
Analyse de risque sur les variants émergents du SARS-CoV-2 réalisée conjointement par Santé publique France et le CNR Virus des infections respiratoires

Mise à jour du 07/09/2022

Santé publique France et le Centre National de Référence Virus des infections respiratoires réalisent conjointement et de façon régulière, une analyse de risque sur les différents variants du SARS-CoV-2 identifiés en France et à l'international, sur la base des informations disponibles sur leur diffusion.

Les sources utilisées pour cette analyse de risque sont les suivantes : données du [consortium EMERGEN](#) dont les enquêtes Flash (cf. [Dashboard InfoCovidFrance](#)), résultats des RT-PCR de criblage, base de données virologiques internationale « *Global Initiative on Sharing Avian Influenza Data* » ([GISAID](#)). Pour plus d'informations sur la définition des catégories de variants, se référer à l'[analyse de risque du 28/07/2021](#).

La prochaine mise à jour de l'analyse de risque est prévue dans quatre semaines, sauf si la situation nécessite une publication plus précoce.

Table des matières

1.	Point-clés de l'analyse de risque en date du 07/09/2022.....	2
2.	Connaissances disponibles sur le VOC Omicron	3
2.1.	Situation épidémiologique internationale.....	3
2.2.	Caractéristiques du VOC Omicron	3
2.3.	Circulation des sous-lignages du VOC Omicron	3
2.4.	Nouvelles données sur les sous-lignages d'Omicron	5
3.	Evolution de la détection des mutations d'intérêt ciblées par le criblage en France	6
4.	Evolution de la détection des VOC, VOI et VUM en France dans le cadre de la surveillance génomique	7
4.1.	En France métropolitaine	7
4.2.	Dans les DROM.....	9
5.	Conclusion au 07/09/2022	9
	Références.....	10

1. Point-clés de l'analyse de risque en date du 07/09/2022

Cette analyse de risque présente les dernières données disponibles quant à la circulation et aux caractéristiques des variants du SARS-CoV-2, en France et à l'internationale. Elle se focalise sur les sous-lignages d'Omicron, en particulier BA.5. Des points sur BA.4, BA.4.6 et BA.2.75 ont aussi été inclus.

Classement des variants (Tableau 1) :

- Aucun changement n'a été apporté au classement des variants depuis la dernière analyse de risque : 2 variants sont classés comme VOC circulants, 3 comme VOC non-circulants et 1 comme VUM.

Surveillance par criblage des mutations d'intérêt :

- La proportion de prélèvements en France ayant un résultat de criblage compatible avec Omicron en semaine 35 (29/08-04/09/2022) était de plus de 99% pour le proxy D1.
- La fréquence de détection des mutations en position L452 (portées entre autres par BA.4 et BA.5), avec le proxy C1, s'est stabilisée à des niveaux élevés. En semaine 35, elles étaient détectées dans 91% des prélèvements criblés pour ces mutations.

Surveillance génomique et impact en santé publique des variants classés

- Les données de séquençage confirment la circulation exclusive du VOC Omicron (B.1.1.529, BA.*) dans toutes les régions de France métropolitaine et en Outre-mer. En France métropolitaine, il représentait 100% des séquences interprétables de l'enquête Flash du 16/08/2022.
- Au sein du variant Omicron, le sous-lignage BA.5 est aujourd'hui majoritaire : il représentait (tous sous-lignages inclus) 95% des séquences interprétables de l'enquête Flash du 16/08/2022.
- BA.5 est aussi majoritaire à l'échelle internationale, illustrant sa compétitivité plus élevée par rapport à BA.2. Les analyses épidémiologiques réalisées jusqu'ici n'ont pas permis d'identifier de différences majeures entre BA.5 et BA.2 en terme d'échappement immunitaire et de sévérité.
- Le sous-lignage d'Omicron BA.4 continue à circuler dans le monde et en France, mais à des niveaux plus faibles que BA.5. En France métropolitaine, il représentait (avec tous ses sous-lignages) 4% des séquences interprétables de l'enquête Flash du 16/08/2022. Son sous-lignage BA.4.6, suivi aux Etats-Unis, est détecté à des niveaux stables (2% pour l'enquête Flash du 16/08/2022).
- Le sous-lignage d'Omicron BA.2.75 continue de circuler principalement en Inde où il est aujourd'hui majoritaire. Aucun signal préoccupant ne lui a encore été associé. En France, la détection de BA.2.75 au cours des enquêtes Flash reste faible, avec un maximum de 0,3% au cours de l'enquête Flash S33-2022 (enquête non consolidée dont les résultats peuvent encore évoluer).

Tableau 1 : Classement des variants au 07/09/2022 et détection en France métropolitaine dans les enquêtes Flash

Variants préoccupants (VOC)		Variants à suivre (VOI)	Variants en cours d'évaluation (VUM)
Circulant	Non-circulant		
<p>Delta 21A/I/J (B.1.617.2/AY.*)</p> <p>Non détecté depuis Flash S29-2022 (18/07/2022)</p>	<p>Alpha 20I (B.1.1.7/Q.*)</p> <p>Non détecté depuis Flash S47 (22/11/2021)</p>		<p>recombinant AY.4/BA.1 (XD)</p> <p>Non détecté depuis Flash S20-2022 (16/05/2022)</p>
<p>Omicron 21K-M/22A-D (B.1.1.529/BA.*)</p> <p>100% des séquences (Flash S33-2022)</p>	<p>Beta 20H (B.1.351*)</p> <p>Non détecté depuis Flash #20 (17/08/2021)</p>		
	<p>Gamma 20J (P.1*)</p> <p>Non détecté depuis Flash #24 (14/09/2021)</p>		

Mise à jour de l'analyse de risque au 07/09/2022. Les données indiquées concernent la France métropolitaine. * indique l'inclusion de tous les sous-lignages connus à ce stade. Enquête Flash S33-2022 réalisée le 16/08/2022 : données sur 1 633 séquences interprétables.

2. Connaissances disponibles sur le VOC Omicron

2.1. Situation épidémiologique internationale

La situation mondiale est aujourd'hui caractérisée par la **dominance du VOC Omicron à l'échelle globale**, la majorité des pays rapportant une circulation quasi exclusive d'Omicron (1). Ce variant représentait plus de 99% (116 669 / 117 763) des séquences déposées sur la base de données internationale GISAID entre le 06/08 et le 05/09/2022, comme pour la période du 06/07 au 05/08/2022 (461 927 / 465 858, données au 05/09/2022). Ces données doivent cependant être interprétées à la lumière des différences entre les systèmes de surveillance, en particulier des capacités de séquençage, des différentes stratégies de séquençage (représentatif et/ou ciblé), des délais de soumission et des biais de sélection des échantillons.

2.2. Caractéristiques du VOC Omicron

Les trois caractéristiques majeures d'Omicron sont sa transmissibilité élevée, son échappement immunitaire et sa moindre sévérité (liée en partie à une efficacité vaccinale conservée contre les formes sévères). Des informations plus détaillées sur les caractéristiques d'Omicron peuvent être retrouvées dans **les précédentes analyses de risque** et, en anglais, dans les rapports épidémiologiques de l'OMS (1).

2.3. Circulation des sous-lignages du VOC Omicron

Au 08/08/2022, le sous-lignage **BA.5 est le plus détecté à l'échelle mondiale avec 83%** (97 283 / 117 763) des séquences déposées sur GISAID entre le 06/08 et le 05/09/2022, contre 79% (365 879 / 465 858) entre le 06/07 et le 05/08/2022 (données cov-spectrum.org à partir de la base GISAID au 05/09/2022). Suite à la circulation importante de BA.5, une diversification génétique a conduit à la définition de sous-lignages nommés

BA.5.* , BE.* , BF.* et BK.* ^[1]. A ce jour, aucun sous-lignage de BA.5 ne semble présenter des caractéristiques particulières. Le sous-lignage d'Omicron BA.4 continue à circuler, à des niveaux variables selon les pays mais plus faibles que BA.5. Il représentait (tous ses sous-lignages inclus) 7% (8 482 / 117 763) des séquences déposées sur la base de données GISAID entre le 06/08 et le 05/09/2022, contre 10% (46 334 / 465 858) entre le 06/07 et le 05/08/2022. Parmi les sous-lignages de BA.4, BA.4.6 fait l'objet d'un suivi particulier par le CDC car il circule de manière importante dans certains états des Etats-Unis (2). Si la part de BA.4.6 parmi les BA.4 augmente dans ce pays, il ne semble pas s'imposer face à BA.5. Au niveau mondial, BA.4.6 représentait 3% (3 874 / 117 763) des séquences déposées sur GISAID entre le 06/08 et le 05/09/2022, contre 2% (9 075 / 465 858) entre le 06/07 et le 05/08/2022.

Le sous-lignage Omicron BA.2.75 fait l'objet d'un suivi particulier par la communauté internationale sur la base de son profil de mutations. Au 08/08/2022, 4 649 séquences de BA.2.75 sont disponibles sur la base de données GISAID. Ces séquences proviennent majoritairement d'Inde (3 061), où ce sous-lignage est aujourd'hui majoritaire (Figure 1). La situation épidémiologique en Inde semble s'améliorer, avec une diminution de l'incidence et un nombre de décès qui reste faible. Une des conséquences de la circulation de BA.2.75 en Inde est la définition de sous-lignages (BA.2.75.1 à BA.2.75.5, BL.1, BM.1 et BN.1) (3). La circulation de BA.2.75 semble en augmentation dans d'autres pays d'Asie, en particulier Singapour et le Japon. En Europe et dans le reste du monde, BA.2.75 est toujours détecté à des niveaux faibles. Cette situation contrastée entre les différents pays pose la question de la compétitivité de BA.2.75 par rapport à BA.5, mais peut aussi refléter les différences entre les populations au moment de l'introduction de BA.2.75 (couverture vaccinale, immunité induite par les précédents variants, situation épidémiologique, ...).

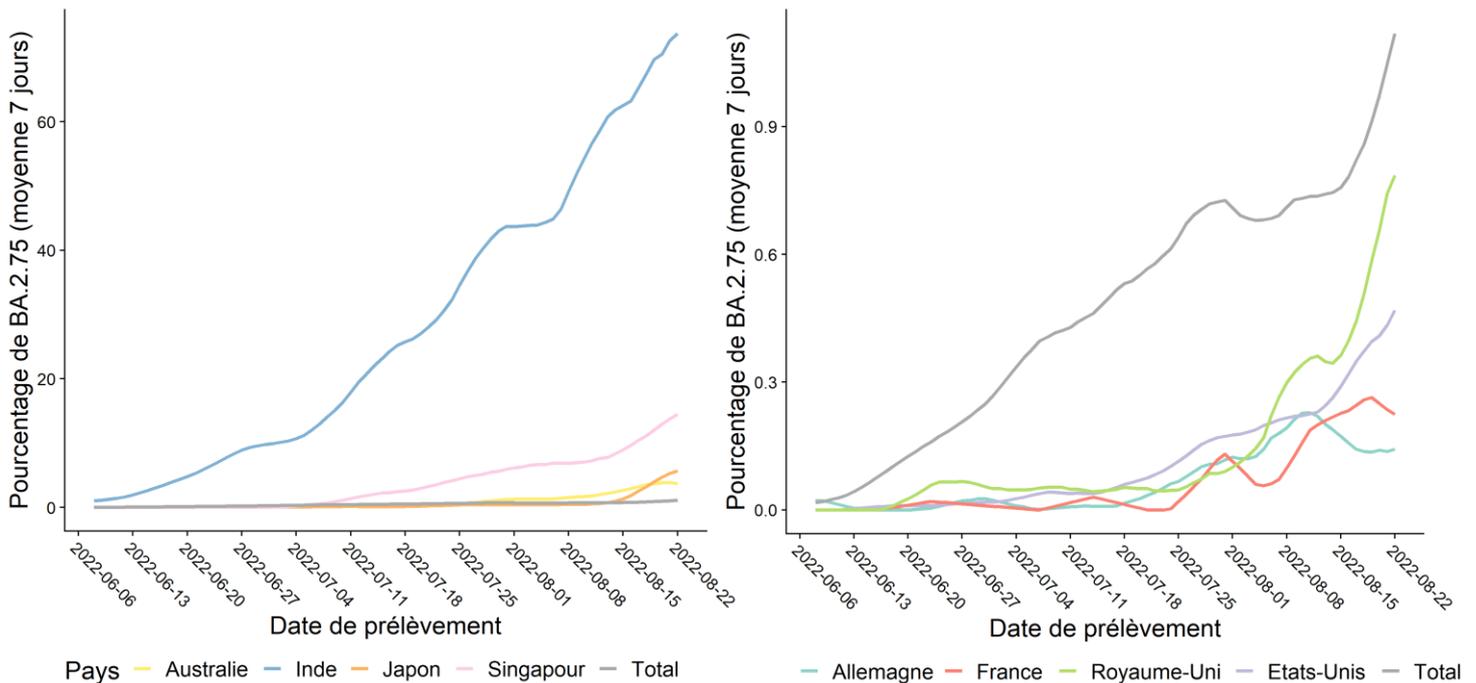


Figure 1 : Pourcentage de séquences BA.2.75 parmi les séquences interprétables, par pays et par date de prélèvement (source : cov-spectrum.org au 05/05/2022, d'après les données GISAID). Les pays ont été séparés en deux graphes avec des échelles différentes pour faciliter la visualisation. Seules les séquences ayant une date de prélèvement jusqu'au 22/08/2022 sont présentées, les dates postérieures ayant des effectifs trop faibles pour que les estimations soient fiables.

¹ **ERRATUM** : les précédentes analyses de risque indiquaient que les sous-lignages BG.* étaient des sous-lignages de BA.5, alors qu'il s'agit de sous-lignages de BA.2.12.1. Les sous-lignages BG.* n'ayant été que très faiblement détectés, les données et conclusions des précédentes analyses de risque en termes de circulation des sous-lignages d'Omicron restent valides.

2.4. Nouvelles données sur les sous-lignages d'Omicron

BA.4 et BA.5

Les données *in vitro* présentées dans les dernières analyses de risque indiquaient des différences entre BA.4/BA.5 et les autres sous-lignages d'Omicron en terme de séroneutralisation, avec une diminution de l'efficacité de neutralisation de BA.4 et BA.5 par les anticorps post-vaccinaux. Les données en vie réelle étaient plus contrastées, certaines études suggérant une différence d'efficacité vaccinale (EV) contre l'infection par BA.2 et BA.5 et d'autres n'ayant montré aucune différence entre les deux sous-lignages. Une nouvelle étude du Royaume-Uni s'est intéressée à l'EV contre les hospitalisations et n'a pas identifié de réduction de l'EV contre BA.5 par rapport à BA.2 (4). D'après les données portugaises, une précédente infection par BA.1 ou BA.2 confère une protection importante contre l'infection mais qui diminue avec le temps (5).

En terme de sévérité, aucun signal préoccupant n'a été associé à BA.4 et BA.5. En Afrique du Sud, une étude comparant les taux de létalité lors des différentes vagues a montré un taux de létalité de 7,1% sur la période de circulation de BA.4/BA.5, contre 10,9% lors de la circulation de BA.1/BA.2 (6). Ces résultats sont en faveur d'une sévérité encore diminuée pour BA.4 et BA.5, mais qui n'est pas forcément liée à des facteurs intrinsèques. En effet, les comparaisons entre les différentes vagues doivent être interprétées avec prudence car le profil des cas varie selon les périodes considérées. L'efficacité des anticorps monoclonaux est similaire entre BA.4 et BA.5, avec des pertes/gains d'efficacité par rapport à BA.2 pour certains anticorps/combinaisons. Chez des patients français traités par l'Evusheld, la séroneutralisation était réduite pour BA.2 par rapport à Delta et, de manière moins claire, semblait plus faible pour BA.5 par rapport à BA.2 (7). Les niveaux de neutralisation diminuaient au cours du temps, à un rythme plus rapide pour BA.5.

BA.2.75

En Inde, BA.2.75 n'a pas été associé à des signaux épidémiologiques ou cliniques préoccupants, mais ses caractéristiques restent à déterminer. En cohérence avec de précédents résultats *in vitro*, une étude *in silico* (modèle de simulation moléculaire) souligne une affinité de BA.2.75 pour son récepteur ACE2 plus élevée que pour les autres sous-lignages Omicron (8, 9). Si l'affinité au récepteur est un facteur pouvant impacter la transmissibilité d'un variant, ce n'est pas le seul facteur et ces résultats moléculaires sont difficilement transposables. L'efficacité de la neutralisation de BA.2.75 par les anticorps post-vaccinaux était similaire ou meilleure par rapport à BA.5, selon les études (10-12).

En terme de sévérité, une étude en modèle hamster a montré une capacité de réplication dans les poumons supérieure pour ce sous-lignage par rapport à BA.2 et BA.5, ce qui, d'après les auteurs, pourrait entraîner une sévérité plus importante (13). Cependant, le modèle hamster est difficilement transposable à l'homme, et ces résultats sont à interpréter avec prudence. Parmi les anticorps monoclonaux disponibles, BA.2.75 présente une sensibilité globalement similaire à BA.2 et BA.5, avec des disparités selon les anticorps monoclonaux thérapeutiques (8, 11).

3. Evolution de la détection des mutations d'intérêt ciblées par le criblage en France

Une description de la stratégie de criblage déployée en France et de ses évolutions au cours du temps est disponible dans la section 3.1 de l'[analyse de risque variants du 05/01/2022](#). Les données de criblage sont disponibles en Open Data sur [GEODES](#) et [data.gouv](#). Les indicateurs suivis sont la présence de la mutation E484K (A1), la présence de mutations en position L452 (C1) et la présence d'une mutation associée à Omicron (del69-70 et/ou K417N et/ou S371L-S373P et/ou Q493R, D1).

- La proportion de détection de la **mutation E484K (A1)** se maintient à des niveaux très faibles ; elle était de 0,2% en S35 parmi l'ensemble des tests criblés interprétables pour cette mutation.
- La proportion de prélèvements en France ayant un **résultat de criblage compatible avec Omicron (D1)** en S35 était de 99,2% (comme en S34).
- La proportion de détection de **mutations en position L452 (L452R ou L452Q, C1)** s'est stabilisée à des niveaux élevés. En S35, les mutations en position L452 étaient détectées dans 93% des prélèvements criblés pour cette mutation (contre 91% en S34).

Ces résultats de criblage illustrent la dominance d'Omicron (proxy D1) et en particulier de ses sous-lignées porteurs de mutation en position L452 (proxy C1D1), dont BA.5 (Figure 2). Ce profil est observé dans toutes les régions de France métropolitaine et dans les DROM. La proportion de résultats C1 en S31 variait entre 78% et 98% dans les régions de France métropolitaine. Elle était de 90% à La Réunion, 91% en Guyane, 94% à Mayotte et 100% à la Guadeloupe et en Martinique. Cependant, les données de criblage ne permettent pas de distinguer BA.4, BA.5 et les autres sous-lignées d'Omicron porteurs de mutations en position L452. D'après son panel de mutation, le résultat de criblage d'un prélèvement BA.2.75 devrait être similaire à BA.2 (soit A0C0D1).

Criblage (sur 7 jours glissants)

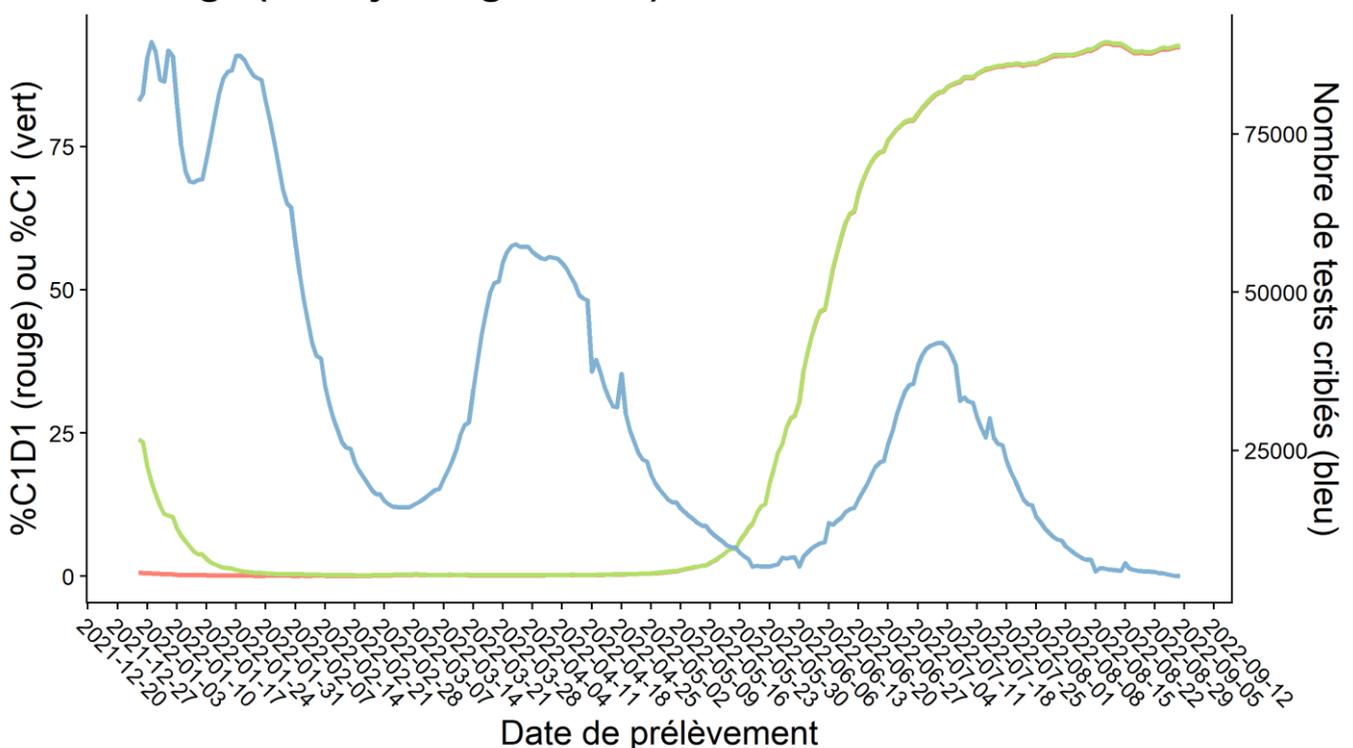


Figure 2 : Proportions de prélèvements positifs pour le SARS-CoV-2 criblés C1 (présence de mutations en position L452, courbe verte) et C1D1 (présence de mutation en position L452 et d'une mutation spécifique d'Omicron, courbe rouge), et nombre total de tests criblés (courbe bleue), par semaine de prélèvement (source : SIDEV, au 07/09/2022).

4. Evolution de la détection des VOC, VOI et VUM en France dans le cadre de la surveillance génomique

4.1. En France métropolitaine

Le VOC Omicron est actuellement dominant en France. Depuis la semaine S05, il représente plus de 99% des prélèvements séquencés dans le cadre des enquêtes Flash (Tableau 2 et Figure 3). D'après l'enquête Flash S33-2022 (16/09), il représentait 100% des séquences interprétables en France métropolitaine (sur 1 633 séquences interprétables, données non consolidées de la base EMERGEN au 05/09/2022). Le VOC Delta n'a plus été détecté depuis l'enquête Flash S29-2022 (18/07).

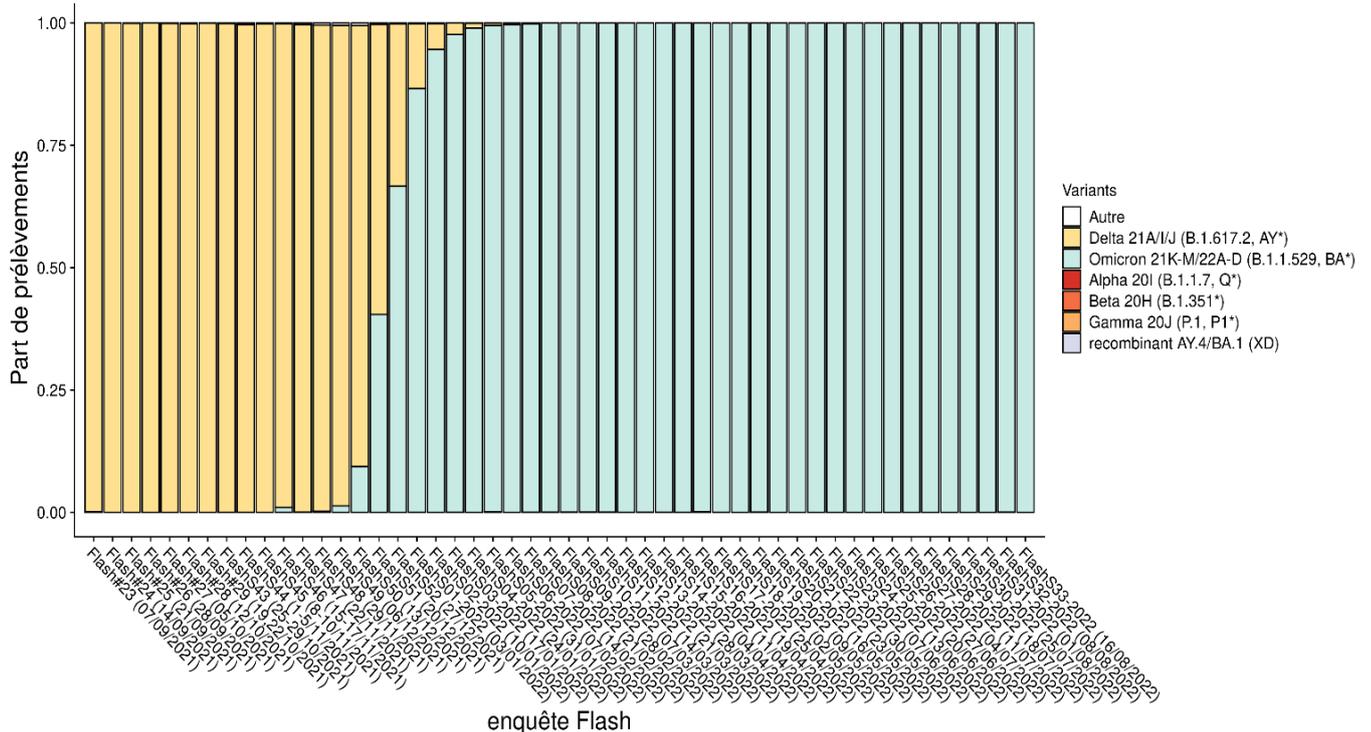


Figure 3 : Evolution de la part de chaque VOC, VOI et VUM par enquête Flash, France métropolitaine (source : EMERGEN, au 05/09/2022). Les données Flash S32-2022 et Flash S33-2022 sont préliminaires.

Tableau 2 : Détection des variants lors des enquêtes Flash S26 - Flash S30-2022, France métropolitaine.

Variant	Classement	Flash S29 (18/07/2022)		Flash S30 (25/07/2022)		Flash S31 (01/08/2022)		Flash S32# (08/08/2022)		Flash S33# (16/08/2022)	
		N	N	%	N	%	N	%	N	N	%
Delta 21A/I/J (B.1.617.2, AY.*)	VOC circulant	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Omicron 21K-M/22A-D (B.1.1.529, BA.*)	VOC circulant	4514	100,0	3106	100,0	3016	100,0	1976	100,0	1633	100
Alpha 20I (B.1.1.7, Q.*)	VOC non-circulant	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Beta 20H (B.1.351*)	VOC non-circulant	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gamma 20J (P.1*)	VOC non-circulant	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Recombinant AY.4/BA.1 (XD)	VUM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Autre		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Nombre de séquences interprétables : Flash S29 : 4 514 ; Flash S30 : 3 106 ; Flash S31 : 3 016 ; Flash S32 : 1 633 ; Flash S33 : 1 633

Les données de Flash S32 et Flash S33 sont préliminaires ; * indique l'inclusion de tous les sous-lignages connus à ce stade

Au sein du VOC Omicron, **BA.5 est majoritaire depuis maintenant deux mois** (Figure 4). Au cours de l'enquête Flash S33-2022 (16/08), BA.5 (tous ses sous-lignages inclus) représentait 95% des séquences interprétables. BA.4 (tous ses sous-lignages inclus) continue à circuler mais à des niveaux plus faibles que BA.5, avec 4% des séquences interprétables de l'enquête Flash S33-2022. Au sein de BA.4, le sous-lignage BA.4.6 a été détecté pour la première fois au cours de la semaine S24 et sa détection au cours des enquêtes Flash semble se stabiliser autour de 2% (1,8% au cours de Flash S33-2022). Au 05/09/2022 à midi, seules 22 séquences du sous-lignage BA.2.75 avaient été détectées en France métropolitaine (données EMERGEN). Certaines de ces séquences ont été obtenues au cours des enquêtes Flash S28 et S31 à 35, suggérant une circulation à bas bruit de ce sous-lignage. Cependant, la détection de BA.2.75 au cours des enquêtes Flash reste faible, avec un maximum de 0,3% au cours de l'enquête Flash S33-2022 (enquête non consolidée dont les résultats peuvent encore évoluer). L'évolution de cette détection de BA.2.75, sur l'ensemble du territoire et au niveau régional, est suivie de près.

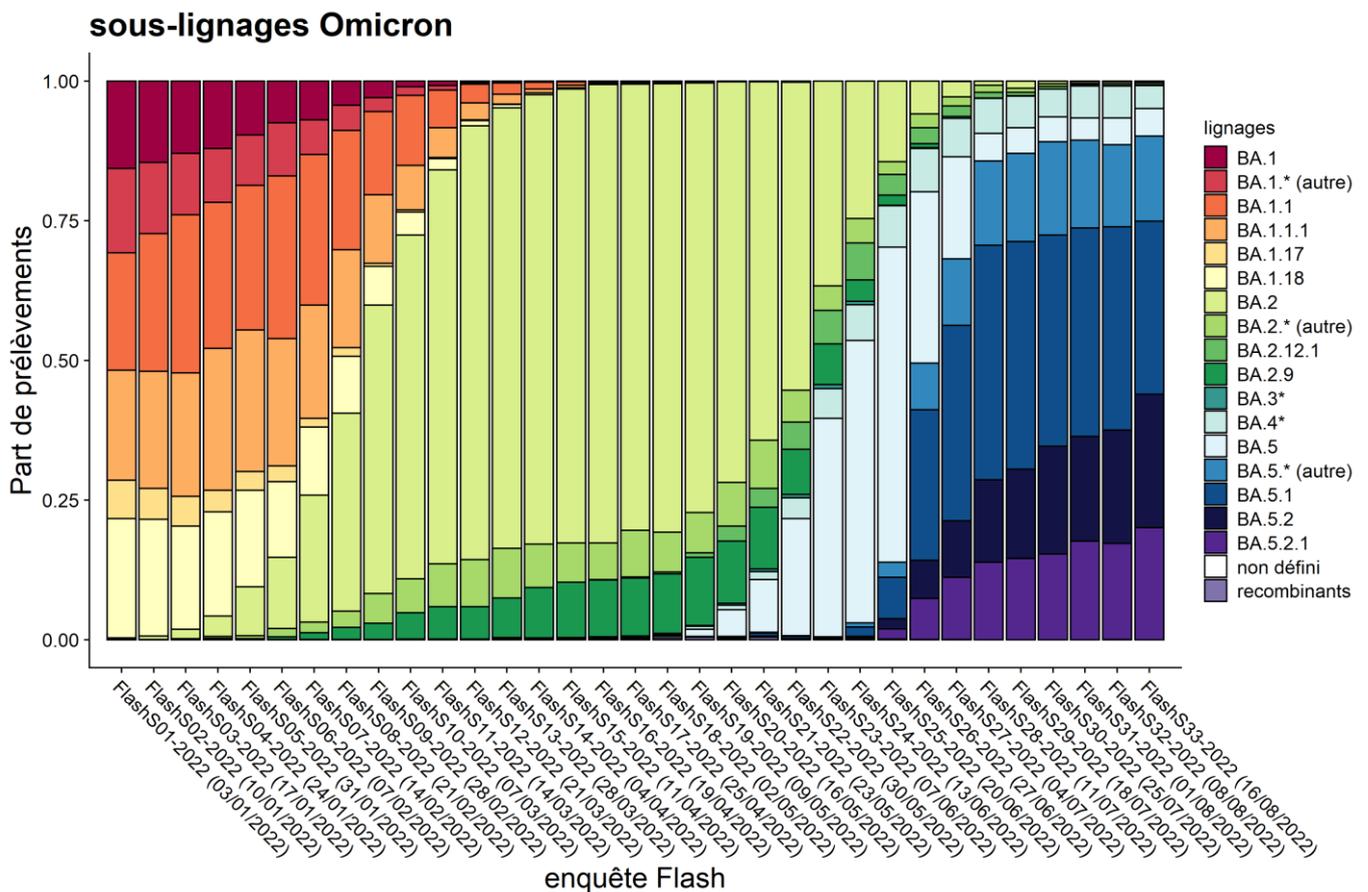


Figure 4 : Sous-lignages du variant Omicron au cours des enquêtes Flash, en France métropolitaine (source : EMERGEN, au 05/09/2022). Les sous-lignages de BA.1, BA.2 et BA.5 qui n'ont jamais dépassé 5% des séquences interprétables au cours d'une enquête Flash sont regroupés dans les catégories « BA.1.* (autres) », « BA.2.* (autres) » et « BA.5.* (autres) ». Aucun sous-lignage de BA.3 et BA.4 n'ayant dépassé ces 5%, ils sont regroupés dans les catégories « BA.3* » et « BA.4* ». Les recombinants entre des sous-lignages d'Omicron sont regroupés dans la catégorie « recombinants ».

4.2. Dans les DROM

On retrouve aujourd'hui la **prédominance d'Omicron et l'augmentation de la détection de BA.5 dans tous les DROM** :

- En **Martinique**, Omicron représente 100% des séquences interprétables depuis l'enquête Flash S04-2022 (sur un total de 781 séquences interprétables). Le sous-lignage d'Omicron BA.5 circule de manière exclusive depuis Flash S29 -2022.
- En **Guadeloupe**, Omicron représente 100% des séquences interprétables depuis l'enquête Flash S05-2022 (sur un total de 433 séquences interprétables). Au cours de l'enquête Flash S33-2022, BA.5 représentait plus de 99% des séquences interprétables.
- En **Guyane**, les 607 prélèvements séquencés dans le cadre d'enquêtes Flash depuis Flash S03-2022 correspondent au variant Omicron. Le sous-lignage BA.5 est majoritaire depuis Flash S28-2022.
- A **La Réunion**, Omicron est le seul variant détecté au cours d'enquêtes Flash depuis Flash S06-2022 (sur un total de 2 424 séquences interprétables). Le sous-lignage d'Omicron majoritaire est BA.5, avec 88% des séquences de Flash S33-2022. Deux cas de BA.2.75 ont été détectés au cours de Flash S33 et S35-2022.
- A **Mayotte**, le nombre de prélèvements séquencés dans le cadre d'enquêtes Flash est faible, mais seul Omicron a été détecté depuis Flash S02-2022, ce qui est cohérent avec les résultats de criblage (>85% de D1 depuis février et >80% de C1 depuis mi-juillet).

5. Conclusion au 07/09/2022

Depuis la dernière analyse de risque, **le VOC Omicron reste hégémonique en France et à l'international**. Au sein d'Omicron, le sous-lignage BA.5 est aujourd'hui majoritaire en France et à l'international. Cette dominance illustre la compétitivité élevée d'Omicron par rapport aux précédents variants et de BA.5 par rapport aux autres sous-lignages d'Omicron. Cependant, **BA.5 semble très similaire aux autres sous-lignages d'Omicron en termes d'échappement à la réponse immunitaire et de sévérité**, raison pour laquelle il reste inclus au sein du variant Omicron dans la classification des variants réalisée par l'OMS.

La circulation soutenue du VOC Omicron dans le monde est associée à une diversification génétique au sein de ce variant. De nouveaux sous-lignages d'Omicron ont donc été définis au sein du sous-lignage BA.5, mais aussi dans d'autres sous-lignages, comme BA.2.75 et BA.4.6. Cette émergence de nouveaux sous-lignages est un phénomène évolutif normal et attendu. En l'absence d'un signal épidémiologique ou clinique, cela ne constitue pas un signal préoccupant en termes de santé publique. **La surveillance génomique, organisée en France autour du consortium EMERGEN, vise donc non seulement à identifier de nouveaux variants mais aussi à déterminer leurs caractéristiques et évaluer leur impact en santé publique**. Ces efforts de surveillance restent essentiels pour assurer une réponse réactive en cas d'émergence d'un nouveau variant préoccupant et guider la mise en place de mesures de contrôle adaptées.

Références

1. WHO. Weekly epidemiological update on COVID-19. 2022.
2. CDC. COVID Data Tracker, Variant proportions 2021 [Available from: <https://covid.cdc.gov/covid-data-tracker/#variant-proportions>].
3. Lineage List - cov-lineages.org 2022 [Available from: https://cov-lineages.org/lineage_list.html].
4. Kirsebom FCM, Andrews N, Stowe J, Ramsay M, Lopez Bernal J. Effectiveness of the COVID-19 vaccines against severe disease with Omicron sub-lineages BA.4 and BA.5 in England. medRxiv. 2022:2022.08.31.22279444.
5. Malato J, Ribeiro RM, Fernandes E, Leite PP, Casaca P, Antunes C, et al. Rapid waning of protection induced by prior BA.1/BA.2 infection against BA.5 infection. medRxiv. 2022:2022.08.16.22278820.
6. Jassat W, Abdool Karim SS, Ozougwu L, Welch R, Mudara C, Masha M, et al. TRENDS IN CASES, HOSPITALISATION AND MORTALITY RELATED TO THE OMICRON BA.4/BA.5 SUB-VARIANTS IN SOUTH AFRICA. medRxiv. 2022:2022.08.24.22279197.
7. Bruel T, Stéfic K, Nguyen Y, Toniutti D, Staropoli I, Porrot F, et al. Longitudinal analysis of serum neutralization of SARS-CoV-2 Omicron BA.2, BA.4 and BA.5 in patients receiving monoclonal antibodies. medRxiv. 2022:2022.08.12.22278699.
8. Wang Q, Iketani S, Li Z, Guo Y, Yeh AY, Liu M, et al. Antigenic characterization of the SARS-CoV-2 Omicron subvariant BA.2.75. bioRxiv. 2022:2022.07.31.502235.
9. Sugano A, Takaoka Y, Kataguchi H, Kumaoka M, Ohta M, Kimura S, et al. SARS-CoV-2 Omicron BA.2.75 variant may be much more infective than preexisting variants. bioRxiv. 2022:2022.08.25.505217.
10. Cao Y, Yu Y, Song W, Jian F, Yisimayi A, Yue C, et al. Neutralizing antibody evasion and receptor binding features of SARS-CoV-2 Omicron BA.2.75. bioRxiv. 2022:2022.07.18.500332.
11. Sheward DJ, Kim C, Fischbach J, Muschiol S, Ehling RA, Björkström NK, et al. Evasion of neutralising antibodies by omicron sublineage BA.2.75. Lancet Infect Dis. 2022.
12. Tan CW, Lim BL, Young BE, Yeoh AY, Yung CF, Yap WC, et al. Comparative neutralisation profile of SARS-CoV-2 omicron subvariants BA.2.75 and BA.5. Lancet Microbe. 2022.
13. Uraki R, Iida S, Halfmann PJ, Yamayoshi S, Hirata Y, Iwatsuki-Horimoto K, et al. Characterization of SARS-CoV-2 Omicron BA.2.75 clinical isolates. bioRxiv. 2022:2022.08.26.505450.