

WaidX : une nouvelle approche de télépathologie pour les pays en voie de développement

WaidX: a novel telepathology approach for developing countries

M. Botteghi*

RÉSUMÉ

» Selon l'Organisation mondiale de la santé, le nombre de décès dus à des maladies non transmissibles (MNT) va augmenter de manière globale, la plus forte augmentation étant attendue sur le continent africain. Les projections indiquent que les MNT dépasseront toutes les maladies transmissibles réunies, maternelles, périnatales et nutritionnelles en tant que causes de décès les plus courantes en 2030 en Afrique. Par conséquent, l'importance d'un système de pathologie fonctionnel pour le diagnostic du cancer est indiscutable. Comment pouvons-nous fournir une meilleure qualité de soin dans les limites des ressources actuelles ? La plateforme de télépathologie WaidX tente de donner des réponses valables à cette exigence urgente.

Mots-clés : Télépathologie – WaidX – Télémédecine – Microscopie virtuelle – Pays en voie de développement.

SUMMARY

According to the World Health Organization, deaths from non-communicable diseases (NCDs) will increase globally, with the largest increase being on the African continent. Projections have indicated that deaths from NCDs will exceed all combined communicable, maternal, perinatal and nutritional diseases as the most common causes of death by 2030 in Africa. Hence, the importance of a functional and improved pathology system in the diagnosis of cancer cannot be debated. How can we deliver a better and more acceptable quality of healthcare within the limits of current resources? WaidX platform application to virtual telepathology tries to give valid answers to this urgent requirement.

Keywords: Telepathology – WaidX – Telemedicine – Virtual microscopy – Developing countries.

L'Afrique est un continent d'opportunités de croissance, dont la transformation économique rapide va conduire à une augmentation des maladies non transmissibles (MNT). Des estimations réalisées en 2015 évoquent plus de 1 million de nouveaux cas par an dans les 5 prochaines années. Dans les 10 prochaines années, les décès par MNT connaîtront une augmentation mondiale de 17 %, la plus forte augmentation étant attendue en Afrique (27 %, ou 28 millions de morts) [1-3].

La capacité à fournir des diagnostics, des traitements et un suivi précoces contribue fortement à l'efficacité des soins et à la survie des patients. L'anatomopathologie joue un rôle majeur dans la précision des diagnostics et l'administration ultérieure de traitements adaptés. Elle a une place centrale dans la prise en charge des patients atteints de cancer. Cependant, il existe encore actuellement de nombreux pays d'Afrique où les services de soins doivent composer avec un nombre limité de pathologistes,

des infrastructures inadéquates et de sévères restrictions budgétaires gouvernementales. Les défis africains liés au diagnostic anatomopathologique, à l'éducation et à la recherche en cancérologie sont multiples et parfois décourageants. Ils incluent le manque d'infrastructures et de personnel (pathologistes et techniciens de laboratoire) ou leur inadéquation, des lacunes concernant la formation professionnelle, une "fuite des cerveaux" découlant de plusieurs années d'autoritarisme politique et de mauvaise gestion des services de santé, et des ressources largement insuffisantes en termes de matériel de laboratoire de base comme les réactifs.

Bien que nous ayons conscience de ces difficultés, dont beaucoup ne sont pas vouées à disparaître prochainement, les responsables de la pathologie et de l'oncologie clinique africaine doivent commencer à poser des questions nouvelles et pragmatiques ; par exemple : comment pouvons-nous offrir une meilleure qualité de service sans augmentation de ressources ?

* Department of Clinical and Molecular Sciences (DISCLIMO), Experimental Work Pathology Research Group, Università Politecnica delle Marche, Ancona, Italie ; WorldConnex R&D Telemedicine Group, Saint-Marino.

Le plan d'action qui doit y répondre, et de manière soutenue, doit :

- ✓ explorer des pistes de mise à jour des connaissances des pathologistes en exercice, tout en favorisant la formation des jeunes pathologistes et des techniciens de laboratoire ;
- ✓ s'engager dans des processus d'amélioration continue et d'assurance qualité ;
- ✓ développer de nouveaux modèles de soins faisant intervenir les nouvelles technologies.

La télépathologie dans les pays en voie de développement

La télémédecine peut s'appuyer sur différents services ou applications, tels que la voix sur IP ("VoIP"), les conférences Web, la téléconsultation, les dossiers patients informatisés, l'imagerie digitale, l'*e-learning* et bien d'autres. Le *World Wide Web* et les technologies de l'information et de la communication (TIC) jouent un rôle central dans la diffusion de la télémédecine. Bien que le terme "télépathologie" ait été inventé il y a plus de 30 ans, la pratique de la télépathologie reste un privilège des pays à hauts revenus. La fracture numérique numérique (*digital divide*) et les inégalités sociales et économiques vis-à-vis de l'accès, de l'utilisation et de la connaissance des TIC, se traduisant par le manque de solutions adaptées aux besoins des pays en voie de développement (PVD), entravent la propagation de la télépathologie. Le clivage entre pays développés et PVD est particulièrement prégnant en termes d'accès à la technologie, d'engagement social, de pauvreté de l'information et de la diffusion de l'accès à Internet. Toutefois, ce ne sont pas les seuls clivages : les pays d'Afrique subsaharienne souffrent d'une pénurie dramatique de pathologistes (de l'ordre de 1 à 10 pathologistes pour 10 millions d'habitants).

Durant la dernière décennie, l'anatomopathologie a bénéficié de progrès technologiques rapides dans le domaine de la numérisation des lames histologiques. Ces progrès ont abouti à la création de scanners de lames capables de produire des images digitales de coupes histologiques entières, appelées lames virtuelles. Alors que la capture de photographies de champs microscopiques avait ouvert la voie à la télépathologie statique (modèle stockage-émission), la télépathologie s'appuyant sur des lames virtuelles offre un moyen beaucoup plus efficace de naviguer sur une coupe histologique entière via un navigateur Internet classique (4). La taille des fichiers de lames virtuelles varie de quelques mégaoctets à plusieurs gigaoctets,

ce qui pose le problème de l'archivage et de la gestion de ces fichiers en pratique quotidienne.

Les lames virtuelles sont utilisées en anatomopathologie dans un but de formation, de diagnostic (réunions anatomo-cliniques, consultations, relectures, collections, et de plus en plus pour le télédiagnostic), de recherche et d'archivage. La numérisation des lames histologiques offre de nombreux avantages, mais la diffusion de la pathologie digitale dans les PVD constitue de nouveaux défis incluant le coût de la numérisation des lames, les entraves à la neutralité du Net par les fournisseurs d'accès locaux, la gestion de fichiers très volumineux et les questions relatives à la sécurité des données sensibles.

Le projet Mwanza Cancer et WaidX

Ancien physicien médical, j'ai acquis une expérience de 20 ans dans les TIC et l'e-santé dans le secteur privé, sans jamais négliger mon engagement dans la recherche scientifique. Durant les 10 dernières années, j'ai complété mon cursus avec un doctorat en pathologie générale et moléculaire, qui m'a permis de conjuguer mes différentes compétences, et j'ai commencé à visiter des centres de santé situés dans des pays d'Afrique subsaharienne.

Lors de mon premier voyage en Afrique, au cours de la visite du centre médical Bugando (CMB) de Mwanza, en Tanzanie, une question s'est imposée à moi : comment puis-je aider à combler la fracture numérique ? Le CMB était l'hôte de la mission sanitaire menée par l'Associazione Vittorio Tison, une association italienne à but non lucratif consacrée au développement du centre d'onco-



Démonstration du *tumor board* à distance et de la télépathologie au congrès AORTIC East Africa Regional Meeting 2015 : les participants du congrès à Mwanza en Tanzanie (en haut à gauche) et l'équipe de l'Istituto Scientifico Romagnolo per lo Studio e la Cura dei Tumori (IRST) à Meldola, en Italie.

logie clinique de Mwanza (5). Des réalisations incroyables se développaient dans une situation caractérisée par la pauvreté en ressources et par un important problème de fossé numérique, avec un impact dramatique sur l'efficacité des efforts déployés par les responsables de projets et les volontaires venant d'Italie. Ce scénario m'a incité à concevoir une plateforme télématique intercontinentale orientée vers l'oncologie et ses branches, capable de connecter le département d'oncologie du CMB, en Tanzanie, avec l'Istituto Scientifico Romagnolo per lo Studio e la Cura dei Tumori (IRST), en Italie, afin de favoriser différentes démarches :

- ✓ conférences téléphoniques et *tumor boards* à distance ;
- ✓ deuxième avis, *e-learning* et contrôle qualité ;
- ✓ partage de données cliniques sur un système commun de dossier patient informatisé ;
- ✓ contrôle à distance des équipements médicaux ;
- ✓ réalisation d'essais cliniques selon les bonnes pratiques cliniques à travers la collecte de données, la surveillance et l'évaluation ;
- ✓ mise en place d'un module de télépathologie permettant un recours à des réseaux de relecture avec partage d'images histologiques.

Après une longue phase de développement et un ajustement précis des paramètres de la plateforme, nous avons lancé officiellement ce projet de télémedecine au cours d'une démonstration à l'AORTIC East Africa Regional Meeting, au CMB (25-26 juin 2015).

À partir de ce projet pionnier, j'ai décidé de fonder le projet WaidX (*World Aid Exchange*), avec pour but la poursuite du développement de la plateforme de télémedecine à travers de nouvelles applications, en apportant une réponse pertinente aux différentes et nombreuses sollicitations.

WaidX s'occupe de la télétransmission aux différentes phases du processus de soin. Il permet une amélioration majeure des performances de transmission entre

les établissements de soins des pays développés et des PVD en utilisant des connexions à faible coût et de qualité médiocre et en résolvant des problèmes d'accessibilité liés aux fournisseurs d'accès à Internet. Les bénéfices sont nombreux et comprennent un haut niveau de continuité de service, une prise en charge adaptée des données confidentielles et une intégration poussée de différentes applications informatiques sur un réseau international, tout cela dans le souci de promouvoir le développement d'applications en e-santé basées sur des ressources rentables. WaidX est basé sur une technologie italienne de couplage téléphonie-informatique adaptée aux contraintes de la télémedecine.

L'ONG Associazione Patologi Oltre Frontiera

Le projet *Mwanza Cancer* a débuté en 1999 avec la mise en place du laboratoire d'histopathologie du CMB, les italiens parrainant la formation d'un pathologiste, d'un oncologue médical et de 4 infirmières en oncologie. Peu de temps après, le CMB s'est imposé comme l'un des hôpitaux spécialisés du Nord-Ouest de la Tanzanie. Il avait une capacité de 850 lits pour un bassin de population de 16 millions d'individus, soit un tiers de la population tanzanienne. Le laboratoire d'histopathologie, pourvu alors de 2 pathologistes, réalisait 4000 analyses histologiques et 1000 diagnostics cytologiques par an. Cette première période du projet Mwanza a donné naissance à l'Associazione Patologi Oltre Frontiera ONG (APOF) [ONG Pathologistes Sans Frontières]. Le but principal de cette nouvelle ONG était de favoriser le développement de l'anatomie pathologique dans les PVD, en mettant en place des projets de médecine préventive et de diagnostic du cancer.

Les projets suivants étaient axés sur la généralisation du diagnostic histologique et cytologique, la formation de personnel technique et médical, l'implication directe dans la rédaction des comptes rendus de biopsies ou de pièces opératoires, le soutien au programme de prévention du cancer et la construction ou la modernisation de laboratoires, afin de parvenir à la pleine autonomie des installations parrainées dans une perspective de long terme.

Pendant sa première décennie d'activité, l'APOF a relevé le défi des nouvelles technologies en introduisant une part de télépathologie statique pour favoriser le diagnostic à distance. Cette expérience a atteint son apogée avec le projet Zambia, conçu pour évaluer le potentiel de la télépathologie pour l'assistance à la



Technicien de l'ONG Associazione Patologi Oltre Frontiera (APOF) durant la calibration du système de numérisation manuel des lames, hôpital de Balbala, Djibouti.

pathologie chirurgicale et cytologique dans les PVD (6). Les résultats démontraient une forte corrélation entre la télépathologie et la microscopie traditionnelle et indiquaient que le projet pouvait être reproduit de manière similaire dans d'autres PVD. Néanmoins, différents facteurs limitaient la diffusion de ce modèle : coût élevé des connexions par satellite, limitation de la vitesse et de la qualité des transmissions et mauvaise synchronisation du travail avec les pathologistes distants. Il était clair que la télépathologie statique ne pouvait pas répondre à toutes les contraintes de mise en place d'une routine diagnostique dans des contextes aussi pauvres. Le grand nombre de questions en suspens indiquait la nécessité d'une approche plus adéquate et moderne pour répondre aux exigences de la télépathologie. J'ai donc décidé de soutenir les projets de l'APOF via la conception d'applications WaidX dédiées à la télépathologie dynamique.

La télépathologie dans la corne de l'Afrique

L'engagement de WaidX en faveur de l'APOF se concrétise dans le projet Corne de l'Afrique, dont le but ambitieux est de créer un réseau des laboratoires de pathologie regroupant différents pays de la corne de l'Afrique. Depuis 2010, l'APOF poursuit un projet à l'hôpital de Balbala, en République de Djibouti, visant à créer un département de pathologie. Actuellement, ce département est pleinement opérationnel, l'équipement est complet, le personnel est composé de 4 techniciens de laboratoire et de 2 pathologistes. C'est le seul laboratoire d'anatomie pathologique de tout le pays. En 2015, l'APOF a reçu une demande du groupement hospitalier d'Hargeisa, en Somalie, pour la création d'un département de pathologie. L'APOF a lancé un projet visant à créer un réseau de laboratoires de pathologie selon la méthode "Hub & Spoke", dans laquelle le laboratoire de Djibouti, plus équipé, servira de plateforme au laboratoire voisin de Hargeisa, qui n'a pas de pathologiste. Ce dispositif nécessite plusieurs précautions :

- ✓ les techniciens doivent être bien formés à la gestion des biopsies, mais aussi des pièces opératoires ;
- ✓ les lames doivent être d'excellente qualité technique ;
- ✓ les pathologistes distants doivent être formés au diagnostic sur lames virtuelles ;
- ✓ le scanner de lames doit pouvoir fonctionner en climat tropical ;
- ✓ la plateforme de télépathologie doit avoir une puissance suffisante.



Session de diagnostic entre les pathologistes locaux et à distance (APOF) via la plateforme de télépathologie WaidX.

La plateforme WaidX assurant la prise en charge de tous les besoins en télépathologie permettant un accès correct des pathologistes distants aux lames virtuelles, nous nous sommes lancés dans le développement d'une solution de pathologie digitale sur mesure, basée sur la numérisation manuelle des lames, adaptée aux besoins d'un laboratoire distant ne produisant que quelques milliers de lames par an, sans aucun pathologiste local. Cet objectif a été atteint grâce à un outil d'intégration système utilisant la suite logicielle Microvisioneer associée au microscope Olympus CX33 et à une caméra CCD Basler fonctionnant sur un simple poste de travail HP doté d'un moniteur haute-résolution Eizo. L'ensemble de ce dispositif permet de numériser des lames entières selon un processus manuel effectué par les techniciens de laboratoire après une formation de 3 heures. Une fois la lame virtuelle enregistrée sur le poste de travail, le technicien peut la partager sur un serveur de télépathologie par un simple déplacement du fichier. Le pathologiste distant peut immédiatement y accéder via les connexions télématiques gérées par WaidX. Nous avons d'abord connecté à WaidX les 2 lignes d'accès à Internet desservant initialement le réseau de l'hôpital, toutes 2 fournies par Djibouti Telecom : un pont WiMax avec une bande passante de 3 Mbps en réception et de 2,5 Mbps en émission, et une ligne ADSL avec une bande passante de 8 Mbps en réception et de 0,7 Mbps en émission. La capacité d'émission était très faible et fréquemment altérée par des défauts de transmission (perte de paquets, variabilité du temps de latence de transmission des paquets de données), ce qui rendait ce dispositif inutilisable en pratique. Afin de faire pleinement profiter l'hôpital de tous ses moyens technologiques, WaidX est devenu la porte d'entrée de l'ensemble du réseau hospitalier. Nous avons défini un ensemble de règles concernant la hiérarchisation du trafic LAN-WAN, l'agrégation de liens, la correction des défauts de transmission et une topologie de connexion redondante optimisée pour conférer une haute disponibilité aux services télématiques. La mise



Le Pr L.M. Looi, le Dr M. Botteghi, le Dr V. Stracca et le Pr F. Ismail après la session monographique du World Cancer Congress 2018, à Kuala Lumpur.

en place de cette architecture a permis d'obtenir une bande passante d'émission de plus de 5 Mbps, nous permettant d'exercer une activité de télépathologie de bon niveau en assurant le service Internet concomitant de l'hôpital sur les mêmes 2 connexions.

Ce modèle aborde les principaux problèmes liés au processus de télépathologie : fiabilité et accessibilité des équipements locaux, intégration du système dans l'infrastructure informatique existante, accessibilité pour les pathologistes distants et efficacité de l'ensemble du processus de diagnostic malgré des connexions médiocres. Le premier établissement de pathologie digitale basé sur WaidX dans le cadre du projet Corne de l'Afrique a été mis en service début 2018 à l'hôpital de Balbala. La plateforme est facile d'utilisation, et les opérateurs sanitaires ayant participé à sa mise en place l'ont trouvée conviviale et efficace. Les lames virtuelles examinées à distance sont conformes aux exigences du diagnostic en termes de résolution et de grossissement. La navigation sur les images est rapide et précise, considérée comme équivalente à l'utilisation d'un microscope par les professionnels impliqués. Nous avons présenté ce dispositif au World Cancer Congress 2018, qui s'est tenu en Malaisie, où nous avons modéré une session de 90 minutes consacrée à la téléoncologie et à la télépathologie (7, 8). La session visait à illustrer le potentiel du projet ECHO *e-learning* (9) et des diagnostics à distance associé à la télépathologie en lien avec les contraintes des PVD. En fin de session, nous avons présenté un cas de patient via un *tumor board* à distance réunissant différents oncologues médicaux et pathologistes répartis sur 4 continents (Malaisie, New York, Djibouti, Italie et Saint-Marin). Le public a été impressionné par l'interaction obtenue avec ce dispositif de télémédecine. Une intense séance de questions a suivi. En 2018, la première base de données de lames virtuelles liée aux données cliniques gérée par le département de

pathologie de Balbala a été numérisée. En 2019, une étude portant sur la qualité de l'ensemble du processus de pathologie digitale et de télépathologie sera réalisée. La prochaine phase du projet concerne la mise en service du serveur de pathologie digitale au sein du groupement hospitalier d'Hargeisa, où APOF supervise actuellement la mise en place du département de pathologie local. Il permettra de proposer une routine diagnostique complète reposant sur la téléassistance de pathologistes travaillant à Djibouti et visualisant les lames virtuelles de patients du groupement hospitalier d'Hargeisa, avec le tutorat et les conseils à distance de volontaires de l'APOF. C'est la première fois qu'un modèle impliquant un dispositif de télépathologie entre des laboratoires exclusivement africains est testé. La méthode Hub & Spoke démontre son efficacité pour l'optimisation des ressources locales et sera étendue à d'autres régions de la corne de l'Afrique.

Conclusion

Les TIC apportent des améliorations profondes dans le secteur de la santé : la collaboration entre personnels distants par télépathologie représente un modèle de développement vertueux pour aider les PVD à fournir un niveau approprié de diagnostic à l'ensemble de la population.

Ce modèle est fondé sur une véritable volonté de coopération : passer de la simple fourniture d'équipements pour les laboratoires des PVD et de diagnostics venus d'autres continents à une vision centrée sur un renforcement des capacités locales, un transfert des connaissances et une interaction entre les acteurs locaux disponibles afin de favoriser la généralisation des techniques de soins modernes aux populations défavorisées et éviter toute forme de colonialisme scientifique, parfois appelé "*helicopter science*" (10).

Enfin, cela montre que la coopération peut favoriser un écosystème de croissance pour des solutions très innovantes telles que WaidX en augmentant la diffusion des bonnes pratiques en santé et en encourageant l'utilisation de technologies modernes dans les PVD. ■

Traduit de l'anglais par Camille Franchet

Remerciements

WorldConnex team; Dr Vincenzo Stracca, APOF NGO; Le Directeur Général et l'équipe du département d'anatomopathologie, hôpital de Balbala; Dr Miriam Martinelli, Santé Publique Djibouti; Pr Dino Amadori, Associazione Vittorio Tison ONLUS; Dr Nestory Masalu, Bugando Medical Centre; Pr Lai Meng Looi, WASPALM; Dr Linus Chuang, Project ECHO; Pr Cristina Stefan, AORTIC; Dr Julie Torode, UICC.

RÉFÉRENCES

1. Stefan DC, Masalu N, Ngendahayo L et al. Pathology and oncology in Africa: education and training for the future in cancer research – East African Regional Meeting. *Infect Agent Cancer* 2015;10:48 [en ligne].
2. World Health Organization. Global status report on non-communicable diseases 2010. http://www.who.int/nmh/publications/ncd_report_full_en.pdf
3. World Health Organization. The Global Cancer Observatory. <http://globocan.iarc.fr>
4. Farahani N, Pantanowitz L. Overview of telepathology. *Surg Pathol Clin* 2015;8:223-31.
5. Amadori D, Serra P, Bucchi L et al. The Mwanza Cancer Project. *Lancet Oncol* 2016;17:146-8.
6. Pagni F, Bono F, Di Bella C, Faravelli A, Cappellini A. Virtual surgical pathology in underdeveloped countries: The Zambia Project. *Arch Pathol Lab Med*. 2011;135:215-9.
7. WorldConnex. World Cancer Congress. 2018; <http://www.worldconnex.com/blog/worldconnex-world-cancer-congress-2018>.
8. WaidX Telepathology Project for the remote connection of different Pathology departments in the Horn of Africa. <https://www.worldcancerday.org/activity/waidxr-telepathology-project-remote-connection-different-pathology-departments-horn-africa>
9. Project ECHO. <https://echo.unm.edu/>
10. Nordling L. African scientists call for more control of their continent's genomic data. <https://www.nature.com/articles/d41586-018-04685-1>

M. Botteghi déclare ne pas avoir de liens d'intérêts.