensés par Santé publique France à l'issue d'une campagne de dépistage national.

A l'automne 2015, un nouveau cas probable (cf. annexe 2) de bilharziose uro-génitale en lien avec des baignades dans ce même cours d'eau durant l'été 2015 a été diagnostiqué soulevant l'hypothèse d'une éventuelle persistance du cycle parasitaire dans le Cavu depuis 2013.

Depuis 2016, neuf nouveaux cas de bilharziose uro-génitale en lien avec des baignades dans la rivière du Cavu et/ou de la Solenzara ont été rapportés auprès de Santé publique France :

- deux cas probables ont été sérodiagnostiqués en mars 2016 dans une même famille (baignades en août 2015 dans le Cavu) ;

- deux cas ont été confirmés (cf. annexe 2) dans une deuxième famille par la mise en évidence d'œufs de schistosomes dans les voies urinaires en février 2017 (baignades en août 2015 et août 2016 dans le Cavu) ;
- deux cas confirmés ont été rapportés en septembre 2017, dans un groupe de 7 personnes (baignades en juillet 2016 et 2017 dans le Cavu) ;
- un cas confirmé a été diagnostiqué mi-février 2018 chez un enfant. Dépisté négatif en 2014, cet enfant s'est baigné dans le Cavu en 2015, 2016, 2017 et dans la rivière Solenzara en 2015. Le dépistage des membres de sa famille a pour le moment mis en évidence un autre cas sur la base d'un test sérologique positif ;
- un cas probable a été signalé fin décembre 2017 rapportant comme seule exposition à risque des baignades en août 2016 dans la Solenzara.

À ce jour, différents types de population sont touchés par ces contaminations :

- des touristes ;
- des résidents permanents ou temporaires ;
- des travailleurs permanents ou temporaires.

L'Agence souligne qu'aucun des patients diagnostiqués depuis 2013 en rapport avec une baignade dans le Cavu et/ou la Solenzara n'avait effectué antérieurement de voyage dans une région du monde où la présence de cas de transmission de bilharziose uro-génitale est documentée.

D'après les analyses d'épidémiologie moléculaire réalisées par l'université de Perpignan (UMR 5244), les souches de parasites détectés chez les cas contaminés dans le Cavu depuis 2015 correspondent à la même souche hybride que celle à l'origine des premiers cas signalés en 2013 (Ramalli *et al.*, 2018). La souche de parasite détecté chez les personnes s'étant baignées dans la Solenzara n'a pas pu être déterminée à ce jour.

Pour rappel, l'Anses a déjà produit plusieurs avis sur la bilharziose uro-génitale autochtone en Corse relatifs :

- au signalement de cas groupés de bilharziose autochtone en Corse-du-Sud (Anses, 2014a) ;
- aux critères de levée d'interdiction et d'autorisation de la baignade dans la rivière du Cavu (Corse-du-Sud) suite à la survenue de cas de bilharziose uro-génitale (Anses, 2015) ;
- à la stratégie de gestion concernant les mesures à mettre en place en cas de survenue de cas de bilharziose en Corse (Anses, 2016a).

2. ORGANISATION DE L'EXPERTISE

L'expertise a été réalisée dans le respect de la norme NF X 50-110 « Qualité en expertise – Prescriptions générales de compétence pour une expertise (Mai 2003) ».

L'expertise collective a été réalisée par le groupe d'expertise collective d'urgence (GECU) « Bilharziose IV » dont la composition est décrite à l'annexe 1, entre les 29 mars et 14 mai 2018.

Pour mener à bien ses travaux, le GECU s'est appuyé notamment sur les publications postérieures au dernier avis de l'Agence (Anses, 2016a) portant sur le parasite hybride à l'origine des premiers cas signalés en 2013, sur les résultats du suivi environnemental réalisé par l'Agence régionale de santé (ARS) Corse en lien avec l'équipe de référence en matière de schistosomes de l'université de Perpignan (UMR 5244) et les connaissances disponibles générées au fil des différentes conventions de recherche et développement (CRD) financées par l'Anses.

L'Anses analyse les liens d'intérêts déclarés par les experts avant leur nomination et tout au long des travaux, afin d'éviter les risques de conflits d'intérêts au regard des points traités dans le cadre de l'expertise.

Les déclarations d'intérêts des experts sont publiées sur le site internet de l'Anses (<https://dpi-declaration.sante.gouv.fr>).

3. ANALYSE DU GECU

3.1. Bilharzioses

Pour rappel, les bilharzioses (ou schistosomiasés) intestinale et uro-génitale sont la deuxième maladie parasitaire la plus fréquente au monde après le paludisme. Leur transmission est avérée dans 78 pays. Les bilharzioses sont des infections parasitaires tropicales dues à des trématodes (vers plats) du genre *Schistosoma*. Il existe cinq espèces de *Schistosoma* pathogènes pour l'Homme : *S. haematobium*, *S. mansoni*, *S. japonicum*, *S. intercalatum/guineensis* et *S. mekongi*. Certaines de ces espèces peuvent s'hybrider avec des espèces de schistosomes parasitant les rongeurs et les ruminants (Huysse *et al.*, 2009 ; Steinauer *et al.*, 2008 ; Pitchford, 1961). Le spectre d'hôtes définitifs des formes hybrides n'est pas formellement identifié toutefois certains hybrides sont pathogènes pour l'Homme.

La distribution des hybrides est encore mal connue. Les hybrides peuvent être présents en Afrique ou dans la péninsule arabique mais leur distribution n'est pas encore décrite précisément mais il semblerait que les hybrides entre *S. haematobium* et *S. bovis* soient plutôt présents en Afrique de l'ouest et que les hybrides entre *S. haematobium* et *S. mattheei* soient présents dans le sud-est de l'Afrique (Léger, et Webster, 2017).

Il existe un traitement efficace de la schistosomiase par allopathie (principalement par praziquantel à 40 mg/kg).

En 2016 selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS) au moins 206,5 millions de personnes justifiaient d'un traitement préventif contre la bilharziose. Plus de 88 millions d'entre elles ont été traitées en 2016. (OMS, 2018).

3.1.1. Généralités sur la bilharziose uro-génitale à *Schistosoma haematobium*

Le cycle de développement de *Schistosoma haematobium* implique l'Homme (hôte définitif) qui est considéré comme le réservoir vertébré du parasite et des mollusques gastéropodes d'eau douce. Parmi les 30 espèces de mollusques répertoriées dans le monde comme hôtes intermédiaires de schistosomes, les mollusques du genre *Bulinus* sont les seuls connus pour être infectés naturellement par *S. haematobium* à l'exception d'un *Planorbidae* du genre *Ferrissia* qui est à l'origine d'un foyer en Inde (Gadgil et Shah, 1952). La bilharziose uro-génitale se contracte par l'immersion totale ou partielle du corps dans une eau contenant la forme larvaire infestante (cercaire) du parasite (ECDC¹, 2014). La transmission intervient en moins de 10 minutes par simple contact cutané avec l'eau durant des activités domestiques, récréatives ou professionnelles.

Une fois la barrière cutanée traversée, les larves de *S. haematobium* vont se développer pour donner des formes adultes sexuées. Les vers manifestent un tropisme sélectif pour les plexus veineux pérvésicaux. Au terme de la migration et après accouplement la femelle pond ses œufs à éperon terminal dans la paroi vésicale. Environ 50 % des œufs produits percent la paroi veineuse et les tissus péri-vasculaires pour atteindre la vessie et sont excrétés dans les urines. L'autre moitié des œufs reste dans les tissus avoisinants, créant une réaction inflammatoire : le granulome bilharzien. La période entre l'exposition et le début de l'excrétion urinaire des œufs est comprise

¹ ECDC : European Centre for Disease Prevention and Control / Centre européen de prévention et de contrôle des maladies

entre 4 et 6 semaines (Gryseels, 2006). Si le patient n'est pas traité, l'excrétion des œufs a lieu durant toute la durée de vie d'un schistosome adulte (entre 3 et 5 ans, voire plusieurs décennies) (Gryseels, 2006 ; ECDC, 2014).

Une fois dans l'eau, les œufs éclosent immédiatement si les conditions environnementales favorables sont réunies (température de l'eau comprise entre 22 et 28°C, ensoleillement, pH voisin de la neutralité). Il n'existe pas de forme de schistosome dite résistante : si les conditions environnementales ne sont pas remplies, les œufs perdent leur viabilité en quelques jours. Chaque œuf libère une petite larve ciliée et mobile, le miracidium. Le parasite sous sa forme de miracidium recherche alors les mollusques lui permettant de poursuivre son développement. Il ne dispose que de 24 heures dans des conditions favorables de température et de salinité pour pénétrer dans l'hôte intermédiaire (Golvan, 1983). Plus le temps passe et plus les glandes de pénétration s'altèrent et moins le miracidium est capable de pénétrer dans le mollusque. De même la qualité de l'eau semble jouer un rôle important dans la survie des miracidia qui ne supportent pas les eaux polluées contrairement aux œufs de schistosomes qui sont protégés par leurs coques.

Après plusieurs phases de multiplication au sein du mollusque, le parasite quitte le bullin sous forme de cercaires. Le délai entre l'infestation du bullin par un miracidium et le début de l'émission des cercaires est d'au moins 6 semaines. A partir d'un seul miracidium, plusieurs milliers de cercaires peuvent être produites par le mollusque. L'émission des cercaires dépend de la lumière et se déroule en journée lors des heures chaudes (entre 12 et 16 heures) pour les schistosomoses humaines. Le pic d'émission est matinal (8h-10h) pour les schistosomes du bétail comme *S. bovis*. La durée de survie des cercaires est courte (entre 48 ou 72 heures) et leur pouvoir infestant diminue fortement deux heures après avoir quitté leur hôte intermédiaire (N'Goran, 1997). Pour la poursuite du cycle, les cercaires doivent rencontrer l'hôte définitif, l'Homme, pendant cette courte période de survie dans l'eau (Djuikwo Teukeng, 2011).

3.1.2. Particularités des schistosomes identifiés dans le Cavu

Le parasite trouvé dans le Cavu est un hybride entre la forme *S. haematobium* parasitant l'Homme et les primates, et un parasite infectant le bétail et les rongeurs (*S. bovis*). L'analyse phylogéographique a permis de montrer que cet hybride provient d'Afrique de l'ouest. Récemment cette forme hybride a été trouvée chez un rongeur au nord Sénégal (Catalano *et al.*, 2018). Le caractère hybride du parasite, lui confère des capacités adaptatives accrues par rapport aux formes « pures ». Un séquençage génomique complet de ce parasite a montré qu'environ 2/3 du génome du parasite a pour origine *S. haematobium* et 1/3 pour origine *S. bovis*. Cette plus grande proportion du génome de *S. haematobium* se retrouve dans certains traits caractéristiques du parasite humain (comparativement à *S. bovis*) :

- les œufs ont un morphotype *S. haematobium* ;
- les cercaires sortent en début d'après-midi ;
- le tégument des vers est proche de celui de *S. haematobium* (présence de spicules sur les tubercules des mâles).

Des analyses réalisées par biologie moléculaire sur les œufs de schistosomes émis dans l'urine des patients infectés à la suite d'une baignade dans le Cavu ont montré une grande diversité génétique de ces œufs. Le séquençage de deux gènes a permis de montrer qu'au moins 50% des œufs avaient un morphotype hybride (Moné *et al.*, 2015 ; Boissier *et al.*, 2016). Concernant l'hôte intermédiaire, les deux espèces ont le même hôte (mollusque du genre *Bulinus*). *S. bovis* possède en plus un hôte intermédiaire dont la présence n'est documentée que dans la péninsule ibérique (*Planorbarius metidjensis*).

3.2. Réservoir de contamination

L'apparition de cas autochtones de bilharziose uro-génitale liée à des baignades dans le Cavu au cours de plusieurs années successives a conduit la communauté scientifique à s'interroger sur la possible persistance des mollusques infestés dans des conditions de climat tempéré et en particulier en période hivernale. À l'issue de l'analyse bibliographique, aucune étude portant sur la capacité du parasite et de son hôte à résister au froid n'a été identifiée. Une étude, financée par l'Anses, et conduite par l'UMR 5244 de l'Université de Perpignan visait à exposer individuellement en laboratoire 500 mollusques originaires d'Espagne à 5 miracidia de *Schistosoma haematobium* originaire du Cameroun ainsi que 500 mollusques originaires de Corse à 5 miracidia de souche hybride entre *S. haematobium* et *S. bovis* isolée à partir de cas de bilharziose uro-génitale diagnostiqués à la suite d'une baignade dans le Cavu. Seuls les mollusques parasités ont été conservés pour la suite de l'étude. Des lots de mollusques témoins non exposés au parasite ont également été utilisés. Chaque couple hôte/parasite a été déposé dans des bacs dont la température de l'eau a été maintenue à 4°C, 8°C, 16° et 24°C. La température minimale de l'eau mesurée dans la rivière du Cavu pendant la période hivernale est d'environ 7-8°C. Pour toutes les températures, les mollusques ont été conservés dans les bacs pendant 14 semaines afin de mimer une période hivernale². Les résultats de l'étude montrent :

- des mortalités importantes des mollusques à une température de l'eau à 4°C, que les mollusques soient sains (entre 42 et 100% selon la souche) ou infectés (entre 58 et 67% selon la souche) ;
- à 24°C, le délai de survie est inférieur chez les mollusques infectés (IC95 : [15,14 ; 18,36] jour) comparativement aux témoins sains (IC95 : [22,61 ; 25,11] jour). Par contre, les délais de survie des mollusques infectés puis maintenues à 8°C (IC95 : [20,86 ; 24;8] jours) ou 16°C (IC95 : [22,86 ; 25,47] jours) sont comparables à ceux de mollusques sains ;
- une survie supérieure à 80% des mollusques à une température maintenue à une température de l'eau à 8°C ou 16°C. Quatre semaines après la phase d'acclimatation qui permet de remonter progressivement la température de l'eau à 24°C, tous les mollusques infectés émettent des cercaires. Ces cercaires ont gardé leur infectivité vis-à-vis d'un hôte expérimental, le hamster. Il semblerait donc qu'une température froide de l'eau bloque le développement du parasite, mais qu'il ne meurt pas à une température de 8°C. Ce phénomène pourrait traduire une capacité de différenciation cellulaire connue chez les schistosomes (Anses, 2016b).

Les résultats de l'étude suggèrent que la transmission parasitaire pourrait reprendre après une période hivernale. Ces résultats ne permettent pas toutefois à eux seuls d'expliquer la persistance de l'infestation des mollusques dans le Cavu depuis 2013. En effet, la durée de vie d'un mollusque parasité est d'environ 9 à 11 mois. Cette durée de vie permet d'envisager deux périodes propices au développement du parasite entrecoupées d'une période hivernale. Toutefois, en l'état des données disponibles l'hypothèse d'une survie de mollusques infestés d'août 2013 à août 2017 (5 ans) ne peut être retenue.

Deux hypothèses quant au réservoir de contamination peuvent être envisagées :

- un réservoir animal ;
- et/ou un réservoir humain.

² Afin d'acclimater les mollusques au changement de température de l'eau, une période d'acclimatation est nécessaire. La température de l'eau des aquariums est diminuée de un degré par jour jusqu'à atteindre la température de l'eau souhaitée. S'en suit une période de 8 semaines mimant la période hivernale. Puis une dernière phase qui permet d'augmenter progressivement la température de l'eau de 1 degré par jour jusqu'à atteindre une température de l'eau de 24°C mimant la température au printemps de l'eau dans le Cavu.

3.2.1. Réservoir animal

Pour rappel, une campagne d'analyses sérologiques sur le bétail dont notamment ceux paissant à proximité de la rivière Cavu a été réalisée en 2015 par le laboratoire « Interactions hôtes-pathogènes-environnement » (UMR 5244) de l'Université de Perpignan, en collaboration avec le laboratoire de santé animale de l'Anses et avec l'équipe de Ana Oleaga de l'Institut de ressources naturelles et d'agrobiologie de Salamanque en Espagne, afin de vérifier la présence éventuelle de *Schistosoma bovis* chez le bétail en Corse. Cette campagne a été motivée par des observations anciennes, montrant la présence de *Schistosoma bovis* en Corse-du-Sud (Grétilat, 1963). Les analyses sérologiques effectuées sur près de 3500 animaux n'ont pas mis en évidence la présence de ce parasite en Corse-du-Sud (Anses, 2014b).

En considérant que les schistosomes (Pitchford, 1977), ainsi que leurs hybrides (Steinauer *et al.*, 2008), peuvent infester les rongeurs, une campagne de piégeage a été menée à proximité des sites de contamination sur la rivière du Cavu en 2015. Malgré un effort de piégeage important (937 pièges posés) seulement 21 rongeurs ont été capturés (6 *Rattus rattus* et 15 *Mus musculus*). Tous ces animaux ont été nécropsiés et aucun ne présentait de schistosomes adultes (ou symptômes associés à la présence de schistosomes). Or en 2017, Catalano *et al.* ont mis en évidence la présence d'un schistosome femelle hybride entre *S. haematobium* et *S. bovis* chez un rongeur de type *Mastomys huberti* en zone endémique au nord du Sénégal. Cette région est la région d'origine du parasite qui a émergé en Corse. De plus, l'haplotype du parasite hébergé par le rongeur au Sénégal est le même que celui retrouvé dans le Cavu en 2015 et 2016. Une nouvelle campagne de piégeage de rongeurs (du genre *Rattus*) à proximité du Cavu, financée par l'Anses, est programmée avant l'ouverture de la saison balnéaire 2018 pour étudier l'hypothèse de l'existence éventuelle de ce réservoir.

Toutefois si cette hypothèse s'avérait exacte, le réservoir rongeur n'expliquerait pas le passage de la contamination de la rivière Cavu à celle de la Solenzara, distantes d'une trentaine de kilomètres, le domaine vital de *Rattus rattus* étant de 0,22 ha à 1,87 ha correspondant à quelques centaines de mètres en distances parcourues (Whisson *et al.*, 2007). La distance maximale parcourue par *Rattus norvegicus* est quant à elle de l'ordre d'un kilomètre (Hartley *et al.*, 1979). Il pourrait être alors pertinent d'élargir la recherche à d'autres espèces qui pourraient éventuellement être des hôtes et intervenir dans le cycle parasitaire. En effet, la bilharziose en Corse est un événement nouveau et certaines espèces animales non présentes en zone d'endémie forte et ayant des contacts avec l'eau pourraient être susceptibles d'être des hôtes du schistosome. Parmi les hôtes potentiels, le mouflon corse (*Ovis gmelini musimon*) espèce proche du mouton et hôte très permissif à *Schistosoma bovis* est évoqué (cf. annexe 3). Il serait donc utile de mener en laboratoire des essais d'infestation avec la souche hybride présente dans le Cavu pour étudier l'hypothèse d'un possible passage de cette souche chez les ruminants.

3.2.2. Réservoir humain

Compte tenu de la survenue de nouveaux cas autochtones depuis 2014 et des données précédemment décrites ci-dessus, l'hypothèse de la constitution d'un réservoir humain à l'origine du réensemencement du Cavu et dernièrement de la contamination de la Solenzara ne peut être écartée. En effet, considérant que les infections humaines ont eu lieu au cours de baignades en juillet et août, le parasite a été introduit à partir d'un réservoir humain dans des délais compatibles avec la durée de la production de cercaires à l'intérieur des bullins (Noël *et al.*, 2018). Cette introduction interviendrait probablement en juin quand les températures aquatiques sont favorables au cycle du parasite. Il s'agit d'une période de fréquentation touristique relativement faible. Ces observations suggèrent la possible constitution d'un réservoir chez des personnes résidant à proximité des cours d'eau concernés ou les visitant régulièrement en période pré-touristique.

La contamination peut alors se faire par l'introduction du parasite à partir d'urines humaines contaminées issues :

- d'un touriste ou d'un travailleur ayant fréquenté ou fréquentant régulièrement une zone d'endémie bilharzienne et séjournant à la période printanière à proximité du Cavu et/ou de la Solenzara ;
- d'une ou plusieurs personne(s) vivant à proximité du Cavu ou de la Solenzara (cf. infra) ou y ayant des activités régulières.

Les résultats des analyses de biologie moléculaire pratiquées sur les souches récemment isolées de cas humains autochtones sont étroitement apparentés (Ramalli *et al.*, 2018). L'hypothèse d'une persistance de la souche hybride de 2013 dans un réservoir humain à la suite d'un ou plusieurs contact(s) avec le Cavu semble donc plus vraisemblable qu'une nouvelle introduction par un voyageur provenant d'une zone d'endémie bilharzienne.

L'absence de détection de parasite dans l'environnement et l'absence d'un réservoir animal connu à ce jour, suggèrent une transmission pérenne probablement de faible ampleur par l'intermédiaire d'une ou de plusieurs personne(s) non diagnostiquées qui aurai(en)t été contaminé(s) en 2013 (ou avant) et qui viendrai(en)t ou reviendrai(en)t chaque année se baigner dans le Cavu avant l'ouverture de la saison balnéaire.

Au vu de ces données, il conviendrait de discuter de la pertinence de la mise en œuvre d'un dépistage auprès des populations fréquentant les abords du Cavu et de la Solenzara suivantes :

- les personnes résidant de façon permanente ou temporaire à proximité du Cavu et/ou de la Solenzara ;
- les enfants et personnels d'établissements scolaires qui fréquentent le Cavu et/ou la Solenzara ;
- les personnes travaillant à proximité ou en contact régulier avec les eaux du Cavu et/ou de la Solenzara du fait de leurs activités professionnelles.

3.3. Surveillance environnementale

Une surveillance environnementale de la rivière Cavu a été mise en place depuis l'été 2015 par l'ARS Corse avec l'appui d'une équipe de l'UMR 5244 de l'Université de Perpignan, de l'Université de Corte et de l'Office de l'environnement de la Corse. Entre 3000 et 5000 *Bulinus truncatus* ont été récoltés et analysés chaque année. Les résultats des analyses des mollusques se sont toujours avérés négatifs bien que la méthode d'analyse par biologie moléculaire soit fiable à 100%. Le GECU rappelle :

- que la prévalence de l'infestation des bullins par des schistosomes en zone d'endémie étant généralement très faible (autour de 1% ou moins), la non observation de bullins infestés ne signifie pas que le cycle est interrompu (Rollinson et Simpson, 1987) ;
- les bullins collectés ne représentent qu'un faible échantillon de la population présente dans la rivière.

L'utilisation d'une approche complémentaire à ces actions de prévention avait été proposée dans le précédent avis de l'Agence (Anses, 2016a). Il avait été envisagé de détecter l'ADN du parasite dans les eaux. Un résultat positif de ces analyses indiquerait la présence du parasite dans la rivière lors du prélèvement. À ce jour, cette technique (dite par recherche d'ADN environnemental) nécessite encore des mises au point et doit être validée en zone endémique avant d'être déployée, le cas échéant. Elle ne peut donc pas être mise en place actuellement en Corse.

S'agissant de l'extension de la surveillance environnementale à d'autres cours d'eau en Corse, le dernier cas de bilharziose uro-génitale signalé fin 2017 est en lien avec des baignades dans la

Solenzara où la présence de bullins avait été mise en évidence lors d'une enquête malacologique menée en 2014 par l'ARS corse.³ Cependant ces cas n'ont à ce jour pas été confirmés par la présence d'œufs dans les urines des patients. Par ailleurs, le(s) site(s) de baignade où la contamination aurait eu lieu, n'a(ont) pas été clairement identifié(s) contrairement aux sites du Cavu. Compte tenu des incertitudes identifiées et du périmètre qui devrait être couvert sur la Solenzara, le GECU estime qu'il ne semble pas pertinent à ce stade d'étendre la surveillance environnementale menée dans le Cavu à la Solenzara ni à d'autres cours d'eau en Corse.

Le GECU rappelle que la collecte ciblée des bullins sur les sites de contamination avérés, outre son intérêt en termes de surveillance environnementale, est considéré à ce jour en Corse comme la seule action préventive de régulation de l'hôte intermédiaire. Le GECU souligne l'intérêt de débiter ce ramassage en amont de la période estivale afin de récolter les individus fondateurs de la colonie pour limiter leur reproduction. En outre, le GECU indique que les jeunes bullins sont plus sensibles à l'infestation par le parasite.

Par ailleurs, les experts s'interrogent sur la possible infestation par les Schistosomes d'autres mollusques (par exemple *Potamopyrgus* sp.) présents dans les rivières corses en abondance et sur les mêmes sites que les bullins. Bien qu'à ce jour les schistosomes du groupe *haematobium* (dont *S. bovis* et *S. haematobium*) soient connus pour n'infester que des mollusques de la famille des *Planorbidae*, il pourrait être utile de mener en laboratoire des essais d'infestation avec la souche hybride présente en Corse sur des hôtes inhabituels présents dans la rivière Cavu.

3.4. Zone à risque de développement de bullins

La présence de bullins dans une zone géographique amène à considérer cette zone comme une zone réceptive à la transmission éventuelle de la bilharziose uro-génitale.

3.4.1. En Corse

Une recherche de bullins (*Bulinus truncatus*) a été menée dans 19 rivières en Corse (Cavu exclu) durant l'été 2014. Seize sites de baignade déclarés par les communes en Haute-Corse et 22 en Corse-du-Sud ont été investigués. La présence de bullins a été identifiée sur deux sites de baignade de la rivière Solenzara et un site de baignade de la rivière Osu. Des recherches menées en mai 2014 par une équipe de l'UMR 5244 de l'université de Perpignan avaient déjà mis en évidence la présence de bullins sur un autre site de l'Osu ainsi que sur la rivière Tarcu. Cependant aucun des bullins récoltés sur ces sites n'était infesté par *Schistosoma* sp. Toutefois, au vu des signalements de cas de bilharziose uro-génitale suite à des baignades dans la Solenzara, le GECU estime opportun de réaliser une enquête malacologique dans tous les cours d'eau en Corse. Cette enquête permettra d'établir une carte de la présence et une estimation de la densité de bullins sur les sites de baignade, recensés par l'ARS Corse, se situant dans des zones où la présence de bullins est possible (altitude inférieure à 200 m, températures de l'eau comprises en 25 et 30 °C l'été) ; l'objectif final étant de pouvoir hiérarchiser les zones à risque qui devraient faire l'objet d'un suivi environnemental régulier. Outre le volet scientifique, cette cartographie, qui sera réalisée durant l'été 2018, pourrait être utilisée comme support de sensibilisation au risque de bilharziose et comme support de communication en direction des élus, des professionnels de santé et de la population.

³ D'autres patients signalent des baignades dans la Solenzara mais elles sont concomitantes à des baignades dans le Cavu.

3.4.2. Sur le pourtour méditerranéen continental français

Enfin, compte tenu des conditions requises pour initier le cycle de la bilharziose uro-génitale, le GECU souhaite attirer l'attention sur le fait que si la présence de bullins est constatée, d'autres sites de baignades (notamment des sites de baignades artificielles en système fermé) sur le pourtour méditerranéen continental peuvent présenter l'ensemble des conditions favorables à l'installation du cycle de la bilharziose. Une enquête malacologique menée en 2016 sur 92 sites de baignade d'eau douce sur le pourtour méditerranéen continental français n'a pas mis en évidence la présence de bullins (Anses, 2014c). Ce résultat semble surprenant car en Espagne des bullins ont été recensés sur de nombreux sites en Andalousie, Galice et Catalogne ainsi qu'aux îles Baléares (Martínez-Ortí *et al.*, 2015). En outre, Callot-Girardi en faisant l'inventaire d'une collection de mollusques d'eau douce constate la présence de coquilles de *Bulinus truncatus* au Grau-du-Roi à l'embouchure du Vidourle⁴(Gard) (Callot-Girardi 2015).

Au vu de ces données et afin d'estimer le risque de contamination de l'ensemble des cours d'eau de la côte méditerranéenne continentale française, une enquête sur la présence de populations de bullins est requise. Le suivi de la présence du mollusque par la méthode d'ADN environnemental n'est pas encore possible actuellement. Pour améliorer les connaissances sur la répartition des bullins, les experts proposent d'intégrer la détection de la présence de bullins dans le cadre de la réalisation des indices biologiques permettant d'évaluer la qualité biologique d'un cours d'eau menée pour répondre à la directive cadre sur l'eau (DCE). Un des indices les plus utilisés est basé sur les macro-invertébrés benthiques (IBGN-DCE). L'indice biologique global normalisé « DCE compatible » s'appuie pour constituer des listes faunistiques sur 2 normes AFNOR : la norme NF T 90-333 de 2016 pour la réalisation des prélèvements et la norme XP T 90-388 de 2010 pour le traitement de l'échantillon en laboratoire. L'annexe A de la norme XP T 90-388 fournit la liste des taxons potentiels à identifier et le niveau systématique minimal de détermination requis lors de son application. Seule la famille des *Planorbidae*, à laquelle appartiennent les bullins, y figure. L'espèce *Bulinus truncatus* ne figure pas dans l'ouvrage recommandé et classiquement utilisé pour réaliser un indice biologique basé sur les macroinvertébrés (Tachet *et al.*, 2010) mais cette espèce est très dissemblable des autres gastéropodes observables en France et la clé de détermination de Mouthon (1982) permet aisément de trouver les caractéristiques de la coquille qui permettent son identification. Environ 2000 masses d'eau (terminologie de la DCE) répartis sur le territoire national font l'objet chaque année d'un suivi des communautés de macroinvertébrés. Pour couvrir la zone méditerranéenne, deux Agences de l'eau (l'Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse et l'Agence de l'eau Adour-Garonne) seraient concernées par la mise en place d'une disposition spécifique consistant à demander à leurs prestataires de déterminer la présence de *Bulinus* dans leurs échantillons. Il conviendrait ainsi d'ajuster le cahier des charges des prestataires retenus pour la réalisation d'IBGN-DCE en adjoignant la demande explicite de déterminer, s'il se présente, le genre *Bulinus*.

Par ailleurs, le genre *Bulinus* pourrait être intégré à la liste des espèces exotiques à suivre dans le cadre (i) du Règlement européen (UE) n°1143/2014 relatif à la prévention et à la gestion de l'introduction et de la propagation des espèces exotiques envahissantes, et (ii) de la stratégie nationale relative aux espèces exotiques envahissantes du ministère de l'écologie⁵. Ce règlement concerne une liste de 49 espèces à laquelle chaque pays peut adjoindre d'autres espèces. Ce règlement insiste (point 15) sur le fait qu'il convient d'inscrire en priorité sur les listes, des espèces dont l'invasion débute et qui sont susceptibles d'avoir les effets néfastes les plus importants. L'inscription des gastéropodes *Bulinus* à la liste française des espèces exotiques envahissantes à gérer permettrait de l'intégrer pleinement à la stratégie nationale, et notamment à des réseaux de

⁴ Site ne correspondant pas à une zone de baignade autorisée

⁵ <http://uicn.fr/wp-content/uploads/2017/03/strategie-nationale-eee-version-finale-17-3-2017.pdf>

Règlements d'exécutions (EU) 2016/1141 et (EU) 2017/1263

détection et signalement précoces lors d'inventaires réalisés par les agents de l'Agence Française de la Biodiversité.

3.5. Mesures de maîtrise et/ou réduction de la contamination

3.5.1. Introduction d'espèces prédatrices

Dans son avis du 30 avril 2015, l'Agence a listé les différentes stratégies proposées dans la littérature pour réguler la population de bullins (Anses, 2015). L'Agence rappelle que la lutte biologique fondée sur l'emploi de prédateurs comme des canards, des poissons ou encore des parasites ne peut représenter qu'une action complémentaire au ramassage manuel susceptible de réguler la population des gastéropodes, mais ne permet pas d'induire leur disparition définitive.

À ce jour, l'introduction d'espèces prédatrices pour réguler la population de bullins a été testée principalement en laboratoire avec un succès limité. Cette stratégie est rarement retenue en zones endémiques. La seule tentative en conditions réelles ayant démontré une efficacité est l'introduction d'une espèce de crevettes d'eau douce (*Macrobrachium vollehoveni*) endémique au Sénégal (Sokolow *et al.*, 2015). Cette solution n'est pas envisageable en Corse car une seule espèce de crevettes vivant en eau douce est répertoriée en France métropolitaine et elle est planctonivore.

S'agissant de l'introduction de truites dans les rivières corses, action envisagée au niveau local, les truites naturellement présentes en Corse-du-Sud sont des *Macrostigma*, nom commun de lignées génétiques particulières (sous-espèce) de *Salmo trutta* endémique de l'île. Il n'est pas souhaitable d'aleviner avec cette espèce, car son introduction en milieu naturel présente un risque très important de perte de diversité génétique. *Macrostigma* présente des lignées génétiques particulières sur certains bassins versants et fait l'objet de mesures de conservation. Actuellement, des alevinages/rempoissonnement, pour favoriser l'activité de pêche de loisir, avec des souches stériles de truites arc-en-ciel issues d'élevage sont réalisés sur certains cours d'eau (surtout sur les parties aval). Cette solution pourrait être testée, avec l'aval de l'Agence française de la biodiversité, sur le Cavu car les sites de contamination de la bilharziose sont situés en aval de la rivière, loin des zones d'habitat naturel des truites corses. Il ne devrait pas y avoir d'interaction entre les espèces issues de l'alevinage et les espèces endémiques.

Cependant, les actions d'alevinage avec des souches stériles de truites ne devraient pas permettre, en théorie, de réguler les populations de bullins, car les sources de nourriture sont trop diverses au sein d'une rivière et il est peu probable que ces prédateurs, issus d'élevages, s'attaquent très spécifiquement à des proies coquillées dans ces conditions. Cette option resterait quoi qu'il en soit une solution expérimentale nécessitant un bilan d'efficacité sur la diminution de la population de bullins en fin de saison estivale pour en valider la pertinence bien que la sensibilité de la méthode de collecte de bullins constitue en elle-même une limite pour cette évaluation.

3.5.2. Stratégie d'information et de communication

Devant le risque de pérennisation de la transmission de la bilharziose urogénitale en Corse-du-Sud depuis 2013, la stratégie de communication devrait être adaptée. Elle doit cibler en priorité les personnes qui fréquentent les abords du Cavu et/ou de la Solenzara de façon régulière et précoce dans l'année pour leur loisir et/ou pour des motifs professionnels.

La conception et le déploiement de la stratégie de communication et d'information auprès de l'ensemble des acteurs requièrent une adhésion des collectivités locales concernées. Les professionnels de santé devraient être les principaux relais des messages de prévention. Un effort

de communication et mobilisation sociale pour promouvoir un dépistage ciblé et les comportements de prévention de la bilharziose urogénitale devrait être maintenu sur plusieurs saisons.

La communication devra cibler en priorité les populations les plus exposées au risque d'acquisition de la maladie et les plus à même de perpétuer la cible de transmission à savoir :

- les personnes résidant de façon permanente ou temporaire à proximité du Cavu et/ou de la Solenzara ;
- les enfants d'âge scolaire et les personnels des établissements scolaires des communes avoisinant le Cavu ;
- les personnes travaillant à proximité ou au contact de l'eau du Cavu.

4. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS DU GECU

La persistance de la transmission de la bilharziose urogénitale en Corse-du-Sud depuis 2013 indique que la surveillance environnementale mise en place par l'ARS corse n'est pas suffisante à elle seule pour éradiquer cette parasitose. Le GECU insiste sur le fait que cette dernière doit être poursuivie mais qu'elle ne peut plus être dissociée d'une action sur l'hôte définitif, l'Homme.

Le GECU souligne la nécessité de mettre en œuvre des mesures de gestion des risques pour la santé humaine selon une approche collaborative définie par l'OMS pour une santé globale⁶ entre les secteurs de la santé humaine, animale et environnementale. Cette démarche qui souligne l'interface homme-animal-écosystème dans l'évolution et l'émergence de pathogènes tels que les schistosomes permettra d'impliquer tous les acteurs locaux (élus, gestionnaires de baignade, acteur du tourisme, fédération de pêche, etc.).

Concernant la surveillance environnementale,

- l'étude portant sur la capacité du parasite et de son hôte à résister au froid suggère que la transmission pourrait reprendre après une période hivernale. Mais cette hypothèse, compte tenu de la durée de vie d'un bullin ne permet pas à elle seule d'expliquer la persistance de la contamination depuis 2013 ;
- le GECU rappelle que la collecte ciblée des bullins sur les sites de contamination avérés, reste à ce jour la seule action préventive de régulation de l'hôte intermédiaire ;
- le GECU souligne l'intérêt de débiter le ramassage de bullins en amont de la période estivale de baignade afin de récolter les mollusques « fondateurs » de la population de bullins de l'année, pour limiter leur population ;
- la bilharziose uro-génitale en Corse est un événement récent et certaines espèces animales ayant des contacts avec l'eau pourraient s'avérer être des hôtes intermédiaire du schistosome hybride, non connus à ce jour permettant le maintien du cycle depuis plusieurs années ;

Concernant le risque d'extension de la contamination à d'autres cours d'eau, en Corse :

- le GECU estime que tant que le(s) site(s) de baignade où la contamination aurait eu lieu, n'a(ont) pas été clairement identifié(s), il ne semble pas pertinent d'étendre la surveillance environnementale à d'autres cours d'eau corses que le Cavu ;

⁶ Approche cohérente, globale et préventive de protection de la santé humaine, initialement connue sous le nom « one world-one health » (« une planète, une santé »), visant à renforcer les liens entre santé humaine, santé animale et gestion de l'environnement.

- toutefois le GECU recommande la réalisation d'une enquête malacologique en Corse afin d'établir une cartographie des cours d'eau où se développe la présence de *Bulinus truncatus* en vue de réaliser par la suite une surveillance environnementale ;

sur le pourtour méditerranéen continental français :

- compte tenu des conditions requises pour initier le cycle de la bilharziose uro-génitale chez l'Homme, le GECU souhaite attirer l'attention sur le fait que d'autres sites de baignades (notamment des sites de baignades artificielles en système fermé) sur le pourtour méditerranéen continental français peuvent présenter l'ensemble des conditions favorables à l'installation d'un tel cycle si la présence de bullins y est constatée ;
- de fait, afin d'estimer le risque de contamination éventuelle de l'ensemble des cours d'eau de la côte méditerranéenne continentale française, le GECU recommande la réalisation d'une nouvelle enquête malacologique sur la présence de populations de bullins dans les cours d'eau. Cette enquête pourrait être intégrée pour une part dans le cadre de la réalisation des indices biologiques permettant d'évaluer la qualité biologique d'un cours d'eau pour répondre à la directive cadre sur l'eau (DCE) ;
- par ailleurs, le GECU recommande que le genre *Bulinus* soit intégré à la liste des espèces exotiques à suivre dans le cadre (i) du Règlement (U.E.) n° 1143/2014 relatif à la prévention et à la gestion de l'introduction et de la propagation des espèces exotiques envahissantes, et (ii) de la stratégie nationale relative aux espèces exotiques envahissantes ;

Concernant le réservoir humain,

- Le GECU rappelle que l'absence de détection du parasite dans l'environnement et l'absence d'un réservoir animal connu à ce jour, suggère une transmission pérenne probablement de faible ampleur par l'intermédiaire d'un nombre limité de personnes non diagnostiquées qui auraient été contaminés en 2013 (ou avant) et qui fréquenteraient les abords du Cavu notamment en amont de la saison estivale ;
- Compte tenu du fait que les deux cas diagnostiqués à la fin de l'année 2017 vivent à proximité du Cavu, le GECU recommande la mise en place d'un dépistage sérologique et parasitologique ciblé à la recherche d'un éventuel réservoir humain auprès de plusieurs catégories de la population :
 - les personnes résidant de façon permanente ou temporaire à proximité du Cavu et/ou de la Solenzara ;
 - les enfants, présentant la tranche d'âge susceptible d'être la plus exposée, scolarisés à proximité de ces deux cours d'eau, ainsi que le personnel des établissements scolaires ;
 - les professionnels travaillant à proximité ou en contact régulier avec les eaux du Cavu et/ou de la Solenzara ;
- Le GECU souligne qu'en cas de mise en œuvre de ce dépistage ciblé, l'absence de cas identifiés d'une ou plusieurs de ces différentes catégories de la population pourrait toutefois ne pas exclure la persistance d'un réservoir humain de taille limitée. Un nombre même réduit de cas asymptomatiques et non-dépistés peut perpétuer le cycle de transmission du parasite ;

Concernant la stratégie d'information et de communication,

- pour la saison balnéaire 2018, le GECU réitère sa recommandation de mettre en place des actions d'information pour prévenir la contamination du milieu aquatique et d'éviter les expositions :

- les gestionnaires de baignades et/ou les collectivités devraient pour la saison estivale 2018 mettre à disposition du public toute l'information nécessaire sur le risque de transmission de la bilharziose uro-génitale. Cette information permet notamment d'encourager les personnes présentant des symptômes à se faire diagnostiquer ;
- la population locale devra être incitée - en amont de l'ouverture de la saison balnéaire et par tous les moyens appropriés - à ne pas uriner dans l'eau des plans et cours d'eau ;
- les zones de baignades devront être équipées de sanitaires ;
- les employeurs recrutant des travailleurs provenant de zones endémiques à la maladie devront les informer du risque de bilharziose uro-génitale et des mesures de prévention préconisées ;
- les autorités sanitaires doivent poursuivre leurs actions de communications auprès des professionnels de santé et en particulier les professionnels de proximité (infirmières, pharmaciens) susceptibles d'être en contact direct avec les touristes.

Par ailleurs, au vu des interrogations de la communauté scientifique sur la transmission du parasite en Corse notamment sur l'implication du réservoir animal, le GECU recommande l'acquisition de connaissances sur :

- la contamination des mammifères vivant à proximité du Cavu et ayant des contacts à l'eau (étude chez le rongeur au printemps 2018, essai sur mouton en laboratoire, etc.) par la souche hybride présente en Corse ;
- l'infestation éventuelle d'autres mollusques présents dans les cours d'eau corses tels que *Potamopyrgus* sp. par les Schistosomes (et en particulier la souche hybride présente en Corse) ;
- le développement de la technique dite de l'ADN environnemental afin d'identifier la présence des mollusques et/ou du parasite dans les cours d'eau.

5. CONCLUSIONS DE L'AGENCE

L'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail endosse les conclusions et recommandation des experts.

L'Agence rappelle que cet avis fait suite aux travaux d'expertise antérieurs qu'elle a menée sur la bilharziose uro-génitale en Corse :

- avis relatif au signalement de cas groupés de bilharziose autochtone en Corse-du-Sud (Anses, 2014a) ;
- avis relatif aux critères de levée d'interdiction et d'autorisation de la baignade dans la rivière du Cavu (Corse-du-Sud) suite à la survenue de cas de bilharziose uro-génitale (Anses, 2015) ;
- avis relatif à la stratégie de gestion concernant les mesures à mettre en place en cas de survenue de cas de bilharziose en Corse (Anses, 2016a) ;

ainsi qu'aux résultats des différentes études qu'elle a financées :

- recherche de cas de bilharziose animale au sud de la Corse (Anses, 2014b) ;
- enquête malacologique sur la présence du vecteur de bilharziose urinaire (*Bulinus* sp.) en France (Anses, 2014c) ;
- étude de la capacité de *Bulinus truncatus* infecté par *Schistosoma* sp. à résister au froid (Anses, 2016b).

Il ressort des différents travaux d'expertise :

- l'absence de portage de *S. bovis* en Corse chez les ruminants domestiques ;
- la bilharziose uro-génitale associée aux baignades dans le Cavu est liée à la persistance d'une souche de schistosome hybride entre *S. haematobium* et *S. bovis*. Cette souche étant capable de parasiter les bullins présents dans les cours d'eau en Corse et de résister aux conditions climatiques corses ;
- les bullins présents dans le Cavu ont une capacité de résistance à cet hybride même à des températures d'eau hivernales inférieures à 10°C.

L'infestation d'un rongeur par un hybride similaire à celui présent en Corse, ayant été mis en évidence en zone endémique d'Afrique de l'Ouest, une étude financée par l'Agence sera menée en Corse durant l'été 2018 pour évaluer l'éventuel rôle des rongeurs du genre *Rattus* dans la persistance de la bilharziose uro-génitale en Corse.

L'hypothèse de ce nouveau réservoir animal ne permet pas à ce stade d'exclure la contribution d'un réservoir humain dans la persistance de cette parasitose en Corse.

De fait l'Agence recommande que le Haut conseil de santé publique soit saisi sur le volet humain et en particulier sur l'identification des freins et des leviers d'actions permettant d'améliorer le dépistage auprès des populations présentes à proximité du Cavu et de la Solenzara.

L'hypothèse de l'existence d'un réservoir humain est d'autant plus plausible que des cas probables de bilharziose uro-génitale ont été signalés en lien avec des baignades dans la Solenzara. Afin de hiérarchiser les zones de baignade susceptibles d'héberger des bullins et qui devraient faire l'objet d'un suivi environnemental régulier en Corse, l'Anses financera durant l'été 2018 une enquête malacologique ciblée afin de déterminer la présence de *Bulinus truncatus* dans les cours d'eau.

Par ailleurs, considérant le faible vivier d'experts compétents en malacologie (étude des mollusques), et le lien entre les mollusques d'eau douce et certaines maladies humaines ou animales, l'Agence recommande de développer l'enseignement de la malacologie notamment dans les cursus de formation scientifique : biologie, pharmacie, médecine humaine et vétérinaire.

En outre compte tenu des conditions requises pour initier le cycle de la bilharziose uro-génitale, l'Agence souhaite attirer l'attention sur le fait que si la présence de bullins devait être constatée, d'autres sites de baignades notamment sur le pourtour méditerranéen continental français pourraient présenter l'ensemble des conditions favorables à l'installation du cycle de la bilharziose. L'Agence souligne donc la nécessité de réaliser de nouveau une enquête malacologique sur le pourtour méditerranéen continental français afin d'estimer le risque de contamination de l'ensemble des cours d'eau de cette zone. L'Agence propose d'intégrer cette enquête dans le cadre de la réalisation des indices biologiques permettant d'évaluer la qualité biologique d'un cours d'eau pour répondre à la directive cadre sur l'eau.

Enfin, afin de compléter efficacement l'identification de zones présentant des conditions favorables d'installation d'un cycle de bilharziose, l'Agence recommande que le développement de la technique, aujourd'hui en cours de mise au point, de détection de l'ADN du mollusque et du parasite dans l'eau soit finalisé pour compléter la panoplie des outils de surveillance environnementale.

L'Agence souligne qu'au regard des conclusions des deux études qui seront menées en 2018 en Corse, elle est susceptible de compléter et/ou modifier les conclusions de ce présent avis.

Dr Roger Genet

MOTS-CLES

Bilharziose uro-génitale, *Schistosoma haematobium*, *Bulinus truncatus*, baignade, Corse

Schistosomiasis, urogenital schistosomiasis, *Bulinus truncatus*, recreational water, Corsica

BIBLIOGRAPHIE

AFNOR (2010). XP T90-388 (2010-06-01) : Qualité de l'eau – Traitement au laboratoire d'échantillons contenant des macro-invertébrés de cours d'eau

AFNOR (2016) NF T 90-333 (Septembre 2016). Qualité de l'eau – Prélèvement des macro-invertébrés aquatiques en rivières peu profondes».

Anses (2014a) Note d'appui scientifique relative au signalement de cas groupés de bilharziose autochtone en Corse du sud. 28 mai 2014. p 11

Anses (2014b) Convention de recherche et développement : Bilharziose animale au sud de la Corse. Rapport non publié (2016-CRD-23).

Anses (2014c) Convention de recherche et développement : enquête malacologique sur la présence du vecteur de bilharziose urinaire (*Bulinus* sp) en France ;

Anses (2015) Avis relative aux critères de levée d'interdiction et d'autorisation de la baignade dans la rivière du Cavu (Corse-du-Sud) suite à la survenue de cas de bilharziose uro-génitale. 30 avril 2015.p11.

Anses (2016a). Avis relatif à la stratégie de gestion concernant les mesures à mettre en place en cas de survenue de cas de bilharziose en Corse. 25 mars 2016. p9

Anses (2016b). Convention de recherche et développement : Capacité de *Bulinus truncatus* infecté par *Schistosoma* sp. à résister au froid. Rapport non publié (2016-CRD-10)

Boissier J., S. Grech-Angelini, B. L. Webster, J.F. Allienne, T. Huyse, S. Mas-Coma, E. Toulza, H. Barré-Cardi, D. Rollinson, J. Kincaid-Smith, A. Oleaga, R. Galinier, J. Foata, A. Rognon, A. Berry, G. Mouahid, R. Henneron, Hélène Moné, Harold Noel, Guillaume Mitta (2016) Outbreak of urogenital schistosomiasis in Corsica (France): an epidemiological case study. The Lancet Infectious Diseases .16 (8) : 971 – 979.

Boon N.A.M., W. Fannes, S. Rombouts, K Polman, F.A.M Volckaert,. et T.Huyse (2017) Detecting hybridization in African schistosome species: does egg morphology complement molecular species identification? Parasitology 144 : 954-964.

Callot-Girardi, H. (2015). Contribution à la connaissance des mollusques dulcicoles de France. Avenionia1 : 152–162.

Catalano S., M. Sene , N.D. Diouf, C.B. Fall , A. Borlase , E. Leger , K. Ba , et J.P. Webster (2018) Rodents as natural hosts of zoonotic *Schistosoma* species and hybrids: an epidemiological and evolutionary perspective from West Africa. The Journal of infectious diseases. <https://doi.org/10.1093/infdis/jiy029>

Djuikwo Teukeng, F.F. (2011). *Bulinus globosus* et *B. truncatus* (Gastropoda : Planorbidae) : variabilité génétique et implications dans la transmission de *Schistosoma haematobium* au Cameroun. Thèse d'université., Université de Limoges.

ECDC (2014). Local transmission of *Schistosoma haematobium* in Corsica, France.

Gadgil R.K. et S.N. Shah (1952) Human schistosomiasis in India. Discovery of an endemic focus in the Bombay State. Indian Journal of Medical Sciences 6 : 760–763.

Golvan Y.J. (1983). Éléments de parasitologie médicale. 4e édition. Flammarion médecine-sciences

Gretillat S. (1963). Epidémiologie de certaines affections à trématodes des animaux domestiques en Corse (Bilharziose bovine et distomatose bovine et ovine). (Observations effectuées au cours d'une mission réalisée en automne 1962) : An parasit hum & corne, 38(3) : 471-481.

Gryseels B., K. Polman, J Clerinx, L. Kestens (2006). Human schistosomiasis. Lancet ; 368 (9541) : 1106-1118.

Hartley D.J. et J.A. Bishop. (1979). Home range and movement in populations of *Rattus norvegicus* polymorphic for warfarin resistance. Biological Journal of the Linnean Society 12: 19-43.

Huyse T., B.L. Webster, S. Geldof, J. Russell Stothard, O. T. Diaw, K. Polman et D. Rollinson (2009). Bidirectional introgressive hybridization between a cattle and human schistosome species. PLoS Pathog. ;5 (9) : e1000571.

Leger, E. and Webster, J.P. (2017) Hybridizations within the Genus *Schistosoma*: implications for evolution, epidemiology and control. Parasitology : 1-16.

Martínez-Ortí, A., Bargues, M.D.& Mas-Coma, S.2015. Dos nuevas localizaciones para España de *Bulinus truncatus* (Audouin, 1827) (Gastropoda, Planorbidae), hospedador intermediario de Schistosomiasis urinaria. Arxius de Miscellània Zoològica, 13: 25–31.

N'Goran E, Brémond P, Sellin E, et al. (1997). Intraspecific diversity of *Schistosoma haematobium* in West Africa : chronobiology of cercarial emergence. Acta Tropica ; 66 : 35-44.

Noël H., M. Ruello, A. Maccary, C. Pelat, C. Sommen, J. Boissier, H. Barré-Cardi, J. Fillaux, J.-L. Ternignon, M. Debruyne, G. Chyderiotis, J. Durand, L. Ramalli, J.-D. Chiappini, P. Malfait, A. Berry (2018) Large outbreak of urogenital schistosomiasis acquired in Southern Corsica, France: monitoring early signs of endemicization? Clinical Microbiology and Infection, Wiley, 24 (3) : 295 - 300. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cmi.2017.06.026>

Moné, H., M.C.Holtfreter, , JF Allienne,, R. Minsta-Nguéma, M. Ibikounlé, J. Boissier, A. Berry, G. Mitta, J. Richter, G. Mouahid (2015). Introgressive hybridizations of *Schistosoma haematobium* By *Schistosoma bovis* at the origin of the first case report of schistosomiasis in Corsica (France, Europe), Parasitology Research : 114: 4127. doi:10.1007/s00436-015-4643-4

Mouthon J. (1982). Les mollusques dulcicoles-Données biologiques et écologiques-Clés de détermination des principaux genres de Bivalves et de Gastéropodes de France. Bulletin Français de Pisciculture : 1-27. Disponible en ligne: <https://www.kmae-journal.org/articles/kmae/pdf/1982/05/kmae1982NS01.pdf>

OMS (2018). Principaux repères. Schistosomiase (bilharziose). <http://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/schistosomiasis>

Pitchford R.J..(1961) Observations on a possible hybrid between the two schistosomes *S. haematobium* and *S. mattheei*. Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene. ; 55 : 44-51.

Pitchford, R.J., (1977). A check list of definitive hosts exhibiting evidence of the genus *Schistosoma* Weinland, 1858 acquired naturally in Africa and the Middle East. Journal of helminthology, 51 : 229-252.

Rowan W.B. (1964) Sewage treatment and schistosome eggs. The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene ; 13 : 572-576.

Ramalli L, Mulero S, Noël H, Chiappini J-D, Vincent J, Barré-Cardi H, Malfait P, Normand G, Busato F, Gendrin V, Allienne J-F, Fillaux J, Boissier J, Berry A. Persistence of schistosomal transmission linked to the Cavu river in southern Corsica since 2013. (2018) Euro Surveillance.23 (4): pii=18-00017. <https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES.2018.23.4.18-00017>

Rollinson, D. et A.J.G Simpson (1987) The biology of Schistosomes. From genes to latrines. Academic Press

Sokolow, S.H., Huttinger, E., Jouanard, N., Hsieh, M.H., Lafferty, K.D., Kuris, A.M., Riveau, G., Senghor, S., Thiam, C., N'Diaye, A., Faye, D.S., and De Leo, G.A. (2015) Reduced transmission of human schistosomiasis after restoration of a native river prawn that preys on the snail intermediate host. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 112, 9650-9655

Steinauer M.L., B. Hanelt, I.N .Mwangi, G.M. Maina, L.E. Agola., JM. Kinuthia, M.W Mutuku,B.N. Mungai, W.D. Wilson, G.M. Mkoji, E.S. Loker. (2008). Introgressive hybridization of human and rodent schistosome parasites in western Kenya. Molecular Ecology. ;17 (23) : 5062-5074.

Tachet H., P. Richoux , M. Bournaud , et P.Usseglio-Polatera (2010). Invertébrés d'eau douce, Nouvelle édition. Centre National de la Recherche Scientifique Press, Paris, France.

Welter-Schultes F.W. (2012). European non-marine molluscs, a guide for species ; 760 p.

Whisson, D. A., Quinn, J. A. et Collins, K. C. (2007) 'Home range and movements of roof rats (*Rattus rattus*) in an old-growth riparian forest, California. Journal of Mammalogy, 88(3) pp. 589–594

ANNEXE 1

Présentation des intervenants

PRÉAMBULE : Les experts membres de comités d'experts spécialisés, de groupes de travail ou désignés rapporteurs sont tous nommés à titre personnel, *intuitu personae*, et ne représentent pas leur organisme d'appartenance.

GROUPE DE TRAVAIL

Groupe d'expertise collective d'urgence

Présidente :

Mme Sauvant-Rochat, université Clermont Auvergne

Membres :

M. Beisel Jean-Nicolas, École nationale du génie de l'eau et de l'environnement de Strasbourg (ENGEES) ;

M. Boissier Jérôme, Université de Perpignan (M. Boissier n'a pas participé aux débats concernant les parties 3.2.2 et 4) ;

M. Noël Harold, Santé publique France (SPF) ;

M. Polack Bruno, École nationale vétérinaire d'Alfort (ENVA).

Participation Anses :

Unité d'évaluation des risques liés à l'eau- Direction de l'évaluation des risques :

Mme Catastini Carole ;

Mme Panetier Pascale.

ANNEXE 2

La bilharziose uro-génitale autochtone est soumise à déclaration obligatoire. La définition de cas utilisée dérive de l'avis du HCSP relatif à la surveillance nationale des cas autochtones de bilharziose uro-génitale 24 avril 2015 - Revu le 2 septembre 2015. Elle indique:

a) comme cas probable

- toute personne avec ou sans symptôme et présentant deux tests sérologiques de dépistage positifs utilisant des techniques différentes ou, en cas de discordance, un test sérologique Western blot positif (Ag *S. mansoni* + *S. haematobium*) ;
- sans notion de contact avec de l'eau douce dans une zone d'endémie classique (tropicale).

b) comme cas certain

- toute personne avec présence d'oeufs de *S. haematobium* à l'examen parasitologique des urines ou sur l'examen anatomopathologique d'une biopsie vésicale et/ou rectale, ou PCR spécifique (*S. haematobium* et/ou *S. bovis*) positive.
- sans notion de contact avec de l'eau douce dans une zone d'endémie classique (tropicale).

Avis de l'Anses

Saisine n° 2018-SA-0074

Saisines liées n° 2014-SA-0119, 2015-SA-0036, 2016-SA-0023

ANNEXE 3

Avis de l'Anses

Saisine n° 2018-SA-0074

Saisines liées n° 2014-SA-0119, 2015-SA-0036, 2016-SA-0023

nom validé	nom verniculaire	ordre	ordre verniculaire	famille	famille verniculaire	statut biogéographique
<i>Erinaceus europaeus</i> (Linnaeus, 1758)	Hérisson d'Europe	Erinaceomorpha		Erinaceidae (Hérissons)	Hérissons	P
<i>Crocidura suaveolens</i> (Pallas, 1811)	Crocidure des jardins	Soricomorpha		Soricidae (Musaraignes)	Musaraignes	P
<i>Suncus etruscus</i> (Savi, 1822)	Pachyure étrusque	Soricomorpha		Soricidae (Musaraignes)	Musaraignes	P
<i>Vulpes vulpes</i> (Linnaeus, 1758)	Renard roux	Carnivora		Canidae (Loups, Renards)	Loups, Renards	P
<i>Martes martes</i> (Linnaeus, 1758)	Martre des pins, Martre	Carnivora		Mustelidae (Belettes, Blaireaux, Loutres)	Belettes, Blaireaux, Loutres	P
<i>Mustela nivalis</i> (Linnaeus, 1766)	Belette d'Europe	Carnivora		Mustelidae (Belettes, Blaireaux, Loutres)	Belettes, Blaireaux, Loutres	P
<i>Sus scrofa</i> (Linnaeus, 1758)	Sanglier	Cetartiodactyla (Cétartiodactyles)	Cétartiodactyles	Suidae (Sangliers)	Sangliers	P
<i>Cervus elaphus</i> (Linnaeus, 1758)	Cerf élaphe	Cetartiodactyla (Cétartiodactyles)	Cétartiodactyles	Cervidae (Cerfs, Chevreuils)	Cerfs, Chevreuils	P
<i>Cervus elaphus corsicanus</i> (Erxleben, 1777)	Cerf de Corse	Cetartiodactyla (Cétartiodactyles)	Cétartiodactyles	Cervidae (Cerfs, Chevreuils)	Cerfs, Chevreuils	P
<i>Apodemus sylvaticus</i> (Linnaeus,	Mulot sylvestre	Rodentia (Rongeurs)	Rongeurs	Muridae (Souris, Campagnols,	Souris, Campagnols,	P

Avis de l'Anses

Saisine n° 2018-SA-0074

Saisines liées n° 2014-SA-0119, 2015-SA-0036, 2016-SA-0023

1758)				Mulots, Rats)	Mulots, Rats	
<i>Mus musculus</i> Linnaeus, 1758	Souris grise, Souris domestique	Rodentia (Rongeurs)	Rongeurs	Muridae (Souris, Campagnols, Mulots, Rats)	Souris, Campagnols, Mulots, Rats	P
<i>Rattus norvegicus</i> (Berkenhout, 1769)	Rat	Rodentia (Rongeurs)	Rongeurs	Muridae (Souris, Campagnols, Mulots, Rats)	Souris, Campagnols, Mulots, Rats	I
<i>Rattus rattus</i> (Linnaeus, 1758)	Rat noir, Rat commun	Rodentia (Rongeurs)	Rongeurs	Muridae (Souris, Campagnols, Mulots, Rats)	Souris, Campagnols, Mulots, Rats	P
<i>Eliomys quercinus</i> (Linnaeus, 1766)	Lérot	Rodentia (Rongeurs)	Rongeurs	Gliridae		P
<i>Glis glis</i> (Linnaeus, 1766)	Loir gris, Loir	Rodentia (Rongeurs)	Rongeurs	Gliridae		P
<i>Lepus europaeus</i> Pallas, 1778	Lièvre d'Europe	Lagomorpha (Lagomorphes)	Lagomorphes	Leporidae		P
<i>Oryctolagus cuniculus</i> (Linnaeus, 1758)	Lapin de garenne	Lagomorpha (Lagomorphes)	Lagomorphes	Leporidae		P
<i>Felis silvestris</i> Schreber, 1775	Chat forestier, Chat sauvage	Carnivora		Felidae (Chats)	Chats	P
<i>Canis familiaris</i> Linnaeus, 1758	Chien	Carnivora		Canidae (Loups, Renards)	Loups, Renards	M
<i>Ovis montanus</i> Pallas,	Mouflon de Corse,	Cetartiodactyla (Cétartiodactyles)	Cétartiodactyles	Bovidae (Bisons,	Bisons, Boeufs	I

Avis de l'Anses

Saisine n° 2018-SA-0074

Saisines liées n°2014-SA-0119, 2015-SA-0036, 2016-SA-0023

1811)	Mouflon			Boeufs)		
<i>Bos taurus</i> Linnaeus, 1758	Boeuf domestique, Vache domestique	Cetartiodactyla (Cétartiodactyles)	Cétartiodactyles	Bovidae (Bisons, Boeufs)	Bisons, Boeufs	I
<i>Ovis aries</i> Linnaeus, 1758	Mouton domestique	Cetartiodactyla (Cétartiodactyles)	Cétartiodactyles	Bovidae (Bisons, Boeufs)	Bisons, Boeufs	M

Tableau I : Liste des mammifères vivant à proximité du Cavu et ayant un contact possible avec l'eau