

Elaboration d'un Parcours de Contrôle Progressif pour la Trypanosomose Animale Africaine

Oumar Diall^{1#}, Giuliano Cecchi^{1#*}, Gift Wanda², Rafael Argilés-Herrero³, Marc J. B. Vreysen³, Giovanni Cattoli⁴, Gerrit J. Viljoen⁴, Raffaele Mattioli⁵, Jérémy Bouyer⁶⁻⁷

¹Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO), Bureau sous régional pour l'Afrique de l'Est, Addis-Abeba, Ethiopie.

²Union Africaine – Campagne panafricaine d'éradication de la mouche tsé-tsé et de la trypanosomose (UA-PATTEC), Addis-Abeba, Ethiopie.

³Programme conjoint FAO/Agence Internationale de l'Energie Atomique (AIEA) des techniques nucléaires dans l'alimentation et l'agriculture, Sous-programme de Contrôle des Insectes Nuisibles, Vienne, Autriche. ⁴Programme conjoint FAO/AIEA des techniques nucléaires dans l'alimentation et l'agriculture, Sous-programme de Production et de Santé Animale, Vienne, Autriche. ⁵FAO, Division de Production et Santé Animales, Rome, Italie. ⁶Unité Mixte de Recherche INTERTRYP, Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD), Montpellier, France. ⁷Unité Mixte de Recherche « Animal, Santé, Territoires, Risques et Ecosystèmes » (ASTRE), CIRAD, Montpellier, France.

[#]Contribué à égalité. *Correspondance: Giuliano.Cecchi@fao.org (G. Cecchi). © Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO). L'article original en anglais est disponible librement à la page internet: <http://dx.doi.org/10.1016/j.pt.2017.02.005>

Les parcours de contrôle progressif (PCPs) sont des approches par étapes conduisant à la réduction, à l'élimination et l'éradication des maladies humaines et animales. Ils fournissent des cadres systématiques pour planifier et évaluer les interventions. Ici nous décrivons un PCP pour la trypanosomose transmise par les tsé-tsé, un fléau pour les éleveurs pauvres d'Afrique tropicale. Les premiers stades se focalisent sur la mise en place d'une structure de coordination nationale, l'engagement des parties prenantes, le développement de capacités techniques, la collecte et la gestion de données et la réalisation d'interventions pilotes. Le stade intermédiaire vise une réduction du fardeau de la maladie de façon durable et économiquement rentable, alors que les stades supérieurs visent son élimination. Le bilan mitigé entre succès et échec des efforts déployés contre la TAA dans le passé fait de l'élaboration de ce PCP une grande priorité.

Tendances

Alors que des progrès importants se font dans l'élimination de la trypanosomose humaine africaine transmise par les tsé-tsé (THA ou maladie du sommeil), les avancées dans la lutte contre la trypanosomose animale africaine (TAA ou Nagana) sont faibles, dans le meilleur des cas.

Les parcours de contrôle progressif (ou approches par étapes ou par stades) sont de plus en plus utilisés pour le contrôle de nombreuses maladies humaines et animales, incluant la fièvre aphteuse, la peste des petits ruminants, la brucellose et la rage.

Une gamme d'outils sont en train d'arriver à maturité qui permettent une priorisation, une programmation et un suivi des interventions contre la TAA, fondés sur des arguments rationnels, notamment les systèmes d'information géographiques (SIG), les modèles de répartition des espèces et la génétique des populations.

Alors que le développement de nouveaux médicaments contre la TAA prend du retard, l'éventail des techniques pour la lutte anti-vectorielle s'est élargi et les connaissances sur leur champ d'application optimal se sont améliorées.

Parmi les préoccupations croissantes relatives à la capacité de l'Afrique subsaharienne à se nourrir dans les décennies à venir, la levée des contraintes qu'impose la TAA apparaît plus urgente que jamais.

Mots-clés : Nagana, Parcours de Contrôle progressif, Approche par étapes, élimination, politiques de santé animale

Pourquoi un parcours de contrôle progressif pour la TAA?

Les **Parcours de Contrôle Progressif (PCPs)** (voire [Glossaire](#)) et les feuilles de route y afférant sont des approches par étapes de plus en plus utilisées en vue de la réduction, l'élimination et l'éradication d'un grand nombre de maladies humaines et animales incluant la fièvre aphteuse (FMD) [1,2], la peste des petits ruminants (PPR) [3], la brucellose [4] et la rage [5]. Dans l'acronyme PCP, le mot « contrôle » peut être considéré comme englobant toute la gamme des stratégies contre les maladies, de la réduction du fardeau de la maladie à son **élimination** et à son **éradication** (voir le glossaire pour plus de détails).

La trypanosomose animale africaine (TAA), également connue sous le nom de « nagana », est une famille de maladies parasitaires causées par différentes espèces d'organismes unicellulaires, à savoir *Trypanosoma vivax*, *T. congolense*, *T. brucei*, *T. simiae* et *T. suis*. La TAA est **transmise cycliquement** par des mouches hématophages, les tsé-tsé (Diptera, genre *Glossina*). Certaines espèces de trypanosomes, en particulier *T. vivax*, peuvent également être transmises mécaniquement par d'autres mouches piqueuses (notamment *Tabanus* et *Stomoxys* spp.) [6,7]. La TAA affecte les ruminants, les porcs, les chameaux, les équidés et les carnivores, mais le fardeau le plus lourd pour les éleveurs de subsistance en Afrique subsaharienne est la trypanosomose bovine [8]. La trypanosomose transmise par les tsé-tsé est également répertoriée par l'Organisation mondiale de la santé animale (OIE) comme une maladie à déclaration obligatoire (c.-à-d. une maladie qui, dès qu'elle a été soupçonnée ou détectée, devrait être portée à l'attention de l'OIE).

Depuis plus d'un siècle, les efforts pour étudier et contrôler la TAA ont été importants. En dépit de cela, la maladie reste aujourd'hui la principale contrainte pour le développement des systèmes d'élevage et agricoles plus durables et rentables dans les régions d'Afrique ayant le plus grand potentiel inexploité [9]. L'objectif global du PCP pour la TAA est de promouvoir des interventions qui atténuent la pauvreté, augmentent les revenus et améliorent les moyens de subsistance et la résilience des petits agriculteurs en créant et en développant progressivement des zones libérées du fardeau de la TAA.

Le PCP s'appuie sur de nombreuses décennies de recherche et sur de nombreuses réalisations techniques et politiques. Des outils rentables contre les tsé-tsé [10,11] et de diagnostic fiables pour la TAA [2] sont disponibles. Des exemples de réussite dans la lutte durable contre la mouche tsé-tsé et la TAA existent [13-15]. L'expertise technique est disponible dans la plupart des pays endémiques ainsi que dans les institutions internationales de recherche et de développement. Dans le cadre de « *One Health* » (Une seule Santé), des synergies peuvent être exploitées pour l'élimination de la trypanosomose humaine africaine (THA) [16] et pour le contrôle d'autres maladies animales (par exemple, les maladies transmises par les tiques [17]). L'engagement est fort au niveau national et international, comme en témoignent la campagne panafricaine d'éradication de la mouche tsé-tsé et de la trypanosomose (PATTEC), une initiative de l'Union africaine (UA) [18] et le Programme de lutte contre la trypanosomose africaine (PAAT) qui coordonne les efforts, en la matière, des organismes compétents des Nations Unies (l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO), l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) et l'Organisation mondiale de la santé (OMS)) [19,20].

Il y a aussi de nombreux défis. Il n'existe pas de vaccin contre la TAA. La chimiothérapie et la chimioprophylaxie restent le pilier de la lutte contre la maladie, mais les trypanocides vétérinaires disponibles sont dépassés [21], et des produits de qualité inférieure ou contrefaits sont largement répandus [22-23] alors que la résistance aux médicaments prend de l'ampleur [21,24]. L'existence d'un réservoir animal rend l'élimination de la TAA très difficile, à moins d'éliminer, si possible, les vecteurs de façon durable. L'élimination durable des populations de glossines a été obtenue dans moins de 2% des 10 millions de km² estimés infestés [25], et la gestion intégrée de la TAA a été très rarement durable [26]. La maladie est souvent négligée par les pays endémiques et les bailleurs, du fait qu'elle affecte principalement les petits propriétaires pauvres vivant dans les zones rurales, elle n'engage pas les décideurs de la ville et ne constitue pas une menace immédiate pour les pays riches car elle n'influence

pas directement le commerce des produits d'élevage. Enfin, alors qu'un pays peut déclarer lui-même, sous sa propre responsabilité, que tout ou partie de son territoire est indemne de TAA [27], il n'y a jusqu'à présent pas de reconnaissance officielle de l'OIE du statut de « pays ou zone indemne de TAA ».

Cet article d'opinion fournit un premier aperçu du PCP pour la TAA et vise à contribuer à la rationalisation des interventions contre cette maladie persistante et pernicieuse. Le développement du PCP semble particulièrement opportun à un moment où l'élimination de la THA progresse régulièrement, tandis que le contrôle de la TAA est en retard.

Un PCP pour la TAA

Le PCP pour la TAA comprend cinq stades (étapes) et un niveau préliminaire nommé « avant le stade 1 » (Figure 1). Une progression régulière par stade est la règle (c.-à-d. du stade N au stade N + 1), mais un **raccourci** est possible dans des circonstances spécifiques. Pour passer d'un stade N à un stade N+1, il y a un ensemble d'exigences minimales à remplir et un plan détaillé à préparer, qui sera mis en œuvre au stade N+1. Une validation indépendante est nécessaire pour attester que toutes les exigences prévues au stade N sont remplies.

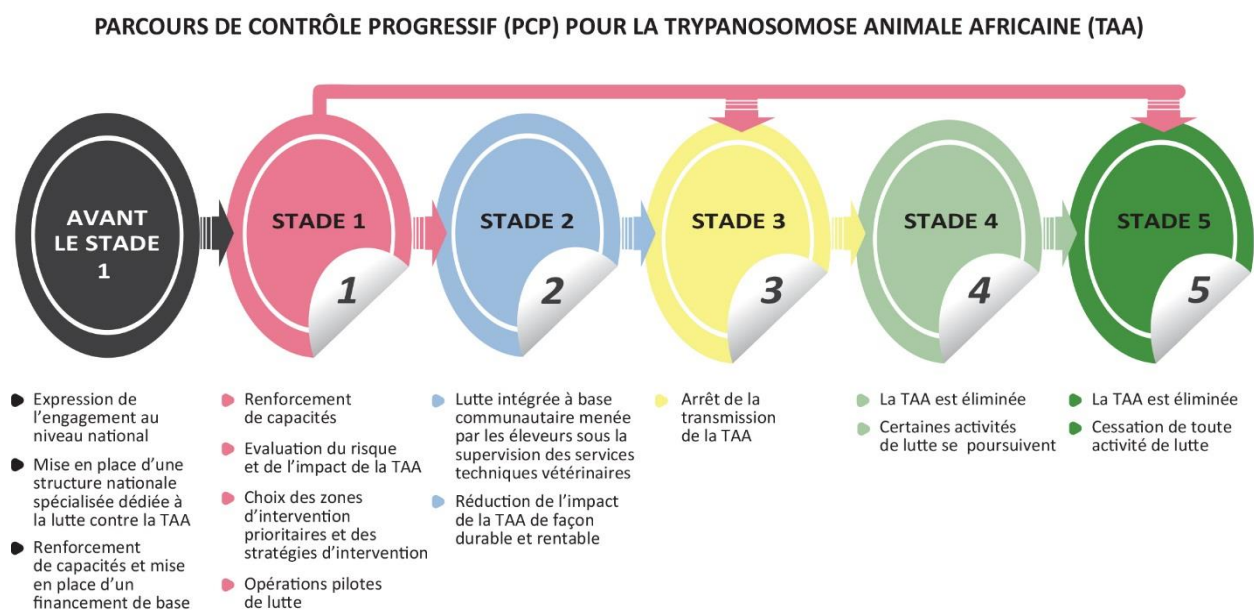


Figure 1. Le parcours de contrôle progressif pour la trypanosomose animale africaine (TAA).

Les stades « avant le stade 1 » et « stade 1 » mettent l'accent sur la création de l'environnement politique, institutionnel et technique nécessaire, et sur l'évaluation du risque et de l'impact de la maladie. Le « stade 2 » porte sur la **réduction durable** du fardeau de la TAA, tandis que les stades suivants (c.-à-d. de 3 à 5) visent l'élimination. Le PCP est conforme à l'approche conditionnelle et progressive recommandée par la FAO / AIEA pour la mise en œuvre de programmes de gestion intégrée des ravageurs à grande échelle qui pourraient inclure la technique de l'insecte stérile (SIT) [26]. Les étapes « avant le stade 1 » et « stade 1 » sont principalement des efforts au niveau national, alors que les stades ultérieurs viseront normalement des zones d'intervention sélectionnées. En conséquence, dans un pays, différentes zones affectées par la TAA peuvent être à différents stades du PCP (Figure 2).

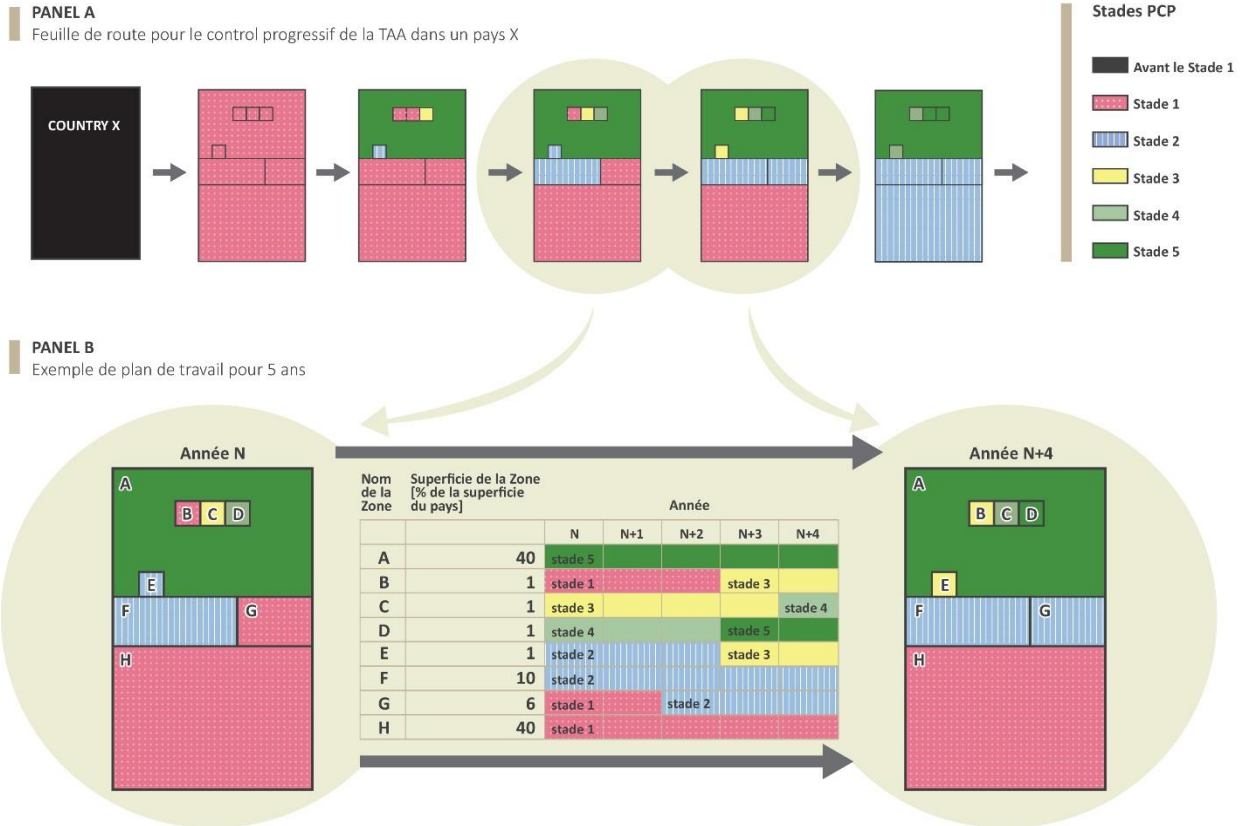


Figure 2. Exemples de feuille de route spatialisée (panneau A) et d'un plan de travail (panneau B) pour le parcours de contrôle progressif de la trypanosomose animale africaine (TAA) dans un pays hypothétique (pays X). Dans le panneau A, la situation initiale du pays X se révèle être « avant le stade 1 »; il passe ensuite au « stade 1 » au niveau national, puis les activités de contrôle sont effectuées dans des zones sélectionnées, permettant ainsi à ces zones sélectionnées de progresser vers des stades supérieurs du PCP. Dans le panneau B, un plan de travail spécifique par zone est illustré (dans cet exemple, il s'agit d'un plan de travail quinquennal). La zone A est une zone sans TAA, dans laquelle l'absence de TAA a été confirmée par des enquêtes réalisées lors des étapes précédentes de la feuille de route. La zone B est une zone où la TAA est présente et qui a été retenue comme prioritaire pour l'élimination de la TAA; les activités d'élimination devraient commencer dans l'année N + 3. La zone C est une zone où la TAA est en train d'être éliminée et où la transmission de la TAA devrait être interrompue d'ici à l'année N + 4; certaines mesures de contrôle devraient être maintenues au-delà de l'année N + 4. La zone D est une zone où la transmission de la TAA a été interrompue, mais certaines mesures de contrôle sont toujours en place; toutes les mesures de contrôle doivent y être suspendues à partir de l'année N + 3. La zone E est une zone où la TAA a été réduite en prélude à son élimination programmée à partir de N + 3. La zone F est une zone où la TAA a été réduite, et où les efforts de réduction devraient être maintenus pendant la période de cinq ans. La zone G est une zone où la TAA sévit et qui a été retenue comme prioritaire pour la réduction / gestion intégrée de la TAA à partir de l'année N + 2. La zone H est affectée par la TAA mais n'a pas été retenue comme prioritaire pour la réduction / gestion intégrée ou l'élimination pendant le plan de travail quinquennal actuel.

A tous les stades du PCP, divers domaines techniques et de gestion sont à considérer (Figure 3), même si l'importance et la nature des activités spécifiques varient en fonction des stades.

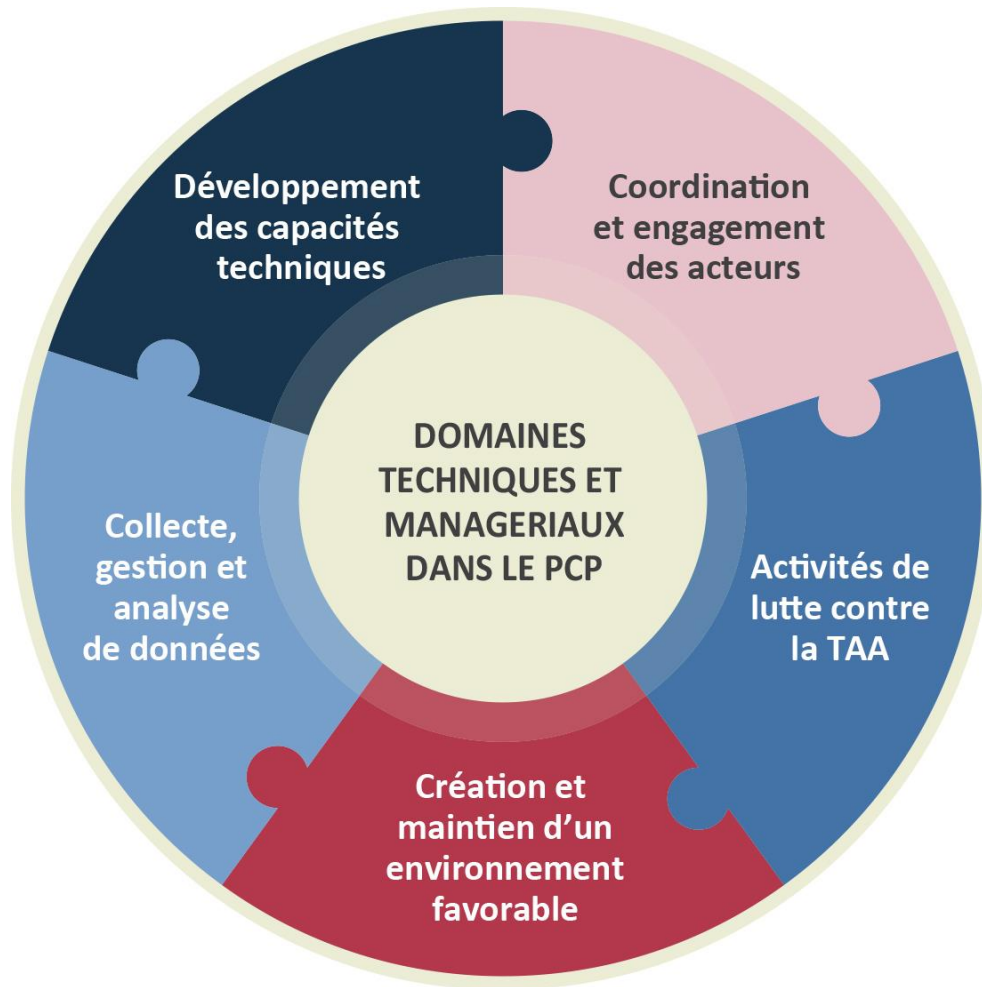


Figure 3. Domaines techniques et managériaux du parcours de contrôle progressif (PCP). Alors que chaque stade du PCP se caractérise par des objectifs et des activités spécifiques, cinq composantes se répartissent à tous les stades, mais à différents degrés. La coordination et la participation des parties prenantes soulignent la notion selon laquelle le contrôle de la TAA doit être un effort collectif, qui devrait mobiliser et exploiter l'engagement des donateurs, des décideurs, des agriculteurs et des services de vulgarisation. Le développement des capacités joue un rôle majeur dans les premiers stades du PCP, mais il doit être soutenu tout au long du parcours afin de répondre aux exigences techniques spécifiques des différents stades. Les données épidémiologiques et socio-économiques sont essentielles pour une prise de décision basée sur des données probantes, à partir de l'évaluation de la faisabilité et de la hiérarchisation, et aboutissant à la démonstration de l'impact des interventions. La création d'un environnement propice doit garantir que les cadres normatifs, juridiques et techniques favorisent un déploiement réussi et durable de l'intervention contre la TAA. Enfin, le contrôle de la TAA sur le terrain commence par les activités pilotes au stade 1, se poursuit de différentes manières dans les stades suivants, jusqu'à ce qu'elles soient interrompues au stade 5.

Le principal groupe cible du PCP proposé sont les autorités nationales chargées du contrôle de la tsé-tsé et de la TAA, mais l'approche peut également être appliquée aux initiatives multinationales et régionales. Le PCP de la TAA devrait également contribuer à et bénéficier d'un renforcement général des services vétérinaires dans les pays touchés et toutes les synergies possibles dans le contrôle d'autres maladies devraient être exploitées. Il est important de noter que le PCP fournit aux bailleurs un outil solide pour surveiller et évaluer les progrès et les impacts, et les encourager à soutenir les pays endémiques de TAA.

Poser les bases: avant le Stade 1 et Stade 1

Avant le stade 1

Quelques exigences minimales doivent être remplies pour entrer dans le PCP. Avant cela, le pays est considéré comme étant « avant le stade 1 », ce qui signifie qu'il n'est pas officiellement entré dans le PCP.

Une exigence essentielle pour passer au stade 1 est l'engagement politique et financier au niveau national, qui se traduit par un financement de base adéquat pour établir et soutenir une **structure nationale spécialisée** (SNS) dédiée au contrôle des tsé-tsé et de la TAA. La SNS doit être dotée de compétences techniques et de gestion de base, bien que le renforcement des capacités de la SNS soit dans une large mesure assuré dans les stades ultérieurs. L'engagement politique est également concrétisé à travers l'engagement au niveau national dans l'initiative UA-PATTEC.

La deuxième exigence concerne l'auto-évaluation et la planification. Les pays doivent évaluer leurs capacités existantes, leurs connaissances épidémiologiques, leurs arrangements institutionnels, leurs ressources humaines et financières. Par la suite, un **plan de travail** doit être développé, qui sera mis en œuvre au stade 1 suivant.

Stade 1

L'objectif du stade 1 est de développer les capacités techniques et d'acquérir une compréhension suffisante de la répartition du risque et de l'impact de la TAA pour une planification des activités de terrain fondée sur des données probantes. Ces dernières seront mises en œuvre au stade 2 et au-delà.

Les capacités essentielles comprennent la gestion de projet, les compétences vétérinaires et entomologiques dans la **surveillance parasitologique et sérologique**, le piégeage et l'identification des espèces de vecteurs, ainsi que la lutte antivectorielle et contre la TAA. Les compétences dans la gestion des données et les systèmes d'information géographique (SIG) pour permettre la cartographie, l'évaluation des risques et le suivi, sont également nécessaires [7,28].

Les capacités essentielles doivent être développées dans la SNS, mais d'autres plus avancées (par exemple, le diagnostic moléculaire [29], l'analyse géo-spatiale [30]) peuvent être disponibles au sein des centres et laboratoires nationaux ou régionaux, ainsi que dans les institutions internationales.

La mise en place d'un système d'information au niveau national est un autre pilier du stade. Toutes les données épidémiologiques et entomologiques récentes devraient être rassemblées, harmonisées, géo-référencées et centralisées. Des atlas nationaux peuvent être développés [7], en utilisant également des méthodologies de l'Atlas continental de la FAO de tsé-tsé et TAA [31,32]. Des enquêtes ciblées sur le terrain devraient être menées lorsque des lacunes existent ou lorsque l'information disponible est trop ancienne pour éclairer la prise de décision. De manière plus générale, toutes les données nécessaires pour un choix rationnel des zones d'intervention et des stratégies doivent être collectées au stade 1. En particulier, si un raccourci conduisant directement à l'option d'élimination est envisagé (stades 3 et au-delà), des études génétiques pourraient s'avérer nécessaires pour établir le degré d'isolement des populations tsé-tsé cibles [33,34] et le risque de réinvasion y afférant (voir encadré 1).

L'information socio-économique sur le fardeau de la TAA est essentielle pour justifier l'investissement et prioriser les zones d'intervention. Les analyses coûts-bénéfices [8,10,11], les cartes de distribution des tsé-tsé et de la TAA [7,31,32] et les modèles de distribution et d'isolement de la mouche tsé-tsé [30,35] sont des outils qui devraient favoriser une sélection rationnelle des zones d'intervention et des stratégies (voir encadré 1). La présence et le risque de THA [36-38] devraient être pris en compte, car les interventions dans un cadre « *One Health* » apportent des avantages plus larges et sont plus susceptibles d'attirer des ressources [16,39,40]. Les contraintes de sécurité (conflits civils, conflits armés, etc.) ne doivent pas être négligées.

Bien que les interventions sur le terrain fassent principalement partie des stades ultérieures, des activités pilotes sur le terrain contre la tsé-tsé et la TAA devraient être réalisées au stade 1. Leur objectif est de développer les capacités nationales, d'affiner et d'optimiser les outils d'intervention et de motiver les bailleurs. En outre, tout au long du PCP, des interventions sur le terrain peuvent être nécessaires pour lutter contre les éventuelles épizooties de TAA [24], y compris au stade 1.

Le stade 1 devrait également se pencher sur les aspects de coordination. Un **comité de pilotage** devrait être mis en place pour l'orientation et la supervision de la SNS et de ses activités. Il devrait inclure, dans sa composition, les parties prenantes nationales (par exemple, tous les ministères concernés, tels que ceux en charge de l'élevage, de l'agriculture, de la santé, de l'environnement, etc.), ainsi que des acteurs régionaux et internationaux, notamment les communautés économiques régionales (CER), les organisations internationales et les institutions de recherche.

Le stade 1 aboutit au choix des zones d'intervention prioritaires [41] et aux stratégies les plus appropriées pour les zones sélectionnées (réduction ou élimination durable de la TAA). La stratégie la plus probable pour les stades ultérieurs peut, dans une certaine mesure, influencer les activités du stade 1. Par exemple, les exigences en termes de données et de capacités diffèrent selon que le scénario choisi est la réduction durable ou l'élimination, ce qui peut aussi affecter les activités et la durée du stade 1.

Réduction durable de la TAA: Stade 2

L'objectif du stade 2 est une réduction durable et économiquement rentable du risque et du fardeau de TAA en créant des zones à faibles incidence et impact de la TAA, où seuls les traitements sporadiques avec les trypanocides sont nécessaires et le risque d'émergence et / ou de propagation de la résistance aux médicaments est minimisé [21,24].

La stratégie d'intervention repose sur la gestion intégrée de la TAA [24,25], une approche s'appuyant sur les communautés producteurs avec la collaboration des services vétérinaires locaux et des associations de producteurs, en tenant compte des paramètres éco-épidémiologiques, des systèmes de production animale [42] et des races de bétail. Des stratégies efficaces nécessiteront l'utilisation combinée de méthodes de lutte contre la tsé-tsé, de tests de diagnostic et de médicaments trypanocides. Une amélioration de l'alimentation animale et le contrôle d'autres maladies parasitaires seraient également bénéfiques [43,44].

Les **données de base** et de suivi, y compris les données parasitologiques, entomologiques et socio-économiques, doivent être collectées dans les zones d'intervention pour guider les activités sur le terrain, affiner les stratégies d'intervention et mesurer les progrès et l'impact. La présence possible de résistance aux médicaments doit être envisagée et, si nécessaire, être étudiée.

En ce qui concerne le développement des capacités, tous les acteurs impliqués dans la gestion intégrée de la TAA devraient être ciblés, y compris les éleveurs et les communautés agricoles, les services vétérinaires publics et privés, ainsi que la SNS. L'accent devrait être mis sur l'utilisation correcte des trypanocides pour limiter l'émergence et la propagation de la résistance aux médicaments [21] et sur des techniques efficaces et rentables de lutte antivectorielle, en particulier les **bovins traités par insecticide** (ITC) [45,46], les **clôtures de protection de l'élevage** (LPF) dans le cas des systèmes d'élevage hors sol [47] et des **écrans imprégnés d'insecticide** (ITT), en particulier lorsque la pression des tsé-tsé venant des zones non traitées est à prévenir [48].

Le principal défi au stade 2 est la durabilité, qui devra s'appuyer sur la sensibilisation et la formation des services vétérinaires, des associations de producteurs et des agriculteurs individuels. Des mécanismes de financement doivent être mis en place pour s'assurer que les interventions se poursuivront avec un soutien minimal des services de vulgarisation [49]. Ce soutien devrait se concentrer sur le maintien de la sensibilisation et sur la disponibilité et l'utilisation appropriée d'outils de contrôle abordables, efficaces et

rentables [22]. Il est important de noter que les communautés de producteurs doivent être pleinement impliquées dans le déploiement des stratégies intégrées de gestion des maladies afin de s'assurer qu'elles sont adaptées aux systèmes de production concernés et plus généralement aux contraintes locales. L'adoption de nouvelles technologies, telles que les mini-écrans, le LPF, l'application restreinte d'insecticides sur les animaux et les associations insecticides/répulsifs nécessitent normalement un soutien externe, une bonne connaissance des réseaux sociotechniques locaux, une approche participative forte et des processus de co-apprentissage pour ajuster les technologies aux utilisateurs [25]. Le degré d'adoption de la stratégie proposée par les parties prenantes dépendra de leur appréciation des avantages et des risques découlant des activités d'intervention et des changements associés requis dans leur système agricole [50].

Le stade 2 pourrait être maintenu indéfiniment, la gestion de la TAA devenant un coût de production fixe [10]. Cependant, la stratégie devrait être réévaluée à intervalles réguliers (trois à cinq ans). Si les conditions épidémiologiques et socio-économiques deviennent favorables, on peut envisager un changement vers une stratégie d'élimination (stade 3).

Élimination de la TAA: Stades 3 – 5 et au-delà

L'objectif des stades finaux du PCP (3 à 5) est de créer des zones durablement libérées de la TAA. Les modèles pour la transmission de la TAA, ainsi que pour d'autres maladies à transmission vectorielle, indiquent que dans certains contextes agro-écologiques (exemple, le cycle endémique de la TAA sans intervention de la faune sauvage [48]), la maladie pourrait être éliminée grâce à une **réduction durable** et substantielle des densités de tsé-tsé [51]. Cependant, des exemples concrets de cette approche manquent, et l'élimination de la TAA nécessite généralement l'**élimination** locale du vecteur, la tsé-tsé. C'est l'approche décrite dans ce PCP.

Dans le choix des zones cibles pour l'élimination de la tsé-tsé, le niveau d'isolement devrait être évalué [33,34], et les populations isolées devraient être prioritaires. En principe, des populations plus grandes et non isolées pourraient être abordées séquentiellement par l'approche du **tapis roulant** [52], qui a été utilisée avec succès pour d'autres insectes nuisibles [53,54]. Cependant, des exemples concrets et en cours de l'utilisation de cette approche chez les mouches tsé-tsé sont plutôt rares. Un exemple récent est l'élimination séquentielle d'une ceinture importante de *Glossina morsitans centralis*, qui traverse le Botswana, l'Angola et la Zambie. Le programme était en grande partie basé sur la pulvérisation aérienne d'insecticides, à savoir la **pulvérisation séquentielle d'aérosols** (SAT) [15,55].

Stade 3

Le stade 3 correspond à l'interruption de la transmission de la TAA. De nombreuses activités déjà décrites pour le stade 2 doivent être effectuées (ou poursuivies) au stade 3, mais à des degrés différents. La collecte des données de base et le suivi sont plus intenses qu'au stade 2, afin de répondre aux exigences d'information plus élevées d'une campagne d'élimination [56,57]. L'accent est mis sur les données relatives aux tsé-tsé, y compris la surveillance longitudinale des densités de tsé-tsé [30], la structure par âge et les taux d'avortement naturel (ce dernier n'est nécessaire que pour mesurer les taux d'avortement induits par la SIT, si une composante SIT est prévue) [26]. Quand les densités de glossines deviennent très faibles, une analyse statistique avancée des captures de tsé-tsé est nécessaire pour mesurer la probabilité d'avoir atteint l'élimination de la mouche tsé-tsé [30]. Malgré l'accent mis sur les données relatives aux tsé-tsé, des données essentielles sur la TAA [29,58,59] et socio-économiques [60] sont encore nécessaires. Afin d'éliminer les mouches tsé-tsé de la zone cible, une phase de **suppression** se concentre sur la réduction des densités de tsé-tsé, tandis qu'une deuxième phase complète l'élimination. Une gamme d'outils peut être utilisée dans le processus, seuls, ou de préférence en combinaison suivant une approche

intégrée de lutte anti-vectorielle. Ceux-ci incluent les méthodes déjà mentionnées dans la phase 2 comme ITC et ITT. Cependant, des méthodes plus coûteuses peuvent être utilisées dans un contexte d'élimination [10], comme SAT [15] et SIT [14,61]. Certaines méthodes sont plus appropriées pour la suppression, tandis que d'autres sont plus efficaces pour l'élimination. Par exemple, la SIT est la seule technique dont l'efficacité est inversement proportionnelle à la densité du vecteur (c.-à-d. elle fonctionne mieux lorsque les densités de glossines sauvages sont très faibles), donc il est particulièrement efficace pour l'élimination [62].

Une fois que les mouches tsé-tsé sont éliminées, il faut évaluer la nécessité d'éliminer le réservoir parasite dans le bétail. Un traitement général peut être particulièrement important pour éliminer *T. vivax*, dont la **transmission mécanique** peut se produire en l'absence de tsé-tsé. Le contrôle et la surveillance du mouvement du bétail peuvent également être nécessaires pour réduire le risque de réintroduction de la maladie.

Par rapport au stade 2, l'élimination de la TAA nécessite une gestion et une coordination plus centralisées, de type « *top-down* ». Malgré cela, la sensibilisation et l'implication des producteurs restent essentielles. Les campagnes d'information publiques (par exemple, la radio, la télévision, etc.) garantissent l'engagement et le soutien des bénéficiaires, qui peuvent également contribuer directement à la campagne (par exemple, si ITC est utilisé).

La transition du stade 3 au stade 4 est liée à l'interruption de la transmission de la TAA (c.-à-d. non directement à l'élimination du vecteur, la tsé-tsé).

Stades 4 et 5

L'objectif du stade 4 est l'élimination de la transmission de la TAA et la création de zones indemnes de TAA. Au stade 4, le maintien de certaines des mesures de contrôle déployées au stade 3 est toujours requis. Au stade 5, toutes les mesures de contrôle sont levées et le statut de zone indemne doit être maintenu en leur absence.

Un système de surveillance comprenant des troupeaux sentinelles pour évaluer l'incidence de la TAA est requis, afin d'assurer l'absence de circulation des parasites et l'absence de tsé-tsé (lorsque l'élimination de la tsé-tsé a été ciblée au stade 3). Les tests sérologiques pour la détection d'anticorps contre les trypanosomes [12] ou contre les antigènes de la salive des tsé-tsé [63] pourraient être utiles pour démontrer l'absence de circulation parasite ou l'absence de tsé-tsé.

Au-delà du Stade 5

La sortie du PCP (c.-à-d. « au-delà du stade 5 ») devrait être liée à la démonstration du statut d'indemnité de TAA. L'OIE a élaboré une procédure pour la reconnaissance officielle du statut d'indemnité. À ce jour, six maladies sont incluses dans cette procédure (c.-à-d. l'encéphalopathie spongiforme bovine, la fièvre aphteuse, la péripneumonie contagieuse bovine, la peste équine africaine, la PPR et la peste porcine classique). La TAA n'en fait pas partie, ce qui signifie que l'OIE ne reconnaît pas officiellement « l'indemnité de TAA ». Cependant, en fournissant les preuves épidémiologiques pertinentes, un pays exportateur peut prouver à un pays importateur potentiel que tout ou partie de son territoire est indemne de TAA. Cela serait considéré comme une auto-déclaration. Les pays membres de l'OIE peuvent demander à l'OIE de publier leur auto-déclaration de pays ou de zone indemne de TAA, en reconnaissant que cette auto-déclaration reste sous la pleine responsabilité du pays en question.

Conclusions et perspectives futures

Le PCP pour la TAA apporte aux pays touchés et aux parties prenantes un outil rationnel pour planifier et mettre en œuvre des campagnes de contrôle progressif de la TAA. Dans cet article, l'accent est mis sur les stades 1 à 3, car la plupart des pays et des zones touchées devront s'attaquer à ces premiers stades. En

outre, prendre de bonnes décisions initiales est crucial dans une démarche progressive, en particulier en ce qui concerne le choix entre la réduction durable ou l'élimination de la TAA. La recherche a récemment fourni des outils et des méthodologies améliorés pour identifier les zones d'intervention prioritaires et sélectionner la stratégie d'intervention la plus appropriée pour chacune d'entre elles, en tenant compte des paramètres environnementaux, épidémiologiques et socio-économiques (voir encadré 1). Dans ce contexte, le développement de cartes actualisées de tsé-tsé et de TAA à différentes échelles apparaît particulièrement pertinent [7,30-32].

Sur la base du schéma actuel, un PCP détaillé sera développé, en s'appuyant sur l'expertise des pays touchés par la TAA et un éventail plus large d'experts. En particulier, les exigences relatives à la transition entre les stades seront discutées et définies plus précisément.

L'approche globale du PCP a été présentée et débattue dans deux ateliers pour les pays touchés par la TAA en Afrique de l'Est, organisés par la FAO en collaboration avec UA-PATTEC. Les interactions avec les représentants des pays et d'autres parties prenantes ont permis d'améliorer l'approche et de créer des **feuilles de route** provisoires. L'outil a été apprécié pour sa capacité à appuyer la formulation de politiques nationales rationnelles et à promouvoir l'intégration régionale.

L'objectif principal de ce PCP est d'aider à lever le fardeau de la TAA. Dans cette optique, les lacunes normatives existantes (par ex. l'absence au niveau de l'OIE d'un statut « indemne de TAA » et d'un chapitre spécifiquement dédié à la TAA dans le code sanitaire des animaux terrestres) ne sont pas considérées comme des obstacles majeurs, et un déploiement efficace du PCP apparaît à la fois possible et éminemment souhaitable. Pour atteindre cet objectif, le soutien de toutes les parties prenantes, y compris les partenaires financiers, sera crucial. En particulier, le financement des pays endémiques de TAA au cours des premiers stades du PCP sera critique avant que les bénéfices des stades plus avancés du PCP puissent être entièrement récoltés.

Remerciements

Cet article est une initiative de la FAO, mise en œuvre dans le cadre du Programme de lutte contre la trypanosomose africaine (PAAT). L'initiative a été soutenue par le Bureau sous régional de la FAO pour l'Afrique de l'Est et par le Gouvernement Italien (Projet de la FAO « Améliorer la sécurité alimentaire en Afrique subsaharienne en soutenant la réduction progressive de la trypanosomose transmise par la tsé-tsé dans le cadre du NEPAD » codes GTFS / RAF / 474 / ITA et GCP / RAF / 502 / ITA). J.B. a été soutenu par le CIRAD et le Département de la coopération technique de l'AIEA. Les auteurs sont reconnaissants à l'OIE, et en particulier à Gregorio Torres, pour les renseignements fournis concernant les normes et procédures de l'OIE.

Avertissement

Les opinions exprimées dans cette publication sont celles des auteurs et ne reflètent pas nécessairement les points de vue ou les politiques de l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture.

Glossaire

Bovins traités par insecticides (ITC): application épicutanée d'insecticides sur le bétail, également appelée la technique de l'appât en direct. Les animaux peuvent être traités avec des formulations « pour on » ou avec des formulations aqueuses par pulvérisation ou bain. L'insecticide peut être appliqué soit sur le corps entier, soit sur les pattes et l'abdomen (par pulvérisation ou bain).

Clôtures de protection de l'élevage (LPF): filet imprégné d'insecticide qui réduit l'impact des nuisances et des mouches piqueuses sur le bétail. Le filet est normalement installé autour des enclos, kraals, hangars ou parcs, dans lesquels le bétail passe une partie importante de la journée. Attirés par les hôtes, les mouches piqueuses sont interceptées et tuées par le filet imprégné d'insecticide.

Comité de pilotage: un organisme mis en place pour orienter et superviser la structure nationale spécialisée et ses activités. La composition devrait inclure les parties prenantes nationales (par exemple, tous les ministères concernés, comme ceux en charge de l'élevage, de l'agriculture, de la santé et de l'environnement, etc.), ainsi que des acteurs régionaux et internationaux (par exemple, les communautés économiques régionales (CER), les organisations internationales et les institutions de recherche).

Données de base: données épidémiologiques, entomologiques, socioéconomiques et environnementales recueillies avant le début d'une intervention contre la tsé-tsé et la TAA. Les données de base constituent la référence à partir de laquelle l'impact des interventions est mesuré.

Ecrans imprégnés d'insecticide (ITT): dispositifs imprégnés d'insecticide utilisés pour tuer les vecteurs. Les cibles pour tsé-tsé peuvent utiliser à la fois des repères visuelles (c.-à-d. la forme, la taille, les couleurs) et des repères olfactifs (c.-à-d. les odeurs naturelles ou artificielles) pour attirer les mouches.

Élimination de la mouche tsé-tsé: élimination complète d'une espèce de tsé-tsé d'une zone géographique définie. Le concept trouve une application aux stades 3 à 5 du PCP pour la TAA. Une « éradication locale », ou même une « éradication » tout-court, sont utilisés par certains auteurs au lieu de « l'élimination ».

Élimination de la TAA: réduction à zéro de l'incidence de la TAA dans une zone géographique définie à la suite d'efforts délibérés. Des mesures continues pour empêcher le rétablissement de la transmission peuvent être nécessaires. Le concept trouve une application aux stades 3 à 5 du PCP pour la TAA.

Éradication de la mouche tsé-tsé: élimination de toutes les populations sauvages d'une espèce de tsé-tsé donnée de toute la planète.

Éradication de la TAA: réduction permanente à zéro de l'incidence mondiale de la TAA à la suite d'efforts délibérés. Des mesures de lutte pour empêcher le rétablissement de la transmission ne sont plus nécessaires.

Extinction de la TAA: les agents infectieux qui causent la TAA n'existent plus, ni dans la nature ni dans les laboratoires.

Feuille de route: plan stratégique et cadre programmatique pour avancer dans le contrôle progressif et l'élimination d'une maladie. Les feuilles de route peuvent être développées aux niveaux national, régional et mondial.

Parcours de contrôle progressif (PCP): approche par étapes pour la réduction durable, l'élimination et l'éradication d'une maladie (dans l'acronyme PCP, le mot « contrôle » peut être considéré comme englobant toute la gamme des stratégies de lutte contre la maladie).

Plan de travail: plan d'action détaillé pour les domaines d'intervention spécifiques et pour une période de temps bien définie (en général de quelques années), visant à avancer dans le contrôle progressif et l'élimination de la TAA.

Pulvérisation séquentielle d'aérosols (SAT): l'application en séquence de plusieurs pulvérisations à très faible volume d'insecticides non résiduels, habituellement par avion.

Raccourci : possibilité de sauter certains stades du PCP, si les conditions le permettent. Dans le PCP pour la TAA, un raccourci est possible du stade 1 au stade 3 et du stade 1 au stade 5.

Réduction durable de la mouche tsé-tsé: réduction délibérée des nombres de mouches à des niveaux localement acceptables; la réduction est maintenue par une intervention continue. Le concept trouve une application au stade 2 du PCP pour la TAA. Le « contrôle de la mouche tsé-tsé » est utilisé par certains auteurs au lieu de la « réduction durable de la tsé-tsé ».

Réduction durable de la TAA: réduction de l'incidence, de la prévalence, de la morbidité, de la mortalité, du fardeau ou de l'impact de la TAA à un niveau localement acceptable et économiquement rentable à la suite d'efforts délibérés. Des mesures d'intervention continues sont nécessaires pour maintenir la réduction. Le concept trouve une application au stade 2 du PCP pour la TAA. Le « contrôle de la TAA » est utilisé par certains auteurs au lieu de « réduction durable de la TAA ».

Structure nationale spécialisée (SNS): entité investie du mandat national pour le contrôle et l'élimination de la TAA. Des exemples de SNS comprennent des unités spécialisées dans les ministères mandatés, des instituts dédiés, des structures de coordination et des organismes étatiques ou parapublics.

Suppression de la mouche tsé-tsé: réduction délibérée du nombre de mouches en tant que précurseur de l'élimination. Le concept trouve une application au stade 3 du PCP pour la TAA.

Surveillance parasitologique: une activité impliquant la collecte, l'analyse et l'interprétation de données parasitologiques, c.-à-d. des données recueillies au moyen de techniques de diagnostic parasitologique. Pour la TAA, les techniques comprennent des frottis minces de sang frais, des gouttes épaisses colorées au Giemsa, des techniques de centrifugation telles que la technique de centrifugation hématocrite et la technique du *Buffy Coat* et la détection par PCR de l'ADN du parasite.

Surveillance sérologique: une activité impliquant la collecte, l'analyse et l'interprétation de données sérologiques, c.-à-d. des données recueillies au moyen de techniques de détection d'anticorps. Pour la TAA, le test *Enzyme linked immunosorbent assay* (ELISA) est le test sérologique le plus couramment utilisé.

Tapis roulant: une approche par étapes selon laquelle la population cible de ravageurs et la zone qu'elle occupe sont subdivisées en une série de blocs adjacents. Les blocs sont traités séquentiellement, en vue de créer et d'étendre progressivement les zones libérées des ravageurs. Généralement, l'élimination dans un bloc et la suppression dans le bloc adjacent sont effectuées simultanément pour éviter le risque de ré-invasion des blocs assainis. Dans le processus, des barrières temporaires peuvent également être nécessaires entre les blocs pour empêcher la ré-invasion.

Technique de l'Insecte Stérile (SIT): une méthode de contrôle des insectes utilisant des lâchers massifs et à grande échelle d'insectes stériles. Les mâles réduisent la reproduction dans une population sauvage de la même espèce induisant une stérilité chez les femelles sauvages.

Transmission cyclique: transmission de la TAA par les mouches tsé-tsé, dans laquelle les trypanosomes pathogènes pour le bétail subissent des cycles de multiplication dans les parties buccales, l'intestin moyen et / ou les glandes salivaires du vecteur.

Transmission mécanique: transmission de la TAA par des mouches piqueuses telles que Tabanidae et Stomoxylinae, dans lesquelles les trypanosomes pathogènes pour le bétail ne subissent pas de cycle de multiplication ou par des agents vétérinaires utilisant la même aiguille pendant les campagnes de vaccination ciblant d'autres maladies.

Trypanosomose animale africaine (TAA) ou « nagana »: une famille de maladies parasitaires provoquées par différentes espèces de trypanosomes transmis par la mouche tsé-tsé, à savoir *Trypanosoma vivax*, *T. congolense*, *T. brucei*, *T. simiae* et *T. suis*.

Encadré 1 – Nouveaux outils pour optimiser le choix des zones d'intervention prioritaires et conduire les opérations de contrôle de la TAA

Atlas des tsé-tsé et de la TAA

La plupart des pays endémiques de TAA ne disposent pas d'un système centralisé à l'échelle nationale pour gérer les données de terrain sur la tsé-tsé et la TAA. Les données recueillies au cours des années sont généralement dispersées entre différents agents, lieux ou institutions, et peuvent même se perdre complètement. Cette lacune empêche une prise de décision pertinente, car il est impossible d'avoir une image synthétique de la situation épidémiologique à l'échelle des pays. Les atlas nationaux de la tsé-tsé et de l'AAT, comme celui récemment mis en place au Soudan [7], sont en cours de développement dans de nombreux pays. Ils fournissent un cadre systématique et spatialement explicite pour le regroupement, le stockage, l'harmonisation et la gestion des données. Ces initiatives bénéficient de l'atlas continental sur la tsé-tsé et la TAA piloté par la FAO [31,32], car les méthodologies développées peuvent être adaptées et appliquées au niveau des pays. Les systèmes d'information au niveau national sur la tsé-tsé et la TAA, tels que les atlas, devraient soutenir l'analyse des données et la prise de décision dans l'ensemble du PCP; ils devraient être configurés au stade 1 et continuellement mis à jour dans les étapes suivantes au fur et à mesure que de nouvelles données sont collectées.

Modèles de Distribution

Les modèles de distribution d'espèces permettent de cartographier le risque de la TAA [64] et d'optimiser les opérations de contrôle des tsé-tsé [30]. Ils peuvent être utilisés pour généraliser les données ponctuelles sur la présence et la densité de la mouche tsé-tsé et la prévalence TAA, telles que celles recueillies lors des stades 1 et 2 du PCP. Le taux d'inoculation entomologique (EIR) ou le challenge des tsé-tsé peut être modélisé dans l'espace et le temps en utilisant une gamme de données environnementales [64]. Cela permet de générer une image à grande échelle de la dynamique du risque de la TAA. De tels modèles peuvent être très utiles pour sélectionner les zones d'intervention prioritaires et pour guider les interventions au cours du stade 2.

Lorsqu'une stratégie d'élimination de la TAA est sélectionnée (stade 3 et au-delà), les modèles de distribution d'espèces peuvent également être utilisés pour informer les opérations. Dans la région des Niayes au Sénégal, des modèles de distribution de la tsé-tsé ont été utilisés tout au long de la campagne pour optimiser le ciblage et la rentabilité des opérations, y compris le déploiement de l'ITT, le lâcher des mâles stériles et le positionnement des pièges de suivi des densités de tsé-tsé pour évaluer les progrès [30].

Génétique des populations de tsé-tsé, friction et isolement

Une nouvelle méthodologie combinant SIG et génétique des populations a récemment été développée pour identifier les barrières naturelles qui isolent les populations de glossines [35]. La méthodologie est basée sur le concept de résistance du paysage au flux génétique des tsé-tsé (ou encore de « friction »). Un modèle statistique de la distance génétique entre les populations de tsé-tsé est adapté en utilisant un ensemble de prédicteurs (c.-à-d. des données environnementales détectées à distance). En combinant la distance génétique modélisée avec un modèle de distribution d'espèces, l'outil permet d'identifier des populations potentiellement isolées et leur distance génétique à la population principale de tsé-tsé est estimée. Au cours du stade 1 du PCP, cette méthodologie pourrait informer le choix des stratégies d'intervention les plus appropriées. Par exemple, les populations de glossines potentiellement isolées pourraient être ciblées pour les activités d'élimination du stade 3, alors que pour les populations non isolées, une approche de gestion intégrée du stade 2 pourrait être plus appropriée. Les zones les plus favorables au déploiement de barrières artificielles à la ré-invasion pourraient également être identifiées, optimisant ainsi les programmes d'élimination séquentielle en divisant la population cible en sous-unités partiellement isolées.

Analyses coûts-bénéfices spatialisées

Le fardeau de la TAA et les avantages potentiels qui peuvent découler de son élimination ne sont pas répartis uniformément dans les pays affectés. Des travaux récents sur la trypanosomose bovine en Afrique de l'Est ont généré une série de méthodologies pour estimer et cartographier les coûts [11], les bénéfices [8] et les rapports bénéfices-coûts [10] de différentes techniques d'intervention. Cette information spatialisée sur les coûts et les bénéfices de différentes stratégies peut être une aide précieuse pour la prise de décision, en particulier dans la priorisation des zones d'intervention et la sélection des outils de lutte les plus rentables.

Questions à résoudre

Comment promouvoir de façon plus efficace l'usage rationnel sur le terrain des médicaments trypanocides actuellement disponibles ?

Comment pourrait-on stimuler l'investissement dans la mise au point de nouveaux médicaments vétérinaires permettant de lutter contre des maladies telle que la TAA?

Comment pourrions-nous améliorer l'assurance qualité des moyens de lutte contre la TAA actuellement disponibles sur le terrain?

Comment les nouveaux outils d'aide à la décision pourraient-ils être vulgarisés et largement adoptés (ex. les atlas nationaux et continentaux de TAA et tsé-tsé, les modèles de distribution, les cartes de résistance du paysage à la dispersion des tsé-tsé, les analyses coûts-bénéfices spatialisées, voir encadré 1)?

Comment impliquer les sciences sociales pour favoriser l'innovation dans le contexte de la gestion à base communautaire de la TAA (ex. stade 2 du PCP)?

Quel mécanisme faut-il mettre en place pour assurer la durabilité de la gestion à base communautaire de la TAA (ex. stade 2 du PCP)?

References

1. Sumption, K. et al. (2012) Progressive Control of FMD on a global scale. *Vet. Rec.* 170, 637-639.
2. FAO/OIE, The global foot and mouth disease control strategy: Strengthening animal health systems through improved control of major diseases, World Organisation for animal Health (OIE)/Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2012.
3. FAO/OIE. (2015) Global Strategy for the Control and Eradication of PPR.
4. El Idrissi, A. (2012) A stepwise approach for progressive control of brucellosis in animals and humans. *EMPRES Transboundary Animal Diseases Bulletin* 41, 4-8.
5. FAO. (2012) Developing a stepwise approach for rabies prevention and control, FAO.
6. Desquesnes, M. et al. (2009) Development of a mathematical model for mechanical transmission of trypanosomes and other pathogens of cattle transmitted by tabanids. *Int. J. Parasitol.* 39 (3), 333-46.
7. Ahmed, S.K. et al. (2016) An atlas of tsetse and bovine trypanosomiasis in Sudan. *Parasit. Vectors* 9, 194.
8. Shaw, A. et al. (2014) Mapping the economic benefits to livestock keepers of intervening against bovine trypanosomiasis in Eastern Africa. *Prev. Vet. Med.* 113 (2), 197-210.
9. Alsan, M. (2014) The effect of the tsetse fly on African development. *Am. Econ. Rev.* 105 (1), 382-410.
10. Shaw, A. et al. (2015) Mapping the benefit-cost ratios of interventions against bovine trypanosomiasis in Eastern Africa. *Prev. Vet. Med.* 122 (4), 406-416.
11. Shaw, A.P. et al. (2013) Estimating the costs of tsetse control options: an example for Uganda. *Prev. Vet. Med.* 110 (3-4), 290-303.
12. OIE (2013) Chapter 2.4.17. Trypanosomiasis (Tsetse-transmitted). In *Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals*, World Organisation for animal Health (OIE).
13. Kappmeier, K. et al. (1998) Review of tsetse flies and trypanosomiasis in South Africa. *Onderstepoort J. Vet. Res.* 65 (3), 195.
14. Vreysen, M.J. et al. (2014) Sterile insects to enhance agricultural development: the case of sustainable tsetse eradication on Unguja Island, Zanzibar, using an area-wide integrated pest management approach. *PLoS Negl. Trop. Dis.* 8 (5), e2857.
15. Kgori, P.M. et al. (2006) The use of aerial spraying to eliminate tsetse from the Okavango Delta of Botswana. *Acta Trop.* 99 (2-3), 184-99.
16. WHO, Control and surveillance of human African trypanosomiasis, Technical Report Series, World Health Organization, Geneva, 2013.
17. Eisler, M.C. et al. (2003) Integrated control of vector-borne diseases of livestock--pyrethroids: panacea or poison? *Trends Parasitol.* 19 (8), 341-5.
18. Kabayo, J.P. (2002) Aiming to eliminate tsetse from Africa. *Trends Parasitol.* 18 (11), 473-5.
19. Hursey, B.S. (2001) The programme against African trypanosomiasis: aims, objectives and achievements. *Trends Parasitol.* 17 (1), 2.
20. Mattioli, R. et al. (2016) The Programme Against African Trypanosomiasis. *EMPRES Animal Health* 360 46, 9-13.
21. Giordani, F. et al. (2016) The animal trypanosomiasis and their chemotherapy: a review. *Parasitology*, 1-28.
22. Sutcliffe, O.B. et al. (2014) Animal trypanosomiasis: making quality control of trypanocidal drugs possible. *Rev. Sci. Tech. OIE* 33 (3), 813-30.
23. Tchamdja, E. et al. (2016) Drug quality analysis through high performance liquid chromatography of isometamidium chloride hydrochloride and diminazene diaceturate purchased from official and unofficial sources in Northern Togo. *Prev. Vet. Med.* 126, 151-158.
24. Van den Bossche, P. and Delespaux, V. (2011) Options for the control of tsetse-transmitted livestock trypanosomiasis. An epidemiological perspective. *Vet. Parasitol.* 181 (1), 37-42.
25. Bouyer, J. et al. (2013) Community- and farmer-based management of animal African trypanosomiasis in cattle. *Trends Parasitol.* 29 (11), 519-522.
26. Vreysen, M.J. et al. (2013) Tsetse flies: their biology and control using area-wide integrated pest management approaches. *J Invertebr. Pathol.* 112, S15-S25.
27. OIE, Terrestrial Animal Health Code, 2016.

28. Cecchi, G. and Mattioli, R., eds. (2009) Geospatial datasets and analyses for an environmental approach to African trypanosomiasis, FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations).
29. Seck, M. et al. (2010) The prevalence of African animal trypanosomoses and tsetse presence in Western Senegal. *Parasite* 17 (3), 257-265.
30. Dicko, A.H. et al. (2014) Using species distribution models to optimize vector control in the framework of the tsetse eradication campaign in Senegal. *Proc Natl Acad Sci U S A* 111 (28), 10149-54.
31. Cecchi, G. et al. (2015) Developing a continental atlas of the distribution and trypanosomal infection of tsetse flies (*Glossina* species). *Parasit. Vectors* 8, 284.
32. Cecchi, G. et al. (2014) Assembling a geospatial database of tsetse-transmitted animal trypanosomosis for Africa. *Parasit. Vectors* 7, 39.
33. Solano, P. et al. (2010) Population genetics as a tool to select tsetse control strategies: suppression or eradication of *Glossina palpalis gambiensis* in the Niayes of Senegal. *PLoS Negl. Trop. Dis.* 4 (5), e692.
34. Adam, Y. et al. (2014) Genetic comparison of *Glossina tachinoides* populations in three river basins of the Upper West Region of Ghana and implications for tsetse control. *Infect. Genet. Evol.* 28, 588-95.
35. Bouyer, J. et al. (2015) Mapping landscape friction to locate isolated tsetse populations that are candidates for elimination. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 112 (47), 14575-80.
36. Simarro, P.P. et al. (2010) The Atlas of human African trypanosomiasis: a contribution to global mapping of neglected tropical diseases. *Int. J. Health Geogr.* 9, 57.
37. Simarro, P.P. et al. (2012) Estimating and mapping the population at risk of sleeping sickness. *PLoS Negl. Trop. Dis.* 6 (10), e1859.
38. Simarro, P.P. et al. (2015) Monitoring the Progress towards the Elimination of Gambiense Human African Trypanosomiasis. *PLoS Negl. Trop. Dis.* 9 (6), e0003785.
39. Scoones, I. (2014) The politics of trypanosomiasis control in Africa.
40. Grant, C. et al. (2015) Stakeholder Narratives on Trypanosomiasis, Their Effect on Policy and the Scope for One Health. *PLoS Negl. Trop. Dis.* 9 (12), e0004241.
41. Mattioli, R. et al. (2004) Tsetse and trypanosomiasis intervention policies supporting sustainable animal-agricultural development. *J. Food Agr. Environ.* 2, 310-314.
42. Cecchi, G. et al. (2010) Geographic distribution and environmental characterization of livestock production systems in Eastern Africa. *Agric. Ecosyst. Env.* 135 (1-2), 98-110.
43. Mungube, E.O. et al. (2012) Best-bet integrated strategies for containing drug-resistant trypanosomes in cattle. *Parasit Vectors* 5, 164.
44. Katunguka-Rwakishaya, E. et al. (1997) The influence of supplementation with cotton seed cake on the resistance of Ugandan goats to primary and secondary challenges with *Trypanosoma congolense* and on their response to treatment. *Vet. Parasitol.* 70 (1-3), 67-76.
45. Bouyer, J. et al. (2009) Control of bovine trypanosomosis by restricted application of insecticides to cattle using footbaths. *Vet. Parasitol.* 161 (3-4), 187-93.
46. Torr, S.J. et al. (2007) Less is more: restricted application of insecticide to cattle to improve the cost and efficacy of tsetse control. *Med. Vet. Entomol.* 21 (1), 53-64.
47. Bauer, B. et al. (2011) Managing tsetse transmitted trypanosomosis by insecticide treated nets—an affordable and sustainable method for resource poor pig farmers in Ghana. *PLoS Negl. Trop. Dis.* 5 (10), e1343.
48. Van den Bossche, P. et al. (2010) A changing environment and the epidemiology of tsetse-transmitted livestock trypanosomiasis. *Trends Parasitol.* 26 (5), 236-43.
49. Catley, A. and Leyland, T. (2001) Community participation and the delivery of veterinary services in Africa. *Prev. Vet. Med.* 49 (1), 95-113.
50. Bouyer, F. et al. (2011) Restricted application of insecticides: a promising tsetse control technique, but what do the farmers think of it? *PLoS Negl. Trop. Dis.* 5 (8), e1276.
51. Hargrove, J.W. et al. (2012) Modeling the control of trypanosomiasis using trypanocides or insecticide-treated livestock. *PLoS Negl. Trop. Dis.* 6 (5), e1615.
52. Hendrichs, J. et al. (2005) Strategic options in using sterile insects for area-wide integrated pest management. In *Sterile insect technique* (Dyck, V. et al. eds), pp. 563–600, Springer.
53. Enkerlin, W. et al. (2015) Area freedom in Mexico from Mediterranean fruit fly (*Diptera: Tephritidae*): a review of over 30 years of a successful containment program using an integrated area-wide SIT approach. *Fla. Entomol.* 98 (2), 665-681.
54. Wyss, J.H. (2000) Screwworm eradication in the Americas. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 916 (1), 186-193.
55. Kgori, P.M. and Modoo, S., Transboundary programme to eliminate tsetse from the River frontiers of Botswana and Namibia using the sequential aerial spraying technique, 30th Meeting of the International Scientific Council for Trypanosomiasis Research and Control (ISCTRC), African Union Interafrican Bureau for Animal Resources, Kampala, Uganda, 2009, pp. 461-470.
56. Bouyer, J. et al. (2010) Stratified entomological sampling in preparation for an area-wide integrated pest management program: the example of *Glossina palpalis gambiensis* (*Diptera: Glossinidae*) in the Niayes of Senegal. *J. Med. Entomol.* 47 (4), 543-52.
57. Percoma, L. et al. (2016) Enquêtes entomologiques préparatoires à une lutte à grande échelle contre les glossines, assistées par un système d'information géographique: cas de la Patte au Burkina Faso. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.* 68 (4), 157-165.
58. Adam, Y. et al. (2012) Bovine trypanosomosis in the Upper West Region of Ghana: entomological, parasitological, and serological cross-sectional surveys. *Res. Vet. Sci.* 92, 462-468.
59. Sow, A. et al. (2013) Baseline survey of animal trypanosomosis in the region of the Boucle du Mouhoun, Burkina Faso. *Res. Vet. Sci.* 94 (3), 573-578.
60. Bouyer, F. et al. (2014) Ex-ante benefit-cost analysis of the elimination of a *Glossina palpalis gambiensis* population in the Niayes of Senegal. *PLoS Negl. Trop. Dis.* 8 (8), e3112.
61. Vreysen, M.J. et al. (2000) *Glossina austeni* (*Diptera: Glossinidae*) eradicated on the island of Unguja, Zanzibar, using the sterile insect technique. *J. Econ. Entomol.* 93 (1), 123-35.
62. Bouyer, J. et al. (2010) Trypanosomosis: Control methods. In *Infectious and parasitic diseases of livestock* (Lefèvre, P.-C. et al. eds), pp. 1936-1943, Éditions Lavoisier (Tec & Doc).
63. Somda, M.B. et al. (2016) Identification of a Tsal152-75 salivary synthetic peptide to monitor cattle exposure to tsetse flies. *Parasit. Vectors* 9, 149.
64. Dicko, A.H. et al. (2015) A Spatio-temporal Model of African Animal Trypanosomosis Risk. *PLoS Negl. Trop. Dis.* 9 (7), e0003921.