



Dépistage du COVID-19 : Comment utiliser au mieux les différents tests ?

16 décembre 2020

Même avec les récentes nouvelles prometteuses sur le développement de vaccins, une stratégie de dépistage, suivi, traçage et isolement (PSTI) rapide et à grande échelle continue d'être essentielle dans la réponse des politiques de santé publique à la pandémie de COVID-19. Cette note met à jour une note antérieure de l'OCDE sur ces stratégies, à la lumière des développements récents des technologies de dépistage. Les tests moléculaires, et en particulier par RT-PCR, demeurent la référence pour identifier les infections car ils sont très fiables. Mais les contraintes de capacité et le coût relativement élevé de la RT-PCR limitent son utilisation à grande échelle. Les tests antigéniques rapides, plus récents, offrent l'avantage de produire des résultats beaucoup plus rapidement. Ils sont également moins chers, plus simples à utiliser et peuvent être réalisés au point d'accès, permettant ainsi leur utilisation à très grande échelle. Cependant, ils sont moins fiables que les tests moléculaires. Pour atteindre leurs objectifs, les stratégies de dépistage peuvent combiner différentes technologies et les utiliser de manière complémentaire, en tenant compte de leurs atouts et limites respectives.



Principales constatations

Bien que les récentes nouvelles sur le développement de vaccins contre le COVID-19 soient encourageantes, **les stratégies de test, suivi, traçage et isolement (PSTI) resteront indispensables**. Jusqu'à ce que les populations entières soient immunisées, seul le PSTI peut empêcher de futurs rebonds du nombre d'infections après les confinements. **Deux principaux types de technologies de test sont largement disponibles** pour mettre en place ces stratégies.

- Les tests moléculaires, et en particulier par RT-PCR, demeurent la référence pour identifier les infections actives. Ces tests se sont avérés être **très fiables** – ils atteignent une sensibilité et une spécificité élevées. Mais les contraintes de capacité et le coût relativement élevé des tests RT-PCR limitent leur utilisation à grande échelle. Les résultats de ces tests sont également longs à produire.
- **Les tests antigéniques rapides** ont le principal avantage de **produire des résultats beaucoup plus rapidement**. Ils sont également plus simples à utiliser, peuvent être réalisés au point d'accès et sont moins chers que les tests moléculaires, ce qui permet leur utilisation à plus grande échelle. Cependant, ils sont moins fiables que les tests moléculaires – ils atteignent une bonne spécificité mais **seulement une sensibilité modérée**.

Les objectifs de la stratégie de dépistage doivent déterminer le choix du type de test approprié, en tenant compte de leurs atouts et limites respectifs.

- **La surveillance de groupes de population spécifiques** dans lesquels un nouveau foyer d'infection est susceptible d'apparaître est **l'utilisation la plus appropriée des tests antigéniques rapides au point d'accès**, étant donné qu'ils peuvent être utilisés rapidement et à grande échelle. Mais ceci nécessite de répéter les tests. Le dépistage des passagers aériens peut être un moyen supplémentaire de contrôle avant l'embarquement et d'assouplissement des exigences de quarantaine à l'arrivée, mais ces stratégies doivent être considérées avec prudence.
- Les tests antigéniques rapides sont **la seule option viable pour les campagnes de dépistage massives** dans la population générale. Mais si ceci peut sembler être une stratégie attrayante pour orienter les mesures de confinement, les **défis associés ne doivent pas être sous-estimés et l'efficacité reste incertaine**.
- **Les tests moléculaires sont l'option privilégiée en milieu clinique** pour diagnostiquer les patients et éclairer les décisions de prise en charge, car la fiabilité de ces tests minimise le risque d'erreur de diagnostic.
- Les tests moléculaires restent **également la meilleure option pour les personnes qui présentent des symptômes et les personnes ayant été en contact** avec un cas confirmé pour informer les stratégies de PSTI. **Certains tests antigéniques rapides au point d'accès peuvent cependant constituer une alternative possible** aux tests moléculaires dans ces situations. Mais la répétition des tests ou la confirmation par tests moléculaires peuvent apparaître nécessaires. L'utilité des tests antigéniques rapides au point d'accès dans les stratégies de PSTI repose sur l'hypothèse que la rapidité et le moindre coût de ces tests, permettant d'en augmenter le nombre, est à même de compenser leur moindre sensibilité.

Les tests au point d'accès RT-LAMP et ceux basés sur la technologie CRISPR pourraient à terme permettre de surmonter certaines des limites de la RT-PCR et des tests antigéniques rapides. Cependant, leur développement est toujours en cours et ils ne sont pas encore largement disponibles. De plus, les implications logistiques de l'utilisation de ces tests ne sont pas encore clarifiées.



Même avec les récentes nouvelles prometteuses sur le développement de vaccins contre le COVID-19, il faudra encore un certain temps avant que la population générale puisse être vaccinée. Ainsi, il continuera d'être indispensable de **dépister, suivre, tracer et isoler (PSTI)** rapidement, massivement et intelligemment pour éviter de futurs rebonds du nombre d'infections après les confinements. La suppression rapide des infections exige de tester les cas suspects et tous leurs contacts pour identifier en temps opportun les personnes infectées et les isoler ; les suivre efficacement pour s'assurer qu'elles ne propagent pas davantage la maladie ; et tracer de manière exhaustive les personnes avec lesquelles elles ont été en contact. La note de synthèse de l'OCDE intitulée [Testing for COVID-19: A way to lever confinement restrictions](#), publiée en mai 2020, a fourni un aperçu des différentes techniques de dépistage disponibles. Depuis, **des progrès ont été accomplis dans l'élaboration de nouvelles méthodes de dépistage et la reconversion de technologies existantes pour le COVID-19**, notamment les tests antigéniques rapides et d'autres techniques diagnostiques moléculaires (principalement les tests basés sur la technologie CRISPR¹ et les tests RT-LAMP²).

Contrairement à la RT-PCR, qui a été la plus largement utilisée jusqu'à présent, de nouveaux tests **antigéniques** rapides peuvent être facilement déployés au point d'accès et fournir des résultats presque immédiats. Ces caractéristiques sont très utiles pour améliorer les stratégies de PSTI mais, comme décrit ci-dessous, les tests antigéniques rapides restent moins sensibles que la RT-PCR, ce qui peut limiter leur utilité dans certaines situations. Les tests au point d'accès **RT-LAMP** et les tests basés sur la technologie **CRISPR** font l'objet de beaucoup d'attention et pourraient devenir, à moyen terme, des compléments utiles dans la « boîte à outils de dépistage ».

Cette note met à jour la note précédente de l'OCDE à la lumière de ces évolutions récentes des techniques de dépistage, et examine les implications pour des stratégies de confinement et d'atténuation plus efficaces jusqu'à ce que les vaccins soient largement mis à disposition. Les principales technologies actuellement disponibles ou attendues à court/moyen terme sont décrites dans la section suivante et résumées dans le Tableau 2. La section d'après examine les stratégies de dépistage et l'utilisation appropriée des différentes technologies pour soutenir celles-ci.

Il existe différentes techniques de dépistage, avec différents objectifs, caractéristiques, atouts et limites

Tests moléculaires/génomiques

La RT-PCR est la seule technique bien établie

La RT-PCR est une technique de diagnostic permettant de détecter du matériel génétique viral (ARN viral) dans un échantillon biologique après l'avoir amplifié pour permettre sa détection. Elle constitue la référence actuelle pour détecter la présence du virus dans les voies respiratoires, c'est-à-dire pour identifier les infections actives. Cette technique a **une sensibilité et une spécificité très bonnes, ce qui signifie qu'elle est très fiable** (voir Encadré 1). Cependant, des résultats positifs peuvent être difficiles à interpréter dans certaines situations (voir Encadré 2). Plus généralement, il existe **certaines limites concernant cette méthode, qui compliquent également son utilisation à grande échelle**. Premièrement, certains matériaux essentiels pour les tests (par exemple réactifs, écouvillons nasaux, milieux de transport, etc.) sont en quantité limitée. De plus, même si cette technique peut produire un résultat en quelques heures, la logistique du prélèvement des échantillons, du transport vers un laboratoire central, de l'analyse de l'échantillon et du retour des résultats entraîne un long délai entre le moment où

¹ Abréviation de « Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats » (« Courtes répétitions palindromiques groupées et régulièrement espacées »). Voir ci-dessous pour plus d'informations.

² Abréviation de « Loop-mediated Isothermal Amplification » (« Amplification isotherme médiée par boucle »). Voir ci-dessous pour plus d'informations.



l'échantillon est prélevé et celui où le résultat est disponible et communiqué. Cela peut faire du dépistage par RT-PCR un goulot d'étranglement dans les stratégies de PSTI, qui reposent sur l'identification et l'isolement le plus rapidement possible des personnes infectées. Enfin, le coût relativement élevé de la RT-PCR représente une contrainte pour certains pays (Carter et al., 2020^[1]). Par souci de simplicité, les techniques qui partagent les mêmes caractéristiques générales que la RT-PCR, en particulier la TMA (transcription-médiée amplification ou amplification médiée par transcription) et la RT-LAMP standard, ne sont pas examinées séparément. Les références à la RT-PCR ci-dessous portent sur ces trois techniques.

Encadré 1. Fiabilité des tests diagnostiques

La fiabilité des tests diagnostiques fait référence à leur **capacité à identifier avec précision les cas positifs et négatifs**. Ceci est décrit par deux paramètres :

1. **Sensibilité** : la probabilité que le test renvoie un résultat positif si la personne testée est réellement infectée.
2. **Spécificité** : la probabilité que le test renvoie un résultat négatif lorsque la personne testée ne porte réellement pas l'infection.

Une faible sensibilité de test produit **une proportion élevée de faux négatifs** parmi toutes les personnes infectées, tandis qu'une faible spécificité de test produit **une proportion élevée de faux positifs** parmi toutes les personnes qui ne sont pas infectées. Ceci implique que **la valeur prédictive d'un test diagnostique dépend également de la prévalence** de l'infection. C'est-à-dire que la proportion « de vrais positifs » parmi tous les résultats de test positifs et la proportion « de vrais négatifs » parmi tous les résultats de test négatifs dépend non seulement de la sensibilité et de la spécificité du test, mais également de la proportion de personnes qui sont véritablement infectées dans la population examinée. Ceci est également illustré pour les tests antigéniques rapides dans l'Encadré 3.

Encadré 2. Les tests RT-PCR actuels peuvent être « trop sensibles » et détecter des cas qui ne sont plus contagieux

Afin de détecter le matériel génétique viral, la RT-PCR doit amplifier le matériel génétique viral pour atteindre un certain seuil de détection. Le résultat de cette technique de test dans le cadre du dépistage du COVID-19 est binaire (positif ou négatif) et le nombre de cycles d'amplification est l'un des paramètres de la technique. Plus le nombre de cycles effectués sur un échantillon est élevé, plus les chances de détecter du matériel génétique viral (existant) sont élevées, même s'il est présent en quantités très limitées dans l'échantillon. En d'autres termes, si un échantillon a une quantité très limitée de matériel génétique (par exemple pour une personne en phase de convalescence de la maladie), la RT-PCR pourrait donner un résultat négatif avec 25 cycles, mais positif avec 35 (car l'effet des 10 cycles additionnels permettra à l'amplification d'atteindre le seuil de détection).

Ceci implique qu'un nombre élevé de cycles peut rendre positifs des résultats de tests même lorsque les échantillons sont prélevés sur des personnes qui ne sont **plus contagieuses** (car elles se rétablissent ou ont déjà récupéré mais présentent encore des restes de virus dans leur nez et leur gorge).



Tests moléculaires/génomiques en développement

Tests RT-LAMP au point d'accès

RT-LAMP est une technique similaire à celle des tests RT-PCR conventionnels, à l'exception du fait que l'amplification de l'acide nucléique se produit à une température constante³, des équipements coûteux tels que les thermocycleurs utilisés pour réguler la température des échantillons en RT-PCR ne sont donc pas nécessaires.

Jusqu'à récemment, les tests RT-LAMP étaient principalement effectués dans des laboratoires d'analyse et offraient une alternative à la RT-PCR avec des caractéristiques similaires, mais certains kits de test au point d'accès et près du point d'accès utilisant cette méthode ont récemment été homologués et commercialisés, dont plusieurs dans l'UE et aux États-Unis⁴. Ces tests rapportent des niveaux élevés de sensibilité et de spécificité par rapport à la RT-PCR (Thompson et Lei, 2020^[2] ; Dao Thi et al., 2020^[3]). Il reste à voir avec quelle rapidité l'utilisation des tests RT-LAMP au point d'accès peut être développée à plus grande échelle. Cependant, en fonction de son coût, cette technologie peut s'avérer être une option plus viable que les tests antigéniques pour être, par exemple, utilisée dans le contexte du dépistage avant les voyages.

Tests basés sur la technologie CRISPR

Les tests basés sur la technologie CRISPR fonctionnent en identifiant une séquence d'ARN du virus COVID-19 et en prélevant un ARN simple brin à proximité. Ces prélèvements libèrent une particule fluorescente introduite séparément dans la solution de test. Lorsque l'échantillon est ensuite exposé à un faisceau de lumière laser, les particules fluorescentes libérées s'éclairent, signalant la présence du matériel génétique viral. Les prototypes actuels reposant sur cette technique fournissent des résultats en 30 minutes, avec des niveaux de performance comparables à ceux de la RT-PCR, et pourraient également être réalisés au point d'accès.

En outre, cette technique présente un autre avantage clé : elle permet de mesurer la quantité de virus dans un échantillon. Cette caractéristique pourrait, par exemple, permettre d'estimer à quel point un patient est contagieux. En effet, les tests moléculaires amplifient le matériel génétique viral afin de le détecter. Ceci, par définition, modifie la quantité de matériel génétique présent, excluant de ce fait toute chance de mesurer avec précision la quantité de virus contenue à l'origine dans l'échantillon (Fozouni et al., 2020^[4] ; Ramachandran et al., 2020^[5]).

Tests antigéniques

Les tests antigéniques détectent une autre partie du virus SRAS-CoV-2, l'enveloppe de protéines qui entoure le génome d'ARN. Comme les tests moléculaires, les tests antigéniques sont destinés à détecter la présence du virus chez des individus symptomatiques ou asymptomatiques, et sont réalisés sur des échantillons prélevés sur les voies respiratoires. Les principaux avantages des tests antigéniques rapides⁵ par rapport à la RT-PCR comprennent leur **simplicité d'utilisation** : ils peuvent être effectués au point d'accès ; un simple écouvillon est mis en contact avec le réactif. Ils sont également **beaucoup moins chers**, de 15 USD à moins de 50 USD⁶. Mais leur principal avantage est la **rapidité du résultat** : la plupart de ces tests produisent une réponse en 15 à 30 minutes, tandis que les tests RT-PCR nécessitent, comme il est mentionné ci-dessus, plusieurs heures pour être exécutés, et encore plus de temps pour que les

³ Dans la RT-PCR conventionnelle, divers cycles de chauffage et de refroidissement de l'échantillon sont effectués.

⁴ [MolDxDb : données sur l'industrie mondiale du diagnostic moléculaire](#).

⁵ Il existe deux types de tests antigéniques : les tests antigéniques rapides utilisables au point d'accès et les dosages immunoenzymatiques (ELISA), qui sont réalisés sur des appareils automatisés dans les laboratoires de biologie.

⁶ Par comparaison, les coûts des tests RT-PCR varient considérablement mais sont généralement supérieurs à 50 USD.



résultats soient rendus disponibles, en raison de tout le travail pré et post-analytique. Par conséquent, les tests antigéniques rapides pourraient permettre d'augmenter le volume de tests et d'isoler plus rapidement les personnes positives, ce qui contribuerait à rompre plus tôt les chaînes de transmission.

Cependant, comparés aux tests RT-PCR, ces tests ont également des inconvénients : la plupart des tests antigéniques rapides atteignent une **bonne spécificité** par rapport aux tests RT-PCR, mais n'ont qu'une **sensibilité modérée** (voir Encadré 3), bien que ces chiffres puissent varier selon la manière dont la performance de ces tests est évaluée. Cette moindre sensibilité des tests antigéniques rapides doit être toutefois nuancée par la sur-sensibilité possible des tests RT-PCR en ce qui concerne la détection des personnes contagieuses dans certaines situations (voir Encadré 2). En pratique, certaines évaluations des tests antigéniques rapides font état d'une sensibilité proche de la RT-PCR pour des échantillons à niveaux élevés de concentration virale (voir, par exemple, Corman et al. (2020^[6]) et Public Health England et Université d'Oxford (2020^[7])). Ceci plaide pour l'idée que ces tests puissent permettre une détection fiable des cas les plus problématiques de transmission du virus.

Encadré 3. Performance des tests antigéniques rapides

En utilisant la RT-PCR comme référence, les analyses systématiques rapportent **une sensibilité réduite et très variable** et une **spécificité moyenne à élevée** sur l'ensemble des nombreux tests antigéniques rapides évalués (Cochrane COVID-19 Diagnostic Test Accuracy Group, 2020^[8] ; HAS, 2020^[9]). La Haute Autorité de santé française (HAS, 2020^[9]) a estimé que :

- **La sensibilité était d'environ 71 %** [CI 57-82] pour l'ensemble des tests, mais variait de 17 % [CI 9-27] à 97 % [CI 83-100]. La borne inférieure reste particulièrement problématique.
- **La spécificité était d'environ 99 %** [CI 97.3-99.4] et moins variable, allant de 86 % [CI 73-94] à 100 % [CI 99-100].

Les performances réelles de ces tests peuvent cependant être légèrement sous-estimées. Les mesures ci-dessus sont réalisées à partir de validations sur des échantillons congelés-décongelés, stockés dans divers milieux de transport viral, et analysés rétrospectivement, ce qui peut avoir altéré les performances des tests. Par ailleurs, la sensibilité et la spécificité des tests antigéniques rapides chez les personnes asymptomatiques n'ont pas encore été entièrement validées, mais ceci peut n'être qu'un problème secondaire, car la sensibilité et la spécificité de la RT-PCR (par rapport à laquelle les tests antigéniques sont évalués) ne dépendent pas du caractère symptomatique ou non d'une personne.

Si l'on suppose les mêmes performances que chez les patients symptomatiques, un dépistage à l'échelle de la population avec des tests antigéniques rapides seuls résulterait en une forte proportion de faux positifs malgré la forte spécificité de ces tests. En effet, la prévalence de la maladie dans la population générale est faible, ce qui signifie que la plupart des personnes testées sont en réalité négatives. Combinée à une sensibilité plus faible, entraînant une forte proportion de faux négatifs, la capacité de ces tests à identifier les vrais cas positifs est limitée. Comme illustré dans le Panel A du Tableau 1, dans une population hypothétique de 1 000 000 de personnes, dans laquelle 10 000 personnes (1 %) sont infectées, un test avec une sensibilité de 71 % et une spécificité de 99 % aboutirait à 17 000 tests positifs, dont 9 900 (58 %) seraient en pratique des faux positifs. Ainsi, un test positif ne correspondrait à une personne infectée que dans 42 % des cas (ce qui correspond à la valeur prédictive positive). La valeur prédictive positive d'un test présentant une sensibilité de 50 % et une spécificité de 99 % descendrait à 34 %. Ceci implique que, dans de telles circonstances, des résultats de test positifs devraient être confirmés par RT-PCR. La seule autre option pour compenser cette inexactitude serait d'utiliser ces tests antigéniques rapides de manière répétée pour surveiller le statut infectieux d'un groupe donné de population (voir la section suivante).



Dans le scénario d'une prévalence plus élevée (Tableau 1, Panel B), la valeur prédictive positive d'un test ayant une sensibilité modérée est beaucoup plus favorable. Par conséquent, le test atteint son potentiel le plus élevé lorsqu'il vient confirmer l'infection dans des scénarios où la probabilité qu'une personne soit infectée est élevée – par exemple lors du dépistage d'un patient symptomatique quand la RT-PCR n'est pas possible. Dans ce cas, un test antigénique rapide positif identifie presque certainement une infection active. Il n'est pas nécessaire de confirmer avec un test RT-PCR. Cela se fait bien entendu au prix d'une valeur prédictive négative plus faible, c'est-à-dire d'une proportion plus élevée de faux négatifs. Ainsi, à l'inverse, il n'est pas possible de conclure avec certitude qu'un patient symptomatique avec un résultat négatif n'est pas infecté. C'est encore plus problématique si le test n'est pas effectué à un stade précoce de l'infection : plus le temps passe, plus le risque d'un résultat négatif du test antigénique est élevé, même si la personne est encore infectée. C'est pourquoi, dans certains scénarios cliniques (comme un patient à risque), la RT-PCR devrait être effectuée pour confirmer un résultat de test antigénique négatif.

Tableau 1. Les valeurs prédictives des tests dépendent de la sensibilité et de la spécificité du test et de la prévalence de la maladie

Panel A : Hypothèse d'une faible prévalence de la maladie (1 % de la population est infectée)						
Population = 1 000 000 Prévalence = 1 %		Test A		Test B		
		Sensibilité = 71 % Spécificité = 99 %		Sensibilité = 50 % Spécificité = 99 %		
		Positif	Négatif	Positif	Négatif	
Infectés	10 000	7 100	2 900	5 000	5 000	
Non infectés	990 000	9 900	980 100	9 900	980 100	
Total	1 000 000	17 000	983 000	14 900	985 100	
Valeur prédictive		41.76%	99.70%	33.56%	99.49%	
Panel B : Hypothèse d'une prévalence élevée de la maladie (20 % de la population est infectée)						
Population = 1 000 000 Prévalence = 20 %		Test A		Test B		
		Sensibilité = 71 % Spécificité = 99 %		Sensibilité = 50 % Spécificité = 99 %		
		Positif	Négatif	Positif	Négatif	
Infectés	200 000	142 000	58 000	100 000	100 000	
Non infectés	800 000	8 000	792 000	8 000	792 000	
Total	1 000 000	150 000	850 000	108 000	892 000	
Valeur prédictive		94.67 %	93.18 %	92.59 %	88.79 %	

Tests sérologiques

Les tests sérologiques recherchent la présence d'anticorps spécifiques à la maladie dans les liquides biologiques d'une personne (généralement du sang). Ces tests déterminent si une personne a développé des anticorps contre un agent pathogène donné à la suite d'une exposition ou d'une infection. Ils se présentent sous de nombreuses formes : certains nécessitent des machines complexes installées en laboratoire (par exemple les tests ELISA), d'autres utilisent du matériel moins complexe et peuvent être utilisés au point d'accès (tests sérologiques rapides). Les tests sérologiques jouent un rôle important dans la surveillance épidémiologique et le développement de vaccins. **Cependant, ils ne sont pas adaptés au diagnostic de nouvelles infections chez les patients exposés ou symptomatiques et, par conséquent, n'ont aucun rôle dans la mise en œuvre des stratégies de PSTI.**



Tableau 2. Différents types de techniques de dépistage disponibles dans le contexte du COVID-19

	Tests moléculaires/génomiques			Tests antigéniques	Tests sérologiques (non pertinents pour les stratégies PSTI)	
Objectif du test :	Détection de la présence du virus dans l'organisme				Détection de la réponse immunitaire au virus	
Technique	RT-PCR	Tests RT-LAMP au point d'accès	Tests basés sur la technologie CRISPR	Tests antigéniques rapides	Tests ELISA	Dosages immunochromatographiques (tests sérologiques rapides)
Que recherche-t-il ?	Recherche la présence de matériel génétique viral (ARN) dans un échantillon prélevé sur le patient (généralement un écouvillon nasopharyngé)	Recherche la présence de matériel génétique viral (ARN) dans un échantillon prélevé sur le patient (généralement un écouvillon nasopharyngé)	Recherche la présence de matériel génétique viral (ARN) dans un échantillon prélevé sur le patient (généralement un écouvillon nasopharyngé)	Recherche la présence d'antigènes viraux dans un échantillon prélevé sur le patient (généralement un écouvillon nasopharyngé)	Recherche la présence d'une réponse immunitaire (anticorps) au virus dans les fluides du patient (généralement du sang)	
Que signifie un test positif ?	Le virus est présent chez le patient				Le patient a été exposé au virus et est en voie de guérison ou déjà guéri	
Pour quoi le test est-il utilisé ?	Pour savoir si un individu est actuellement atteint du SRAS-CoV-2 Pour savoir si le SRAS-CoV-2 circule dans un groupe ou une population donnée				Pour savoir si un patient a été exposé au SRAS-CoV-2 et pourrait donc être protégé contre de nouvelles infections (et potentiellement ne plus propager la maladie) ¹	
Avantages	- Sensibilité et spécificité élevées	- Performance proche de la RT-PCR - Peut être utilisé au point d'accès - Donne un résultat généralement en moins d'une heure	- Performance signalée proche de la RT-PCR - Peut être utilisé au point d'accès - Peut mesurer la charge virale - Donne un résultat en 15 à 30 minutes	- Simple à traiter - Bon marché - Donne un résultat en 15 à 30 minutes - Peut être utilisé au point d'accès - Bonne spécificité	- Plus fiable que les dosages immunochromatographiques - Fournit une information quantitative (concentration en anticorps)	- Nécessite moins de ressources que les tests ELISA - Peut être effectué au point d'accès - Rapide (15 à 30 minutes)
Inconvénients	- Nécessite beaucoup de main-d'œuvre - La majorité des tests doivent encore être traités en laboratoire - Long délai pour les résultats (au moins plusieurs heures) - Quantité limitée des matériaux utilisés pour le test	- Pas encore largement disponible au point d'accès - Prix encore incertain	- Pas encore disponible au point d'accès - Prix encore incertain	- Sensibilité inférieure à la RT-PCR	- Erreurs d'interprétation possibles si le test est effectué trop tôt dans le processus d'infection car les anticorps n'ont pas encore été produits - Faux positifs possibles (interaction avec d'autres maladies)	- Doit être effectué en laboratoire - Nécessite beaucoup de ressources (1 à 5 heures) - Fournit uniquement une information qualitative (présence ou non d'anticorps)

1. En supposant que l'infection au COVID-19 induit une réponse immunitaire satisfaisante.

Source : Mis à jour par les auteurs sur la base de OCDE (2020^[10]) « Testing for COVID-19: A way to lever confinement restrictions », <https://www.oecd.org/coronavirus/policy-responses/testing-for-COVID-19-a-way-to-lift-confinement-restrictions-89756248/>.



Quels tests employer dans quelles situations ?

En général, les atouts et les limites des diverses technologies de diagnostic évoquées ci-dessus signifient que **le choix de la technologie la plus appropriée** doit dépendre des **objectifs de la stratégie de dépistage**, et non l'inverse. Dans la pratique, il y a trois objectifs principaux du dépistage :

1. Le diagnostic précis des patients pour éclairer les **décisions de soins cliniques** ;
2. La confirmation ou l'infirmité des cas suspects, par exemple lorsqu'une personne présente des symptômes ou a été en contact avec un cas confirmé, afin d'**informer les stratégies PSTI** ; et,
3. **La surveillance des groupes de population spécifiques**, dans lesquels des infections sont susceptibles de se produire (par exemple les maisons de retraite médicalisées, entreprises, écoles et universités, zones géographiques où des clusters sont suspectés, etc.).

Aucune des techniques de dépistage actuellement disponibles ne convient dans les trois scénarios et les différentes implications en termes de coûts et d'exigences logistiques doivent être prises en compte pour décider quel test doit être utilisé, pour quoi et sur qui. Le Tableau 3 résume les tests qui doivent principalement être utilisés dans chacun des trois scénarios. **Les techniques de diagnostic peuvent également être combinées** pour atteindre les objectifs des stratégies de dépistage, et certains tests peuvent être répétés pour compenser leur moindre précision. Comme expliqué ci-dessous, les tests RT-PCR peuvent par exemple être utilisés pour confirmer les résultats incertains de tests antigéniques rapides, et la répétition des tests antigéniques rapides augmente la probabilité que leurs résultats soient exacts.

Bien que les tests au point d'accès RT-LAMP et basés sur la technologie CRISPR puissent à terme permettre de surmonter certaines limites des tests RT-PCR et antigéniques rapides, leur développement est toujours en cours et ils ne sont pas encore largement disponibles. De plus, les implications logistiques de l'utilisation de ces tests ne sont pas encore clairement établies.

Tableau 3. Utilisations les plus appropriées des techniques de dépistage actuelles

	RT-PCR (et tests moléculaires similaires)	Tests antigéniques rapides	Tests basés sur la technologie CRISPR ⁴	Tests RT-LAMP au point d'accès
Diagnostic précis des patients pour informer des décisions de prise en charge thérapeutique	√		(√)	(√)
PSTI (c.-à-d. confirmer ou infirmer les cas suspects, y compris symptomatiques, et les personnes contacts)	√	√ ²	(√)	(√)
Suivi de groupes de population spécifiques (maisons de retraite médicalisées, écoles et universités, etc.)	(√) ¹	√ ³	(√)	(√)

1. Utilisation possible mais limitée par les contraintes de coût et de capacité.

2. Dans les foyers épidémiques confirmés par RT-PCR, des tests antigéniques rapides peuvent être utilisés pour tester les contacts symptomatiques et asymptomatiques afin de faciliter la détection précoce d'autres, dans le cas où la RT-PCR ne serait pas une option. Pour les patients symptomatiques suspectés de COVID-19 ou les populations à risque, les résultats négatifs par test antigénique rapide doivent être confirmés par RT-PCR.

3. Dans de telles circonstances, les tests doivent être répétés régulièrement pour augmenter la précision (voir Encadré 4). Les résultats positifs devraient être confirmés par RT-PCR.

4. Ces tests sont encore en cours de développement et, bien que certains kits RT-LAMP au point d'accès soient déjà commercialisés, ils ne sont pas encore largement disponibles.



Diagnostiquer les patients pour éclairer la prise en charge thérapeutique

Les tests RT-PCR (et tests moléculaires similaires) restent la référence dans ce scénario en raison de leur sensibilité et spécificité plus élevées. À moyen terme, les tests RT-LAMP au point d'accès et les tests basés sur la technologie CRISPR pourraient compléter la RT-PCR car leurs performances en sont très proches. Dans le cadre clinique, l'objectif est de minimiser le risque d'erreur de diagnostic et de décision de prise en charge incorrecte, qui pourraient avoir de graves conséquences pour les patients. Ceci est particulièrement important en hiver, lorsque d'autres pathogènes respiratoires circulent. Le test le plus fiable sera donc toujours privilégié.

Utilisation dans les stratégies de Dépistage, Suivi, Traçage et Isolement par la confirmation des cas suspects et des cas contacts

Ce scénario comprend la confirmation ou la non-confirmation de l'infection chez les personnes qui présentent des symptômes dans le cadre ambulatoire (comme première étape diagnostique) et les personnes ayant été en contact avec un cas confirmé pour informer les stratégies de PSTI. **Les tests RT-PCR (et les tests moléculaires similaires) sont également appropriés à cet effet et restent, pour l'instant, la référence dans de tels scénarios.** Cependant, des contraintes de coût et de capacité peuvent limiter leur aptitude à confirmer les cas suspects, en particulier lorsque le nombre de ceux-ci est très élevé. **Les tests antigéniques rapides au point d'accès constituent ici une alternative possible si la RT-PCR ne peut pas être utilisée** (Centre européen de prévention et de contrôle des maladies, 2020^[11]).

L'intérêt des tests antigéniques rapides au point d'accès dans les stratégies de PSTI est due à leur **plus grande rapidité et à leur moindre coût, qui peuvent permettre de compenser leur plus faible sensibilité.** Les modèles qui ont tenté d'estimer l'impact potentiel des tests antigéniques rapides (HAS, 2020^[9]) suggèrent que :

- Leur sensibilité plus faible peut être compensée en effectuant un plus grand nombre de tests. Mais, **en se fondant sur l'hypothèse d'une sensibilité de 70 % (voir Encadré 3), le nombre de tests devrait dès lors augmenter d'au moins 50 %.**
- Leur sensibilité plus faible peut être compensée par l'obtention de résultats plus rapides. L'effet de ce gain de temps dépendra bien sûr du délai entre l'apparition des symptômes et le moment auquel la personne est testée (plus ce délai est court, plus l'impact sera élevé), mais **le fait d'obtenir un résultat instantanément (contre 2 jours après le test) peut réduire la possibilité de transmission d'environ 30 %.** Cela signifie que la principale utilité de ces tests pourrait concerner les patients symptomatiques, peu de temps après l'apparition de leurs symptômes, pour obtenir des résultats plus rapidement et permettre un isolement plus rapide.

En somme, **si les résultats des tests RT-PCR ne sont pas accessibles en moins de 24 à 48 heures ou si le nombre de personnes à tester dépasse les capacités de la RT-PCR, des tests antigéniques rapides au point d'accès peuvent représenter la deuxième meilleure option pour diagnostiquer rapidement des patients symptomatiques ou non dans un cadre ambulatoire.** Étant donné que la sensibilité des tests antigéniques rapides actuellement disponibles varie considérablement (voir Encadré 3), il restera important d'utiliser les tests antigéniques les plus performants.⁷

Surveillance de groupes de population spécifiques

La détection précoce des clusters dans certains groupes de population spécifiques sera essentielle lorsque les mesures de confinement et les limitations actuelles, notamment un deuxième confinement général de la population dans certains pays, commenceront à être levées. Cela pourra contribuer à empêcher une

⁷ Dans ses recommandations provisoires sur l'utilisation des tests antigéniques, l'OMS recommande une sensibilité minimale $\geq 80\%$ et une spécificité $\geq 97\%$ par rapport à la RT-PCR. Voir OMS (2020^[16]).



nouvelle série de mesures de confinement coûteuses en attendant qu'un vaccin soit disponible en quantité suffisante.

Pour la surveillance de groupes de population spécifiques tels que les maisons de retraite médicalisées, les universités, les écoles, les entreprises ou tout autre groupe de population dans lequel un nouveau foyer d'infection est suspecté de se produire, **les tests antigéniques rapides au point d'accès constituent l'outil le plus approprié mais peuvent nécessiter d'être répétés**. Ceci s'explique du fait qu'en premier lieu, de nouvelles infections peuvent survenir à tout moment, conduisant à l'émergence aléatoire de nouveaux clusters, de sorte que des tests doivent être effectués régulièrement afin d'augmenter les chances de détection. Ensuite, la répétition régulière des tests améliore leur précision (voir Encadré 4).

Encadré 4. De l'intérêt de répéter les tests

Lors de l'utilisation d'un test imparfait, c'est-à-dire ayant une spécificité ou une sensibilité <100 %, la répétition du test peut augmenter la fiabilité de ses résultats. Cela est vrai tant au niveau individuel qu'au niveau de la population.

Au niveau populationnel

Il est impossible de prédire quand un événement d'intérêt, c'est-à-dire une nouvelle infection ou l'émergence d'un nouveau foyer, se produira dans un groupe de population donné. Par conséquent, d'un point de vue purement probabiliste, des tests répétés augmentent les chances de détecter le virus au moment où de nouvelles infections se produisent ou viennent de se produire.

Effet des tests répétés au niveau individuel

Dans la mesure où il existe des erreurs aléatoires dans les résultats de tests, la répétition d'un test pour la même personne peut aider à réduire statistiquement le taux d'erreur. Les erreurs liées à la capacité technique du test à détecter avec précision le virus dans un échantillon demeureront, mais la « précision », liée aux erreurs aléatoires, sera augmentée. Par exemple, lorsqu'une personne infectée est dépistée à l'aide d'un test ayant une sensibilité de 71 % (voir Encadré 3), la probabilité que le test renvoie un résultat faux négatif est de 29 %. Étant donné que le premier résultat est négatif, la probabilité que le même test renvoie un résultat faux négatif lorsqu'il est effectué une deuxième fois n'est que de 8.4 % ($= 0.29 \times 0.29$), si cette erreur est aléatoire. Un troisième test consécutif réduirait la probabilité à 2.4 % ($= 0.29 \times 0.29 \times 0.29$). Dans ce contexte, « aléatoire » implique que la probabilité de 29 % d'un faux négatif est indépendante sur les tests consécutifs, c'est-à-dire qu'il n'y a pas de caractéristique sous-jacente du test ou de l'échantillon testé qui rendrait le résultat vrai ou faux à chaque fois.

Cependant, il est important de garder à l'esprit que les résultats positifs obtenus dans de telles circonstances pourraient encore devoir être confirmés par RT-PCR. Chaque fois que la prévalence est faible, un nombre élevé de faux positifs peut représenter un problème non négligeable (voir Encadré 3).

Dans certains cas, la **surveillance des eaux usées** peut être utilisée pour la surveillance de grands groupes de population à un endroit particulier. Il est maintenant établi que la présence du virus est décelable dans les selles des personnes infectées par le COVID-19 avant même que les symptômes ne se manifestent. La surveillance des eaux usées dans les maisons de retraite, les entreprises, les campus, certains quartiers, etc. permettrait de détecter l'apparition et les fluctuations du COVID-19 au fil du temps, offrant éventuellement des données exploitables pour conduire une « réouverture » ou mener un dépistage plus intensif.



Dépistage pour la sécurité des voyages aériens

Les tests antigéniques rapides sont de plus en plus utilisés en relation avec le **transport aérien, pour garantir que seules les personnes ayant été testées négatives puissent voyager, et pour supprimer ou assouplir les exigences de quarantaine à l'arrivée**. Il convient toutefois de noter que les voyages en avion peuvent augmenter l'exposition au virus car les mesures de distanciation physique peuvent être difficiles à respecter. Prendre un vol nécessite de passer du temps dans les zones très fréquentées des aéroports, telles que les files de sécurité et d'embarquement, et dans l'espace clos d'un avion, à proximité d'autres passagers pendant plusieurs heures, en particulier lors des vols long-courriers. Cela peut également impliquer des déplacements vers et depuis les aéroports par les transports en commun. Bien que le dépistage puisse contribuer à réduire le risque, il ne peut pas l'éliminer. Les tests doivent donc être associés à d'autres mesures de précaution avant, pendant et après le voyage, afin de réduire la probabilité que les voyageurs propagent le virus. Cela signifie également que **la logistique d'une stratégie de dépistage fiable pour le transport aérien peut être complexe**.

Jusqu'à présent, la plupart des compagnies aériennes demandent aux passagers de présenter un test RT-PCR négatif effectué moins de 48 heures avant le vol. Les pays ont également établi des exigences de dépistage et d'isolement pour les passagers entrant sur leur territoire, notamment l'auto-isolement ou la quarantaine forcée pendant une période de temps spécifiée à l'arrivée. **Quel que soit le type de dispositif de dépistage qui pourrait être conçu pour améliorer la sécurité des voyages, une période d'isolement strict à l'arrivée dans les pays de destination pourrait rester nécessaire pour limiter la propagation du virus, en particulier dans les pays ou régions qui ont réussi à atteindre des niveaux très bas de transmission**, comme l'illustre l'expérience de l'Islande. Lorsque le pays a rouvert ses frontières le 15 juin 2020, les autorités ont exempté les voyageurs ayant été testés négatifs à l'arrivée d'une quarantaine de deux semaines. Cependant, les cas ont commencé à augmenter moins d'un mois plus tard. Trois mois plus tard, les autorités ont révisé leur politique et exigent désormais deux tests – l'un à l'arrivée, et l'autre cinq jours plus tard, avec une quarantaine obligatoire entre les deux.

Si le passage aux tests antigéniques rapides semble attrayant, en particulier à cause du délai raccourci entre le test et la disponibilité du résultat, **les stratégies de dépistage doivent rester prudentes**. Comme il a été mentionné, cette plus grande rapidité pourrait ne pas supprimer l'importance des quelques jours d'auto-isolement lors de l'arrivée dans le pays de destination. En outre, une stratégie de dépistage fiable, contribuant à améliorer la sécurité des déplacements **nécessiterait de réaliser plusieurs tests répétés quelques jours avant le voyage**, avec une RT-PCR de confirmation pour les résultats positifs. Une telle stratégie exigerait également que tous les passagers acceptent de se faire dépister, qu'ils attendent leurs résultats avant de voyager et qu'ils s'abstiennent de voyager et s'isolent si les résultats s'avèrent positifs. Pour les personnes qui voyagent, **un autre test est nécessaire quelques jours après leur arrivée** pour s'assurer qu'elles n'ont pas contracté le virus pendant leur transit. Les Centers for Disease Control and Prevention (CDC) des États-Unis ont publié des directives détaillées de dépistage dans le contexte du transport aérien en novembre 2020 (CDC, 2020_[12]). Le Centre européen de prévention et de contrôle des maladies considère que les tests antigéniques rapides ne sont pas adaptés au dépistage des voyageurs entrants pour prévenir l'introduction ou la réintroduction du virus dans les régions/pays qui ont atteint des niveaux de transmission nuls ou très faibles. Dans ces situations, seule la RT-PCR doit être utilisée pour réduire le risque de faux négatifs (Centre européen de prévention et de contrôle des maladies, 2020_[11]).

Les tests à l'échelle de la population ont-ils un rôle à jouer ?

Des campagnes de dépistage massives dans la population générale peuvent apparaître comme une stratégie attrayante pour orienter les mesures de confinement, mais les **défis associés ne doivent pas être sous-estimés et leur efficacité reste à démontrer**.

Premièrement, tester des millions de personnes chaque semaine, avec tout le travail pré et post analytique, représente une tâche complexe et exigeante en termes de main-d'œuvre. Deuxièmement, en termes de



capacité et de coût, **les tests antigéniques rapides sont la seule option viable** à ce stade pour le dépistage à une échelle massive de millions de personnes. Cependant, leurs performances actuellement plus faibles décrites ci-dessus **posent des difficultés**. Même si les performances des tests antigéniques rapides s'améliorent avec le temps, la question de la faible prévalence dans la population générale et donc du nombre élevé de faux positifs restera un problème (voir Encadré 3). En d'autres termes, une proportion considérable (vraisemblablement plus de la moitié) de tous les tests « positifs » seront en réalité de faux positifs. Cela risque de compromettre l'acceptation du test – surtout si, comme cela serait nécessaire pour que la stratégie soit efficace, les personnes ayant été testées positives sont censées s'isoler. À grande échelle, cela paraît difficile à gérer. Cela signifierait que de nombreuses personnes seraient confrontées à des restrictions dans leur vie quotidienne, y compris dans leur capacité à travailler, même si elles ne sont pas porteuses du virus. Les décideurs doivent se demander si l'acceptabilité d'un tel scénario par la population serait suffisant pour que la stratégie soit viable. Le dépistage de masse n'est efficace que si les personnes acceptent de se faire tester et que celles qui sont identifiées comme positives s'isolent rapidement, or elles peuvent s'opposer à le faire, surtout si elles doutent de la validité des résultats des tests.

Certains pays expérimentent déjà un dépistage à l'échelle de la population (voir Encadré 5), mais ces initiatives ont jusqu'à présent donné des résultats incertains et se sont révélées complexes et coûteuses à mettre en place. D'un point de vue technologique, le séquençage de nouvelle génération (NGS : Next Generation Sequencing) pourrait potentiellement constituer une solution appropriée à l'avenir, mais cette technologie est encore en développement. Le NGS présente un degré élevé de sensibilité et de spécificité en termes de dépistage, avec la possibilité de fournir des débits extrêmement élevés. Certaines sociétés et laboratoires développent une capacité de dépistage du COVID-19 par NGS pouvant aller jusqu'à 10 000 échantillons à la fois et permettant d'obtenir des résultats en 24 à 48 heures (National Academies of Sciences, Engineering and Medicine, 2020^[13]).

Encadré 5. Dépistage à l'échelle de la population à Liverpool (Royaume-Uni) et en République slovaque

L'administration municipale de Liverpool au Royaume-Uni et le gouvernement national de la République slovaque ont récemment lancé des campagnes de dépistage à l'échelle de la population.

Liverpool

À la suite d'une augmentation de l'incidence du COVID-19, la municipalité de Liverpool a lancé une initiative pilote de dépistage le 6 novembre 2020 pour tester l'ensemble de la population de la ville, soit environ 500 000 personnes. L'objectif est d'évaluer si le dépistage à l'échelle de la population asymptomatique peut aider à identifier plus de cas et à mieux briser les chaînes de transmission que le dépistage opportuniste. La participation est volontaire et chaque participant reçoit deux tests, un RT-PCR et un test antigénique « à flux latéral » qui peut donner un résultat en une heure. Des tests RT-LAMP sont utilisés pour le personnel hospitalier. Par rapport à la RT-PCR, on a estimé que le test à flux latéral utilisé avait une sensibilité de 76.8 % et une spécificité de 99.68 % (Public Health England et University of Oxford, 2020^[7]). Cependant, il a également été constaté que ce test permettait de détecter avec précision 95 % des personnes ayant une charge virale élevée, potentiellement plus contagieuses que les autres, et que sa capacité à détecter les antigènes viraux chez les personnes symptomatiques et asymptomatiques était comparable (ibid.). Les personnes peuvent être testées deux fois en deux semaines. Toutes les personnes ayant obtenu un résultat positif à l'un ou l'autre des deux tests sont engagées à s'auto-isoler et sont enregistrées afin que leurs contacts soient recherchés.

Au 17 novembre, cette initiative pilote n'était pas encore terminée, et environ 20 % de la population avait été testée durant les 10 premiers jours. Cet essai se révèle être un formidable défi logistique,



impliquant 2 000 membres des forces armées en plus du personnel sanitaire et social local. Il a également été critiqué pour être trop coûteux pour une stratégie n'ayant pas encore fait ses preuves, et des questions se sont élevées quant au fait que son caractère volontaire pourrait impliquer que les personnes les plus à risque soient les moins susceptibles de se présenter au dépistage (Gill et Gray, 2020^[14]). Le respect de l'auto-isolément a déjà été signalé comme faible au Royaume-Uni, ce qui soulève des inquiétudes quant à savoir si les personnes asymptomatiques testées positives dans le projet pilote obtempéreraient afin de rendre l'initiative efficace dans la réduction des transmissions.

République slovaque

Le gouvernement de la République slovaque a lancé une initiative en octobre 2020 pour effectuer des tests antigéniques rapides sur l'ensemble de la population du pays âgée de 10 à 65 ans, soit environ 4 millions de personnes. La participation n'était pas obligatoire en tant que telle. Cependant, ceux qui n'ont pas participé ont dû s'auto-isoler chez eux pendant 10 jours, et les personnes ne pouvant pas produire un certificat de test négatif si elles étaient arrêtées par la police pouvaient recevoir une amende. Les personnes testées positives étaient également tenues de s'auto-isoler chez elles ou de se rendre dans une installation publique de quarantaine pendant 10 jours.

Lors du premier week-end de dépistage, les 31 octobre et 1er novembre, environ 3.6 millions de personnes ont été testées, dont environ 1.06 % se sont révélées positives. Environ 2 millions de personnes ont de nouveau été testées le week-end des 7 et 8 novembre, dont 0.6 % étaient positives.

L'incidence signalée des nouveaux cas de COVID-19 a considérablement diminué entre le début et le milieu du mois de novembre 2020. Cependant, bien que cela soit prometteur, des mesures de distanciation physique restrictives sont en place depuis début octobre, il n'est donc pas possible d'attribuer cette diminution de l'incidence au programme de dépistage. L'initiative a été critiquée, principalement pour avoir exposé des personnes à l'infection sur des sites de dépistage bondés et pour utiliser trop de ressources, tout en présentant des avantages incertains (Holt, 2020^[15]).



Références

- Carter, L. et al. (2020), « Assay Techniques and Test Development for COVID-19 Diagnosis », *ACS Central Science*, vol. 6/5, pp. 591-605, <http://dx.doi.org/10.1021/acscentsci.0c00501>. [1]
- CDC (2020), *Testing and International Air Travel*, <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/travelers/testing-air-travel.html>. [12]
- Centre européen de prévention et de contrôle des maladies (2020), *Options for the use of rapid antigen tests for COVID-19 in the EU/EEA and the UK*, https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/Options-use-of-rapid-antigen-tests-for-COVID-19_0.pdf. [11]
- Cochrane COVID-19 Diagnostic Test Accuracy Group (2020), « Rapid, point-of-care antigen and molecular-based tests for diagnosis of SARS-CoV-2 infection », *Cochrane Database of Systematic Reviews*, <http://dx.doi.org/10.1002/14651858.cd013705>. [8]
- Corman, V. et al. (2020), « Comparison of seven commercial SARS-CoV-2 rapid Point-of-Care Antigen tests », *medRxiv*, <http://dx.doi.org/10.1101/2020.11.12.20230292>. [6]
- Dao Thi, V. et al. (2020), « A colorimetric RT-LAMP assay and LAMP-sequencing for detecting SARS-CoV-2 RNA in clinical samples », *Science Translational Medicine*, vol. 12/556, p. eabc7075, <http://dx.doi.org/10.1126/scitranslmed.abc7075>. [3]
- Fozouni, P. et al. (2020), *Direct detection of SARS-CoV-2 using CRISPR-Cas13a and a mobile phone*, Cold Spring Harbor Laboratory, <http://dx.doi.org/10.1101/2020.09.28.20201947>. [4]
- Gill, M. et M. Gray (2020), « Mass testing for covid-19 in the UK », *BMJ*, p. m4436, <http://dx.doi.org/10.1136/bmj.m4436>. [14]
- HAS (2020), *Revue rapide sur les tests de détection antigénique du virus SARS-CoV-2*, Haute Autorité de Santé, Paris, https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2020-10/synthese_tests_antigeniques_vd.pdf (consulté le 10 novembre 2020). [9]
- Holt, D. (2020), « Slovakia to test all adults for SARS-CoV-2 », *The Lancet*, vol. 396/10260, pp. 1386-1387, [http://dx.doi.org/10.1016/s0140-6736\(20\)32261-3](http://dx.doi.org/10.1016/s0140-6736(20)32261-3). [15]
- National Academies of Sciences, Engineering and Medicine (2020), *Rapid Expert Consultation on Critical Issues in Diagnostic Testing for the COVID-19 Pandemic*, <https://doi.org/10.17226/25984>. [13]
- OCDE (2020), « Testing for COVID-19: A way to lift confinement restrictions », *Les réponses de l'OCDE face au coronavirus (COVID-19)*, Éditions OCDE, Paris, <https://www.oecd.org/coronavirus/policy-responses/testing-for-covid-19-a-way-to-lift-confinement-restrictions-89756248/>. [10]
- OMS (2020), *Détection des antigènes à l'aide de tests immunologiques rapides pour le diagnostic de l'infection à SARS-CoV-2*, https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/334409/WHO-2019-nCoV-Antigen_Detection-2020.1-fre.pdf. [16]



- Public Health England et University of Oxford (2020), *Rapid evaluation of Lateral Flow Viral Antigen detection devices (LFDs) for mass community testing*, University of Oxford, Oxford, Angleterre, https://www.ox.ac.uk/sites/files/oxford/media_wysiwyg/UK_evaluation_PHE_Porton_Down_University_of_Oxford_final.pdf (consulté le 10 novembre 2020). [7]
- Ramachandran, A. et al. (2020), « Electric field-driven microfluidics for rapid CRISPR-based diagnostics and its application to detection of SARS-CoV-2 », *Proceedings of the National Academy of Sciences*, pp. 29518-29525, <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.2010254117>. [5]
- Thompson, D. et Y. Lei (2020), « Mini review: Recent progress in RT-LAMP enabled COVID-19 detection », *Sensors and Actuators Reports*, vol. 2/1, p. 100017, <http://dx.doi.org/10.1016/j.snr.2020.100017>. [2]

Contact

Stefano SCARPETTA (✉ stefano.scarpetta@oecd.org)

Mark PEARSON (✉ mark.pearson@oecd.org)

Francesca COLOMBO (✉ francesca.colombo@oecd.org)

Frederico GUANAIS (✉ frederico.guanais@oecd.org)

Guillaume DEDET (✉ guillaume.dedet@oecd.org)

Ruth LOPERT (✉ ruth.lopert@oecd.org)

Martin WENZL (✉ martin.wenzl@oecd.org)

Ce document est publié sous la responsabilité du Secrétaire général de l'OCDE. Les opinions qui y sont exprimées et les arguments qui y sont employés ne reflètent pas nécessairement les vues officielles des pays membres de l'OCDE.

Ce document, ainsi que les données et cartes qu'il peut comprendre, sont sans préjudice du statut de tout territoire, de la souveraineté s'exerçant sur ce dernier, du tracé des frontières et limites internationales, et du nom de tout territoire, ville ou région. JT03450931 C(2017)92/REV9 |

L'utilisation de cet ouvrage, sous forme numérique ou imprimée, est régie par les Conditions d'utilisation définies sur <http://www.oecd.org/fr/conditionsdutilisation/>.

