

Santé et environnement: Quelques aspects de leurs rapports

Grâce à l'aide de l'AIEA, des chercheurs étudient les effets de l'évolution du milieu sur la santé humaine

par
Gopinathan Nair,
Robert M. Parr et
John Castelino

Un développement viable de l'environnement, sous toutes ses formes, est plus qu'un concept de protection des fragiles écosystèmes de notre planète. Au niveau de l'individu, c'est une recette de bonne santé. Des milliards d'habitants de ce monde, par exemple, ont des problèmes de santé à cause de la pollution de l'atmosphère par l'industrie, de leur exposition à des métaux et déchets toxiques, et à de dangereux parasites qui s'adaptent rapidement à un environnement dégradé. La salubrité de la Terre va de pair avec la santé de ses habitants.

L'AIEA collabore à divers égards avec des organismes nationaux et internationaux pour mieux connaître les rapports qui existent entre l'environnement et la santé. Les techniques nucléaires et apparentées sont souvent mises à contribution pour chercher les réponses à des questions complexes et inquiétantes. Nous nous proposons ici de présenter l'essentiel de ces travaux en soulignant toute l'importance des problèmes et de leurs solutions possibles.

La pollution atmosphérique: L'atome radioactif éclaire le poumon citoyen

L'industrialisation a beaucoup apporté à l'humanité. Dans nombre de pays, la vie est mieux orga-

nisée, plus confortable et plus productive. Elle a aussi ses mauvais côtés — à commencer par l'urbanisation, dont l'environnement est la première victime. Quant à ses effets sur la santé humaine, la pollution atmosphérique est l'une des perturbations les plus significatives de l'environnement mondial, qui fait peser une sombre menace sur toute l'humanité. Elle est la conséquence de l'activité humaine et de l'économie, toutes deux en rapide expansion.

Cette situation met les pays en développement devant un choix douloureux. Tandis qu'ils doivent s'industrialiser activement pour assurer la croissance de leur économie, ils n'ont pas les moyens de se doter de systèmes de sûreté convenables pour museler la pollution. Déchirés par le conflit entre ces deux options que sont la croissance économique rapide et la protection de l'environnement, la plupart des pays en développement cèdent aux pressions de l'économie. C'est seulement récemment que leurs gouvernements ont commencé à faire face aux dangers qui en découlent. Néanmoins, nombre d'entre eux ne respectent pas strictement les règles de protection de l'environnement.

L'Asie est un exemple parfait de cette situation précaire. Il n'existe dans le monde que 13 villes de plus de dix millions d'habitants. Sept d'entre elles se trouvent en Asie où un milliard environ d'êtres humains vivent dans des agglomérations surpeuplées dans lesquelles règne le chaos. Sur les sept villes du monde dont l'atmosphère est la plus polluée, on en compte cinq en Asie.

La pollution atmosphérique est la pire des plaies de l'environnement car elle peut facilement franchir les frontières. Elle résulte essentiellement de la combustion des combustibles fossiles dans les moteurs et

M. Nair est chef de la Section de la médecine nucléaire, Division de la santé humaine de l'AIEA, et M. Castelino est un cadre de cette section. M. Parr est chef de la Section des études de nutrition et d'écologie sanitaire de la même division.

les centrales électriques, des fumées des poêles à bois, des incinérateurs et des usines, etc. mais aussi des poussières provenant des produits agricoles, des chantiers de construction et des mines, par exemple. Les polluants les plus courants sont le plomb, l'anhydride sulfureux, l'acide sulfurique et les sulfates, les oxydes d'azote, l'ozone et les composés photochimiques, l'oxyde de carbone, les composés organiques volatiles et les matières organiques particulaires dispersées, dont les aéro-allergènes. Au-delà d'une certaine concentration, tous ces polluants sont dangereux pour l'être humain.

Les effets pathogènes de la pollution atmosphérique sont bien connus depuis le célèbre épisode du brouillard londonien de 1952. Environ 4000 décès excédentaires ont été imputés à cet incident qui a magistralement démontré la corrélation directe entre une forte pollution et la mortalité. Même un moindre degré de pollution fait augmenter la mortalité, comme l'indiquent maintes études faites depuis cet événement. Les rapports sur les vagues de pollution atmosphérique mentionnent aussi un accroissement des entrées en service d'urgence pour troubles respiratoires et cardio-vasculaires et des prestations de sécurité sociale aux travailleurs. Les examens en laboratoire de la fonction respiratoire montrent une augmentation du volume expiré forcé par seconde (VEF) pendant les épisodes de pollution atmosphérique. Ce volume varie d'une région à l'autre, selon le degré de pollution.

L'accroissement de la mortalité et de la morbidité dues à la pollution atmosphérique est un phénomène encore mal connu. L'air pollué peut rendre le poumon plus perméable et mener à l'œdème ou à l'engorgement hypodermique. Les échanges gazeux au niveau des alvéoles sont alors entravés, causant une anoxie générale. On sait que les personnes souffrant de troubles respiratoires aigus ou chroniques sont plus sensibles aux particules en suspension dans l'air.

Les moyens de défense habituels de l'organisme — telles la membrane ciliée et l'immunoglobuline présente dans la tunique muqueuse des voies respiratoires — ne protègent pas le poumon contre les polluants inhalés. Au mieux, les grosses particules ne peuvent pas atteindre les zones profondes du poumon car elles sont arrêtées par la tunique muqueuse des voies respiratoires supérieures. La sensation subjective de gêne et d'insuffisance respiratoires sont les symptômes habituels d'une forte exposition à de l'air pollué.

La pollution atmosphérique aggrave les états morbides installés et diminue les chances de guérison, et elle est particulièrement néfaste aux malades atteints d'affections chroniques comme la bronchite, l'asthme et les troubles cardio-vasculaires. Les personnes âgées sont plus vulnérables que les jeunes.

Le principal danger, ce sont les particules de très fine granulométrie qui peuvent pénétrer profondément dans le poumon. Elles proviennent essentiellement, mais pas exclusivement, des gaz d'échappe-

ment des moteurs. Selon de récentes estimations, elles tuent chaque année quelque 60 000 personnes aux Etats-Unis et environ 10 000 au Royaume-Uni. On sait peu de choses sur les autres pays, mais l'information dont on dispose semble indiquer que le problème est général.

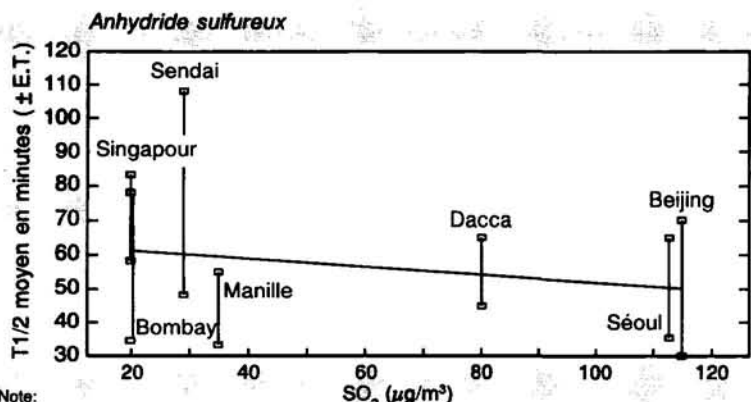
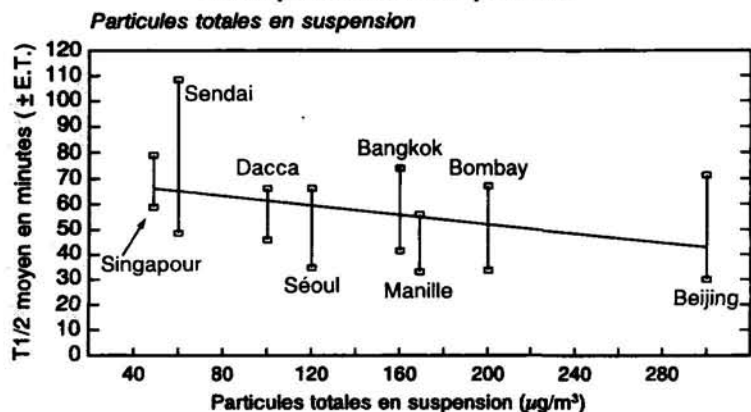
Utilité des bio-indicateurs. L'exposition à l'oxyde de carbone, par exemple, peut se juger en mesurant soit la concentration de ce gaz dans l'air, soit la teneur du sang en carboxyhémoglobine. De même, l'exposition au plomb atmosphérique peut être évaluée à partir des concentrations moyennes de cet élément dans le sang et dans l'urine parmi les populations exposées. Ces indicateurs biologiques facilitent l'estimation du risque de morbidité par le médecin. Or, il n'existe actuellement aucun bio-indicateur des effets de l'exposition du poumon à la pollution.

Les techniques nucléaires viennent combler cette lacune en offrant un moyen d'investigation scientifique. On les utilise déjà depuis une trentaine d'années pour examiner les poumons et les voies respiratoires. Les résultats permettent par exemple de déterminer et de quantifier les principales sources de pollution.

Par ailleurs, les radio-indicateurs sont utiles aux chercheurs pour étudier les fonctions respiratoires, c'est-à-dire l'irrigation sanguine et les débits ventilatoires. Ce n'est que récemment que les fonctions non respiratoires telles que la clairance mucociliaire et la perméabilité du poumon ont retenu l'attention des cliniciens. Un des examens se fait par visualisation du poumon à l'aide d'une technique de scintigraphie après inhalation d'un aérosol au diéthylène triamine penta marqué au technétium ^{99m}Tc, qui permet de mesurer la perméabilité de la membrane alvéolo-capillaire; cette technique simple, sûre et rapide est à la portée de tout service de médecine nucléaire. Le patient doit inhaler l'aérosol pendant cinq minutes environ, après quoi on mesure le taux d'élimination de la radioactivité du poumon à l'aide d'une caméra gamma informatisée. On peut ainsi déterminer le temps d'élimination de la moitié de la radioactivité initiale du poumon. Toute lésion alvéolo-capillaire modifie la perméabilité et donc le taux d'élimination. Cette technique est couramment appliquée à l'examen de nombreuses affections pulmonaires caractérisées par une inflammation diffuse due à une lésion alvéolo-capillaire.

Cette méthode à base d'aérosol a été employée par des chercheurs participant à un récent programme de recherche coordonnée de l'AIEA. L'équipe s'intéressait spécialement aux effets de la pollution atmosphérique urbaine sur le poumon. Les sujets étaient des volontaires de dix villes d'Asie — Dacca, Beijing, Bombay, Bandung, Sendai, Séoul, Lahore, Manille, Singapour et Bangkok. Tous non fumeurs, ils ne présentaient aucun symptôme de troubles respiratoires, leurs radiographies étaient normales et ils ont été soumis à des épreuves spirométriques normales. L'aérosol était produit par

**Résultats de la recherche assistée par l'AIEA
dans la région Asie et Pacifique
Effets de la pollution atmosphérique
sur la perméabilité du poumon**



Note:
T1/2 = temps d'élimination de la moitié de la radioactivité initiale introduite dans le poumon par l'aérosol.

un appareil conçu et réalisé par le Centre Bhabha de recherches atomiques, à Bombay, mis à l'essai et homologué pour des études à l'aide d'aérosol inhalé. On disposait pour ce travail d'une compilation de données annuelles sur la qualité de l'air dans les dix villes en question, qui indiquaient les teneurs totales en particules en suspension (TPS), anhydride sulfureux (SO_2), oxydes d'azote (NO_x), oxyde de carbone (CO) et ozone.

Cette étude a révélé l'atteinte d'une fonction, à savoir la perméabilité du poumon, en rapport avec la concentration de polluants dans l'air, et plus spécialement de TPS — le polluant le plus agressif pour le poumon — et de SO_2 . On peut raisonnablement penser que cette atteinte est peut-être due à une lésion du poumon résultant d'une longue exposition à la pollution ambiante, vu que les sujets sont par ailleurs sains et non fumeurs. Ce que l'on constate, ce sont donc les effets de la pollution atmosphérique urbaine sur les poumons. Toutefois, avant de tirer des conclusions définitives, il faudra confirmer les résultats.

A maints égards, la recherche assistée par l'AIEA a apporté du nouveau en offrant un moyen de



Participant à une étude de la pollution atmosphérique assistée par l'AIEA, inhalant un aérosol radiomarqué en vue de mesurer la perméabilité de ses poumons.

préciser quantitativement les effets de la pollution sur la physiologie du poumon. Comme cet organe est le premier à être exposé directement à l'environnement, il est désormais possible d'associer plus étroitement les lésions pulmonaires à l'incidence des troubles respiratoires. Cela mène à une meilleure compréhension de l'action délétère de la pollution atmosphérique sur la santé humaine.

Grâce à ses programmes de recherche et de coopération technique, l'AIEA assiste toute une série d'études sur divers aspects de la pollution atmosphérique, de l'environnement et de la santé. On envisage par exemple, pour 1995, d'élargir un projet exécuté en collaboration par l'AIEA, le Programme des Nations Unies pour le développement, et des pays parties à l'accord régional de coopération pour l'Asie et le Pacifique, qui portera principalement sur l'emploi des isotopes et des rayonnements pour renforcer la technologie et soutenir un développement écologiquement viable. A l'heure actuelle, 15 pays de la région Asie et Pacifique participent à ce projet qui prévoit également des études sur les sédiments et les sols, les masses d'eau et les bio-indicateurs.

**Métaux lourds toxiques:
Etude de l'exposition de l'être humain
due à l'eau et à l'alimentation**

Depuis des siècles, l'homme extrait et affine des métaux lourds toxiques tels le plomb et le mercure. Avec le temps, ces deux éléments, et d'autres encore, ont malheureusement contaminé l'environ-

nement, y compris les denrées alimentaires et l'eau potable (voir le tableau). Certains pensent même que la toxicité du plomb est une des causes de la chute de l'Empire romain. Ce qui est certain, c'est que l'homme est en partie responsable de la contamination de la planète par le plomb, qui a commencé bien avant l'ère chrétienne ainsi que l'analyse de carottes de glace du Groenland en a fait récemment la preuve.

De nos jours, l'activité humaine demeure le facteur le plus important du cycle biogéochimique mondial des métaux lourds toxiques. De surcroît, la toxicité annuelle totale de tous les métaux mobilisés par les activités humaines est actuellement supérieure à la toxicité globale de tous les déchets radioactifs et organiques produits chaque année*.

Il n'est donc pas surprenant que maints programmes nationaux et internationaux d'évaluation de l'exposition de l'être humain aux polluants de l'environnement prévoient en priorité l'étude des métaux lourds toxiques. Au niveau des Nations Unies, nombre de ces programmes relèvent de l'initiative «Action 21» issue de la Conférence des Nations Unies de 1992 sur l'environnement et le développement, qui groupe des activités concernant le développement durable.

Programmes financés par l'AIEA. L'arsenic, le cadmium, le cuivre, le plomb et le mercure, entre autres éléments toxiques, peuvent tous être analysés par diverses méthodes nucléaires et associées. Les principales sont l'activation neutronique, la fluorescence X à dispersion d'énergie, l'émission X induite par des particules, la spectrométrie de masse à couplage inductif et diverses méthodes de marquage isotopique. L'AIEA assiste de diverses manières les travaux de recherche dans des domaines déterminés. (Voir l'encadré, page suivante.)

Une des applications les plus utiles des méthodes analytiques nucléaires a recours à des «bio-indicateurs», dont le cheveu humain est un bon exemple, avec ses applications tant dans le domaine de l'histoire que dans celui de l'environnement. (On se demande toujours, par exemple, si Napoléon ne serait pas mort empoisonné à l'arsenic et si l'on peut établir ce fait en analysant quelques spécimens de son système pileux prétendument prélevés sur son cadavre.)

Une application plus «vivante» de cette méthode est à l'essai au titre d'un programme de recherche assisté par l'AIEA: des cheveux de femmes enceintes et de nouveau-nés sont utilisés pour détecter une exposition éventuelle au mercure. L'Organisation mondiale de la santé (OMS) estime que les concentrations de mercure dans les cheveux ne devraient pas excéder quatre à six microgrammes par gramme,

Principaux métaux lourds présents dans l'environnement et limites d'exposition de l'être humain

	Limite dans l'air ¹	Limite dans l'eau potable ²	Limite provisoire tolérable d'absorption par semaine ³	Principales sources d'exposition
Arsenic	0*	10 µg/litre	14 µg/kg de poids du corps	Eau potable contaminée
Cadmium	10-20 ng/m ³ (en ville)	3 µg/litre	approximativement 7 µg/kg de poids du corps	Activité; fumée de cigarette
Cuivre	—	1 µg/litre	0,35-3,5 µg/kg de poids du corps	Eau potable contaminée
Plomb	0,5-1 µg/m ³	10 µg/litre	50 µg/kg de poids du corps	Activité; pica ⁴ ; dépôt de produits pétroliers au plomb
Mercure	1 µg/m ³	1 µg/litre	5 µg/kg de poids du corps (mercure total) 3,3 µg (diméthylmercure)	Poisson contaminé; activité

* Quelqu'en soit la concentration, l'arsenic est considéré comme un facteur de risque de cancer.

¹ Limite supérieure indicative de concentration: moyenne pondérée dans le temps sur un an (OMS).

² Limite supérieure indicative de concentration dans l'eau potable (OMS).

³ Absorption maximale admissible par semaine pour les adultes (OMS/FAO). Multiplier par le poids du corps en kilogrammes pour obtenir l'absorption maximale admissible par semaine pour l'individu.

⁴ Pica est l'habitude d'absorber de l'argile, de la terre, des ordures et autres substances non comestibles. C'est une source importante de plomb chez les enfants qui vivent dans un milieu contaminé, en particulier dans des habitations peintes avec d'anciennes peintures au plomb.

sinon le nouveau-né risque de subir des dommages neurologiques. Les études de l'AIEA ont montré que cette teneur est dépassée dans des groupes de population de plusieurs pays en développement. L'exposition est généralement due à la consommation de poisson contaminé. Les teneurs particulièrement élevées (notamment chez certaines personnes vivant dans le bassin amazonien) sont probablement dues à l'emploi du mercure pour l'extraction et l'affinage de l'or. Des études portent aussi sur le diméthylmercure, principal composé organique du mercure.

Les maladies transmissibles et l'environnement: Adaptation aux changements

Le développement socio-économique devrait mener à une amélioration de la santé et de la qualité de vie de l'être humain. Or, récemment encore, le développement était souvent considéré comme synonyme de dégradation de l'environnement, avec pollution, accroissement de la morbidité et détérioration de la qualité de vie tout au moins d'un secteur de la population que le développement était censé avantager. Depuis peu, on commence fort heureusement à reconnaître que l'amélioration de la santé et de la qualité de vie doit aller de pair avec un développement durable, si l'on veut éviter des effets négatifs certains.

* Mesurée en quantité d'eau nécessaire pour diluer les déchets radioactifs et organiques jusqu'au niveau acceptable pour l'eau potable. Voir l'article de J.O. Nriagu et J.P. Pacyna, *Nature*, volume 3, 33 (mai 1988).

Quelques programmes de recherche coordonnée de l'AIEA comportant l'emploi de techniques nucléaires pour les études d'écologie sanitaire

Années	Participants*	Titre
1984-1989	14	Analyse des minéraux du cheveu pour l'étude des charges corporelles internes de polluants de l'environnement
1984-1990	14	Absorption quotidienne avec les aliments d'oligo-éléments importants pour la nutrition de l'homme
1985-1990	11	Eléments toxiques dans les denrées alimentaires (région du RCA)
1987-1992	20	Pollution du milieu due aux déchets solides
1987-1992	10	Analyse des éléments traces dans les produits agro-industriels et les denrées alimentaires (région de l'ARCAL)
1990-1995	10	Exposition de populations humaines au mercure de l'environnement
1992-1997	19	Pollution atmosphérique: recherche appliquée
1996-2000		Evaluation des polluants de l'environnement par radio-immunoanalyse et méthodes associées
1995-2000		Surveillance des lieux de travail et étude des maladies professionnelles
1995-2000		Matières de référence secondaires (régionales) pour les études écologiques**
1995-2000		Surveillance biologique de l'environnement et groupement des échantillons à l'intention des pays en développement**

* Nombre de pays participants.

** Selon les ressources extrabudgétaires disponibles.

Note: on trouvera un exposé plus détaillé des activités pertinentes de l'AIEA dans le compte rendu du colloque de l'AIEA réuni à Karlsruhe (Allemagne) en 1992, sur les applications des isotopes et des rayonnements à la protection de l'environnement. Pour passer commande, voir la rubrique «Nouvelles publications» du présent numéro du Bulletin.

A titre d'exemple, les plans de développement agricole peuvent provoquer dans l'environnement des changements propices à la transmission des maladies. Le barrage d'Assouan et le réseau d'irrigation qu'il alimente ont certes permis d'accroître la production de coton et de céréales, mais ils ont aussi fait monter en flèche l'incidence de la bilharziose (ou schistosomiase, grave affection débilante qui, selon l'OMS, touche 200 millions de personnes dans plus de 70 pays) car l'escargot vecteur prolifère dans les canaux d'irrigation.

De même, au Kenya, le plan d'irrigation de Mwea-Tebera assure au pays une récolte de riz suffisante pour ses besoins, mais il lui a apporté le paludisme (maladie qui, selon les estimations de l'OMS, touche près de 300 millions de personnes dans 103 pays) du fait des migrants venus des

régions voisines et des moustiques provenant du bassin inférieur du fleuve Tana. Au Brésil, la pénétration dans l'Amazonie a provoqué une explosion de leishmaniose et de paludisme. Un diptère, le phlébotome, qui fait partie du cycle de la leishmaniose dans la forêt vierge, et le moustique vecteur du paludisme sont maintenant en contact avec les colons mal immunisés venus des villes brésiliennes pour exploiter les nouvelles possibilités qu'offre l'Amazonie et devenir, tout simplement, les nouvelles victimes de l'agression de ces insectes pathogènes.

Dans des régions telles que les forêts du Brésil et de Colombie, on ne dispose généralement pas de l'information nécessaire pour décider quels sont les vecteurs du paludisme parmi les diverses variétés de moustiques. Au début des années 80, une méthode a été mise au point pour tenter d'enrayer l'épidémie; il s'agit de l'analyse immunoradiométrique (AIRM) fondée sur le marquage à l'iode 125 d'un anticorps monoclonal qui fixe l'antigène du sporozoïte (stade infectieux de l'agent pathogène du paludisme que porte le moustique).

Cette analyse permet de distinguer les sporozoïtes de *Plasmodium falciparum* et de *P. vivax*, responsables des deux formes les plus communes du paludisme humain, de ceux qui contaminent les primates et autres animaux, et d'identifier ainsi nettement la variété de moustique vecteur du paludisme humain. On étudie ensuite l'écologie et l'éthologie de ce moustique afin de prendre des mesures efficaces. De la sorte, une espèce qui se reproduit et séjourne dans les habitations et aux alentours et se nourrit sur l'être humain est combattue par pulvérisation de pesticides du genre DDT. Cette tactique est, en revanche, inefficace quand le vecteur vit dans la forêt.

Si l'on utilise l'antigène NANP du paludisme, la méthode AIRM permet de mesurer la quantité d'anticorps produits chez l'être humain en réponse aux sporozoïtes inoculés par la piqûre du moustique. Vu sa brève période, l'anticorps révèle la contamination qui a eu lieu dans les trois à six mois qui précèdent. Le test sert à comparer la fréquence de transmission du paludisme dans différentes régions et à détecter ses variations résultant de l'évolution des conditions écologiques ou de l'application des mesures prophylactiques.

L'industrialisation et la migration associée vers les villes créent des problèmes de santé outre ceux qui sont directement dus à la pollution atmosphérique imputable aux véhicules à moteur et à l'industrie. La cause en est souvent la concentration d'émigrants dans des bidonvilles où le surpeuplement et l'insalubrité provoquent une recrudescence des affections diarrhéiques, mycobactériennes et autres.

L'accès facile aux pharmacies, dans nombre d'agglomérations urbaines, favorise en outre l'abus de médicaments et l'apparition de souches résistantes de micro-organismes pathogènes. En s'installant

dans les villes, l'émigrant y apporte les vecteurs et les maladies qui jusqu'alors se cantonnaient dans l'espace rural. C'est ainsi par exemple que, dans certains pays d'Amérique latine, la maladie de Chagas a fait son apparition dans les villes. La voie de transmission principale n'est plus l'insecte *triatoma*, mais les banques de sang où les pauvres vont vendre leur sang, malheureusement contaminé.

Un bon diagnostic aide à juguler une maladie. Or, dans les laboratoires qui s'occupent du diagnostic des maladies transmissibles, le premier examen du spécimen clinique se fait généralement au microscope et sur culture. Les deux méthodes manquent de sensibilité et de spécificité. De plus, la culture est un procédé lent et laborieux et certains organismes pathogènes ne s'y prêtent pas. Pour un diagnostic rapide, on peut recourir à un procédé immunologique tel que la radio-immunoanalyse, qui utilise un réactif marqué à l'iode 125. Le test immunologique est sensible mais manque parfois de spécificité. C'est le cas dans les pays en développement où les tests considérés «très spécifiques» dans les pays industriels ne sont plus aussi efficaces contre les légions de micro-organismes qui envahissent de nombreuses régions en développement.

En science, il arrive parfois qu'un progrès technique fasse faire un bond en avant aux connaissances et favorise l'innovation. La recherche biomédicale a connu ce genre de révolution avec la mise au point de la technologie de l'ADN qui a ouvert un large horizon à la biologie moléculaire. L'ADN, cloné et amplifié, permet de déterminer la séquence des nucléotides. Des fragments d'ADN sont synthétisés et servent de sondes moléculaires, lesquelles se

fixent spécifiquement aux séquences complémentaires de l'ADN. Comme la sonde ADN peut être marquée avec des radio-isotopes de forte radioactivité spécifique, les microbiologistes détectent son point d'insertion dans l'ADN complémentaire d'un organisme déterminé et repèrent ainsi des organismes pathogènes, depuis les virus jusqu'aux helminthes, dans de nombreux spécimens cliniques.

Le succès d'une analyse par cette méthode dépend en partie du nombre d'organismes présents dans le spécimen. Certaines maladies, telles la méningite tuberculeuse, la lèpre et la maladie de Chagas, sont connues pour le faible nombre d'organismes pathogènes que l'on trouve dans le spécimen. En pareil cas, le microbiologiste dispose d'un autre moyen technique qui consiste à amplifier le fragment d'ADN grâce à la réaction en chaîne de la polymérase, processus *in vitro* de synthèse enzymatique.

Les techniques moléculaires sont pleines de promesses pour la solution des problèmes cliniques associés aux maladies transmissibles. Elles sont le point fort d'un nombre croissant de laboratoires de diagnostic dans les pays industriels. Comme maintes de ces techniques impliquent l'usage de radio-indicateurs, l'AIEA se trouve activement engagée dans le transfert de la technologie correspondante vers les pays en développement par l'intermédiaire de ses programmes qui favorisent la recherche, la formation et la diffusion de l'information.

Ces techniques, parmi d'autres, sont vouées à un rôle mondial croissant pour l'étude, la prophylaxie et le traitement de maladies transmissibles, qui parviennent à s'adapter aux conditions changeantes de l'environnement.



A Bamako (Mali), deux participants à un projet assisté par l'AIEA et l'Italie s'entraînent aux méthodes moléculaires pour l'étude du paludisme.

(Photo: Castellino, AIEA)