

TECHNIQUE

Lire l'ADN à travers un nanopore

Et si une partie des analyses génétiques pouvait, demain, être réalisée directement sur le terrain ? Dr Tianzhen Gao, chercheur au Sichuan Police College (Chine), et ses collègues, se sont intéressés au séquençage par nanopores, une technologie capable de « lire » de longues molécules d'ADN et d'ARN en temps réel, à l'aide d'appareils suffisamment compacts pour être transportés. Leur étude fait le point sur les possibilités qu'elle pourrait offrir à la police scientifique, mais aussi sur les obstacles qui restent à surmonter.

UN NOUVEAU MOYEN POUR LIRE L'ADN

Les techniques modernes permettent déjà d'analyser simultanément une grande quantité d'informations génétiques. Elles présentent toutefois certaines limites, notamment parce qu'elles lisent généralement l'ADN sous forme de courts fragments, et que certaines analyses sont peu adaptées à une utilisation rapide hors du laboratoire. Le séquençage par nanopores est une autre technologie, qui fonctionne différemment. Son principe consiste à faire passer une molécule d'ADN à travers un pore microscopique, qui fonctionne comme une sorte de « tunnel » : le nanopore (qui est créé en laboratoire pour cet usage spécifique). Le passage de l'ADN dans ce tunnel provoque des variations du courant électrique, qui permettent de déterminer progressivement la séquence de la molécule. Cette technologie peut ainsi lire des fragments extrêmement longs, et fournir des données au fur et à mesure de l'analyse.

PLUS D'INFORMATIONS DANS LA TRACE

L'un des principaux intérêts de cette technologie réside dans la longueur des fragments qu'elle peut lire. Plus un fragment est long, plus il peut contenir d'informations génétiques exploitables en une seule lecture. Cet avantage pourrait être particulièrement intéressant pour certaines traces médico-légales, notamment lorsqu'elles sont dégradées ou contiennent l'ADN de plusieurs personnes. Les nanopores peuvent notamment être utilisés pour étudier l'ADN mitochon-

drial, particulièrement utile lorsque les échantillons sont anciens ou difficiles à analyser, comme certains cheveux, os ou restes humains. Ils présentent également un potentiel pour l'étude de mélanges génétiques complexes, et pour l'identification d'espèces animales, qui peut être utile dans certaines enquêtes, par exemple les enquêtes douanières liées au trafic d'espèces sauvages.

BIEN PLUS QUE L'IDENTITÉ

L'intérêt du séquençage par nanopores ne se limite pas à déterminer à qui appartient une trace. Il permet également d'étudier certaines modifications de l'ADN, comme la méthylation : de petites marques chimiques dont la présence varie selon l'âge et le type de tissu. Leur analyse pourrait ainsi contribuer à estimer l'âge d'un individu, ou à identifier le fluide corporel dont la trace provient. L'ARN (un messenger cellulaire issu de l'ADN) constitue une autre source d'indices. Certaines molécules d'ARN diffèrent selon les tissus et fluides corporels : leur analyse peut par exemple aider à estimer l'ancienneté d'une blessure, le délai depuis le dépôt d'une trace, ou encore l'intervalle *post-mortem*. Enfin, les nanopores peuvent également analyser les micro-organismes présents dans un prélèvement. Or, les communautés microbiennes évoluent et diffèrent selon les individus, les environnements et les circonstances. Leur étude pourrait ainsi fournir des indices sur l'origine géographique d'une trace, l'identité d'un individu, la cause du décès, ou le temps écoulé depuis celui-ci. Ces applications sont prometteuses, mais certaines restent encore à un stade précoce de la recherche en criminalistique.

LE LABO SUR LA SCÈNE DE CRIME ?

C'est sans doute l'une des perspectives les plus intéressantes : certains séquenceurs à nanopores sont petits et transportables. Au lieu de prélever une trace, de l'emballer puis de l'envoyer au laboratoire, certaines analyses pourraient donc être réalisées directement sur le terrain, limitant les délais et certains risques de dégradation ou de contamination. Des essais ont déjà été réalisés : une équipe a testé un séquenceur porta-



-ble dans le but d'aider à l'identification des personnes sur des scènes d'accident. Cette étude a été réalisée sur 49 échantillons. Dans 95,3 % des analyses, l'appareil est parvenu à extraire les informations génétiques recherchées. Toutefois, leur exactitude globale restait inférieure à celle des techniques de référence utilisées actuellement. Le potentiel existe donc, mais la technologie doit encore gagner en fiabilité avant de pouvoir remplacer certaines analyses de laboratoire.

UNE TECHNOLOGIE EN DÉVELOPPEMENT

Plusieurs obstacles empêchent encore une utilisation généralisée en police scientifique. L'un des principaux concerne la quantité d'ADN nécessaire : sur une scène, on ne dispose parfois que de quelques cellules, d'un cheveu, ou d'une trace très dégradée, alors que le sé-

-quençage par nanopores peut nécessiter davantage de matériel génétique. Des techniques permettent d'amplifier ces faibles quantités d'ADN, mais elles peuvent elles-mêmes introduire des biais, ou augmenter le risque de contamination. La fiabilité constitue un autre enjeu majeur. Avant qu'une nouvelle technique puisse être utilisée couramment dans une procédure judiciaire, il faut démontrer qu'elle fournit des résultats précis et reproductibles, y compris avec des traces compliquées à analyser. Si plusieurs études menées dans des laboratoires obtiennent déjà des résultats encourageants, il manque encore des validations plus solides, ainsi que des protocoles et critères de qualité communs. Ces étapes seront indispensables pour garantir qu'une même trace puisse être analysée avec la même fiabilité, quel que soit le laboratoire ou l'appareil utilisé.

CONCLUSION

Le séquençage par nanopores ne remplace pas encore les méthodes traditionnelles, mais pourrait devenir un outil complémentaire particulièrement puissant. À terme, les chercheurs envisagent son utilisation lors d'interventions nécessitant des résultats rapides, pour l'étude de traces rares ou dégradées. Son intégration dépendra toutefois des progrès réalisés sur la précision des analyses, le traitement des petites quantités d'ADN, et la standardisation des méthodes. Les chercheurs se montrent optimistes : avec l'amélioration du matériel et des logiciels, et la mise en place de validations communes entre laboratoires, ils estiment que le séquençage par nanopores pourrait commencer à être largement utilisé en criminalistique de routine dans les trois à cinq prochaines années.