

Tous droits réservés. Toute reproduction même partielle est interdite.



UNIVERSITÉ  
PARIS  
DESCARTES



Université de Paris

# Vaccins et stratégies vaccinales Covid 19

Odile Launay

Paris, 14 décembre 2021



© RICAI 2021 Tous droits réservés. Toute reproduction même partielle est interdite.

© RICAI 2021 Tous droits réservés.

# Déclaration d'intérêts de 2015 à 2021

- Intérêts financiers : aucun
- Liens durables ou permanents : aucun
- Intervention ponctuelles :
  - Recherches/essais cliniques : MSD, GSK bio, SPMSD, Sanofi Pasteur, Janssen, Pfizer
  - Aides pour des recherches : MSD, GSK bio, SPMSD, Sanofi Pasteur, Janssen, Pfizer
  - Advisory Boards/DSMB : Sanofi Pasteur, Janssen, Pfizer
  - Cours, formations : Pfizer, MSD, Sanofi Pasteur
- Intérêts indirects : aucun

# Vaccins COVID-19 : un développement exceptionnel

- 31 décembre 2019:
  - déclaration à l'OMS de la survenue d'une épidémie de pneumonies d'allure virale d'étiologie inconnue
- 9 janvier 2020:
  - découverte 2019-nCoV (isolé le 7 janvier), renommé SARS-CoV-2
- **11-12 janvier 2020:**
  - **séquence complète du génome du coronavirus transmise par les autorités chinoises**
- 16 mars 2020
  - démarrage du **1<sup>er</sup> essai clinique** (Moderna, ARNm)
- 27 Juillet 2020
  - début des essais de phase 3 (Pfizer et Moderna)
- 9 novembre 2020:
  - premiers résultats d'efficacité
- 2 décembre 2020:
  - autorisation vaccin Pfizer/BioNTech par le MHRA (Medicines and Healthcare products Regulatory Agency)
- 8 décembre 2020 :
  - début vaccination UK
- 27 décembre 2020:
  - début vaccination Europe
- **9 décembre 2021 :**
  - **environ 8,5 milliards de doses administrées dans le Monde**

# Un délai de développement exceptionnellement court, à la « vitesse de l'éclair »!

- Situation inédite:

- 6 mois entre la déclaration de l'épidémie et la mise en place des essais de phase 3,
- 10 mois ½ pour les premiers résultats d'efficacité clinique
- < 1 an pour le début de la vaccination

- Rendue possible par :

- les progrès scientifiques en immunologie et virologie ayant permis par exemple le séquençage du coronavirus dès janvier
- l'existence de technologies développées antérieurement pour d'autres vaccins (plateformes vaccinales) en particulier en préparation d'une maladie infectieuse émergente qui ont pu être adaptées aux vaccins Covid-19
- l'identification de la **protéine S comme antigène de choix** lors des épidémies de SARS et MERS
- l'exceptionnelle mobilisation des équipes de recherche et des Etats pour le financement
- la mobilisation des volontaires pour réaliser les essais cliniques rapidement
- l'anticipation des industriels et des Etats pour le développement industriel de la production



Coalition for Epidemic Preparedness Innovation



# Campagne de vaccination COVID-19 en France (1)

- **27 décembre 2020 :** **Résidents d'EHPAD et d'ESMS (30% des décès, 1% de la population française)**
- 2 janvier 2021 : Soignants (y compris libéraux) de plus de 50 ans
- **18 janvier :** **Personnes âgées de 75 ans ou plus / Personnes à très haut risque de forme grave**
- Début février : Soignants quel que soit l'âge
- **Début mars :** **Personnes âgées de 65 à 74 ans inclus**
- 27 mars: *Femmes enceintes à partir du 2<sup>e</sup> trimestre de grossesse*
- **11 avril :** **3<sup>e</sup> dose pour les patients sévèrement immunodéprimés (transplantés, IS)**
- **30 avril:** **Vaccination de l'entourage des personnes à très haut risque de forme grave (cocooning)**
- **31 mai :** **Population adulte quel que soit l'âge**
- **15 juin :** **Adolescents de 12-17 ans**
- 25 juillet : **Obligation vaccinale** pour les professionnels de santé et autres professions à risque
- 30 juillet: *Femmes enceintes des le 1<sup>er</sup> trimestre de grossesse*

# Campagne de vaccination COVID-19 en France (2)

• **23 août :**

**'Boost' :**

- 3<sup>e</sup> dose **pour les 65 ans et plus** et personnes à haut risque de forme sévère (au minimum 6 mois après la 2<sup>e</sup> dose),
- 4<sup>e</sup> dose, au minimum 3 mois après les 2 ou 3 premières doses, pour les personnes immunodéprimées

• **6 octobre :** 'Boost' pour les soignants quel que soit l'âge

• **25 novembre:** **'Boost' à 5 mois de la 2<sup>e</sup> dose pour tous les adultes**

• **30 novembre:** HAS recommande vaccination enfants 5-12 ans à risque

• **15 décembre???** : vaccination des enfants 5-12 ans?

# Données de vaccination au 9 décembre (Covidtracker)

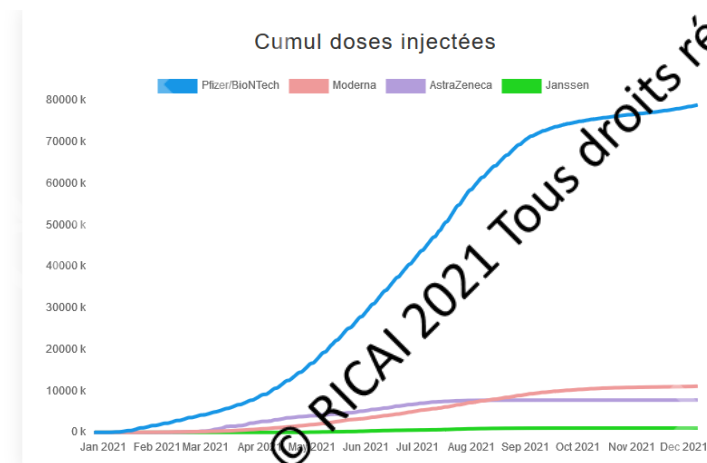
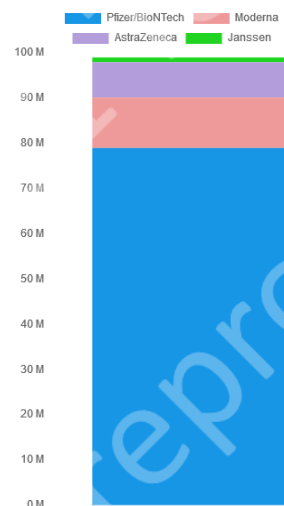
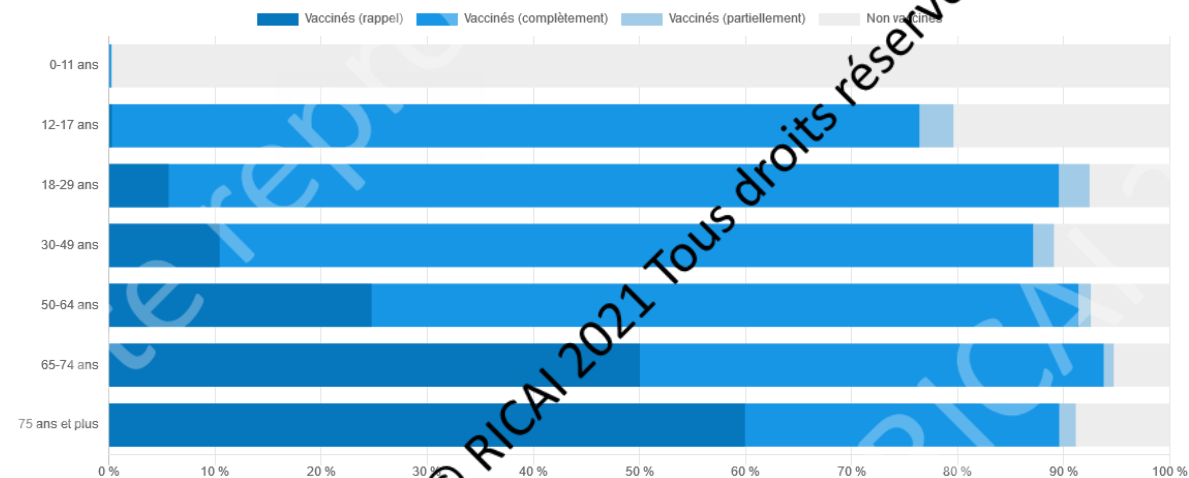
- 52,2 millions de 1ère dose
- 80% vaccin Pfizer BioNTech
- 90,6% de la population éligible (88,7% complètement vaccinés) **21,1% 3<sup>e</sup> dose**
- 77,5% population globale (75,9% complètement vaccinés)
- 9% des plus de 75 ans non vaccinés, 13% des 80 ans et plus

- **Couverture vaccinale 3<sup>e</sup> dose**
  - 60% des personnes âgées de 75 ans et plus
  - 50% des personnes de 65 à 74 ans

## Vaccinations par âge

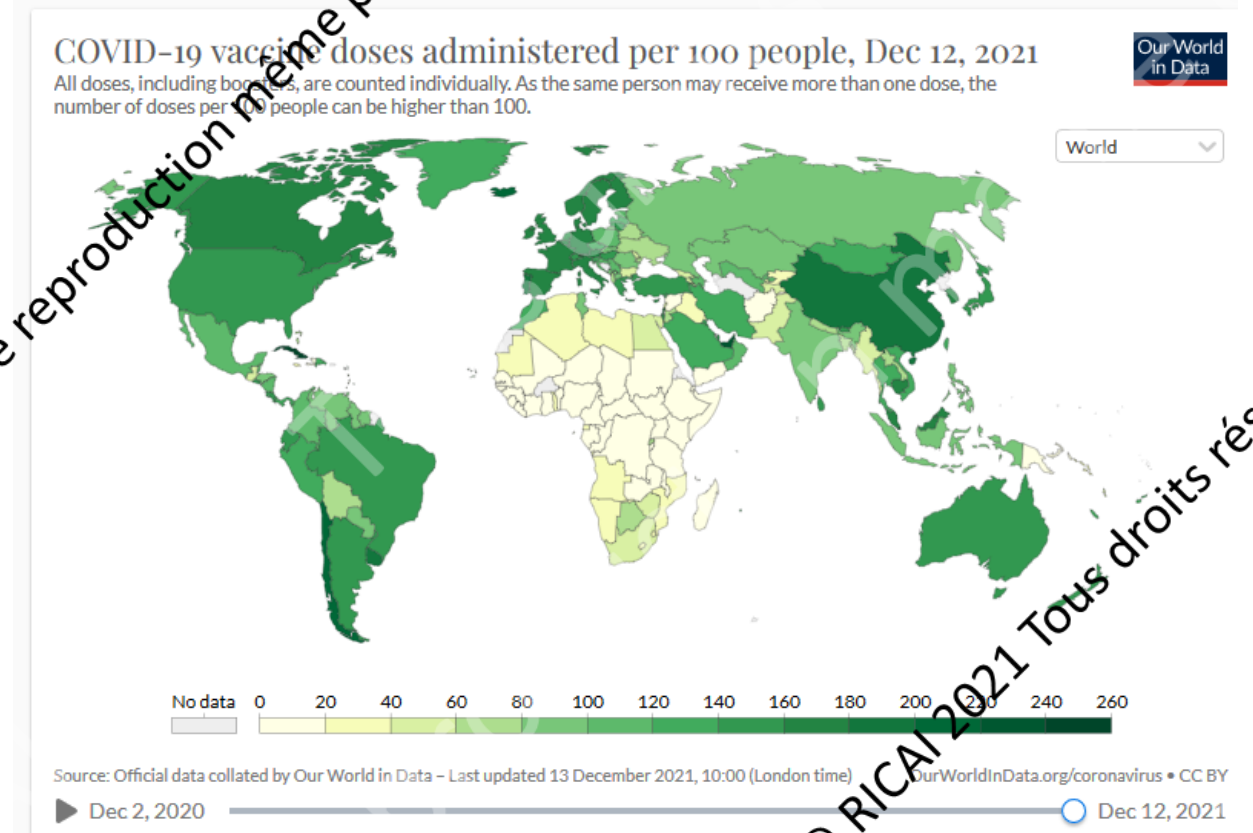
Mise à jour : 09/12

Proportion de la population



# Vaccination COVID 19 dans le monde (au 12 décembre 2021)


- **56%** de la population mondiale vaccinée 1 dose, MAIS seulement **7,1%** dans les pays à faibles revenus
- Au total **8,47 milliards** de doses administrées, actuellement **34,09 millions** par jour





# Vaccins COVID-19 de 'première génération'

## COVID-19 vaccines [Share](#)



**Currently under rolling review**

- **Sputnik V, Gam-COVID-Vac** (Gamaleya Institute)
- **COVID-19 Vaccine (Vero Cell) Inactivated** (Sinovac)
- **Vidprevtyn** (Sanofi Pasteur)
- **VLA2001** (Valneva)



**Marketing authorisation application submitted**

- **Nuvaxovid** (Novavax)



**Authorised for use in the European Union**

- **Comirnaty** (BioNTech and Pfizer)
- **Spikrevax** (Moderna)
- **Vaxzevria** (AstraZeneca)
- **COVID-19 Vaccine Janssen**

## Dates d'obtention d'AMM conditionnelle

21/12/2020 ( $\geq 16$  ans) 28/05/2021 (12-15 ans)

06/01/2021 ( $\geq 18$  ans) 24/07/2021 (12-17ans)

29/01/2021

11/03/2021

# Vaccins COVID-19 de 'première génération': données des essais de phase 3

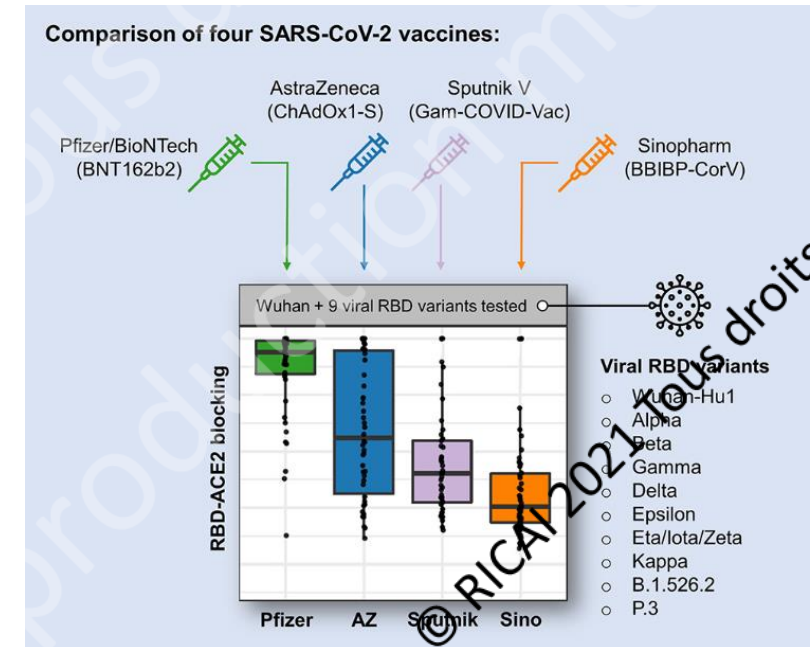
- Efficacité précoce (souche originale, formes symptomatiques)
  - > 90% pour les vaccins ARNm après 2 doses :
    - 95% (vaccin Pfizer BioNtech)
    - 94,1% (vaccin Moderna )

# Vaccins COVID-19 de 'première génération': données des essais de phase 3

- Efficacité précoce (souche originale, formes symptomatiques)
  - > 90% pour les vaccins ARNm après 2 doses :
    - 95% (vaccin Pfizer BioNtech)
    - 94,1% (vaccin Moderna )
  - 70% pour les vaccins vectorisés adénovirus
    - 74% (vaccin Astra Zeneca)
    - 67% (vaccin Janssen, 1<sup>ère</sup> dose)
    - 91,6 (vaccin Gamaleya)

# Vaccins COVID-19 de 'première génération': données des essais de phase 3

- Efficacité précoce (souche originale, formes symptomatiques)
  - > 90% pour les vaccins ARNm après 2 doses
    - 95% (vaccin Pfizer BioNtech)
    - 94,1% (vaccin Moderna )
  - 70% pour les vaccins vectorisés adénovirus
    - 74% (vaccin Astra Zeneca)
    - 67% (vaccin Janssen, 1 dose)
    - 91,6 (vaccin Gamaleya)
  - 50% à 79% pour les vaccins inactivés
  - vaccin sous unitaire (Novavax) :
    - 86% vs variant alpha, 60% vs variant beta
    - 96,4% souche originale



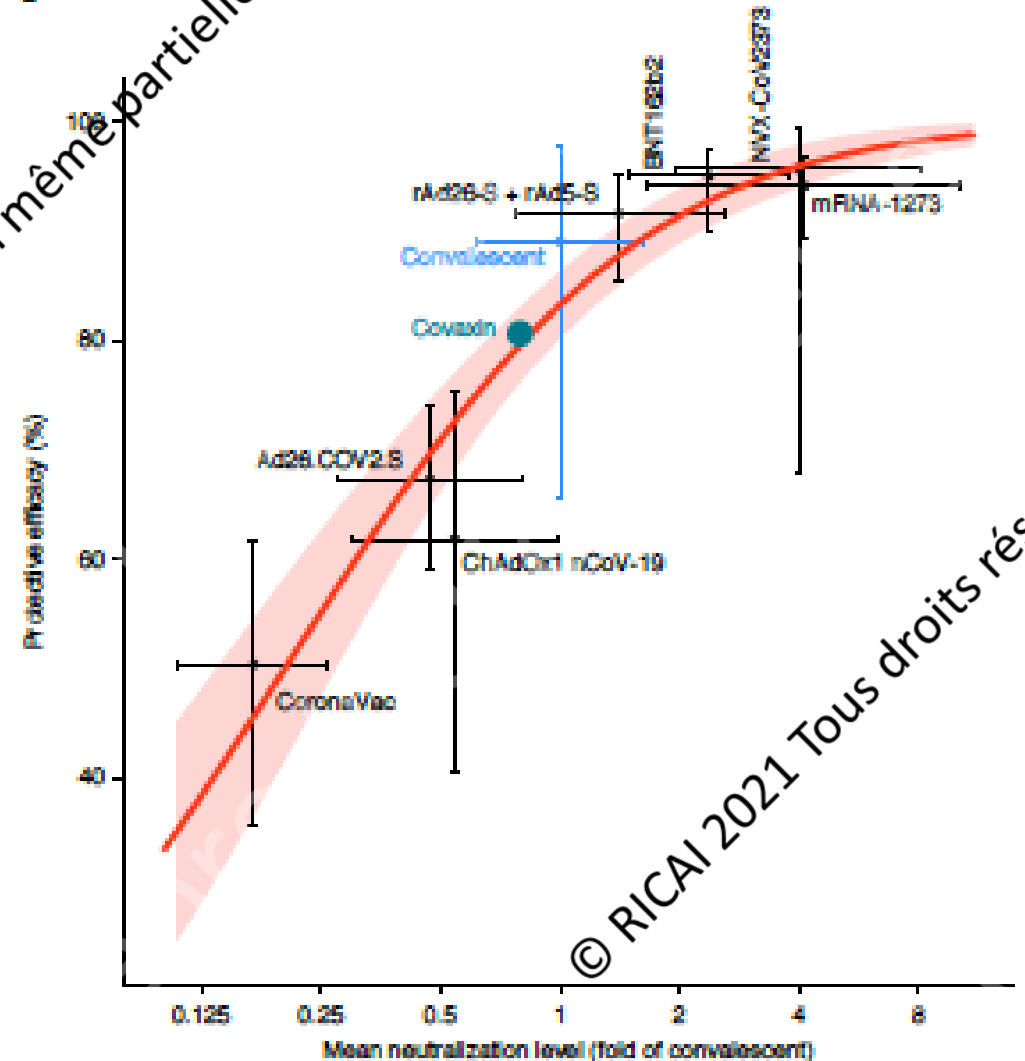
# Corrélation titres anticorps neutralisants/efficacité clinique



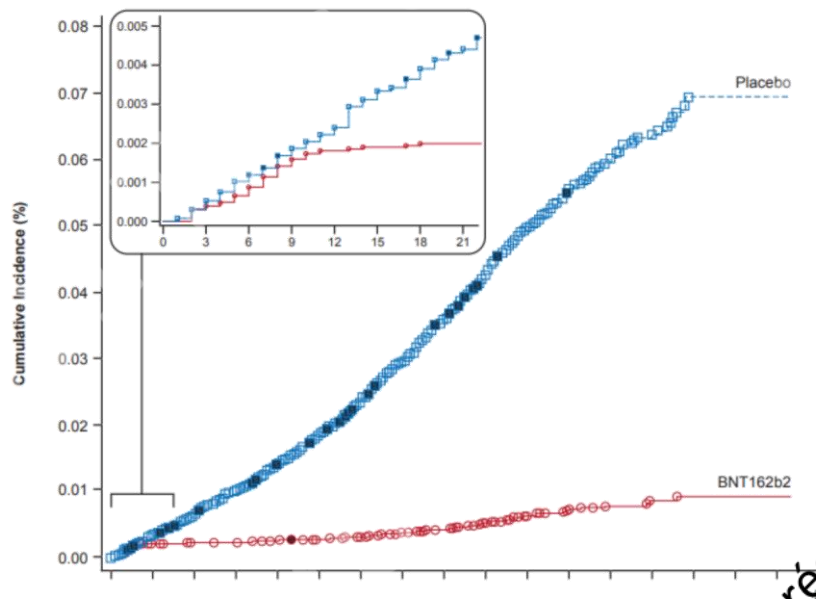
## Neutralizing antibody levels are highly predictive of immune protection from symptomatic SARS-CoV-2 infection

David S. Khoury<sup>1,9</sup>, Deborah Cromer<sup>1,9</sup>, Arnold Reynaldi<sup>1</sup>, Timothy E. Schlub<sup>1,2</sup>, Adam K. Wheatley<sup>3</sup>,

- Le titre en Ac neutralisants : potentiel corrélé de protection contre l'infection symptomatique
- Titres élevés (ARNm) : efficacité élevée
- Titres faibles (vaccins inactivés) : efficacité plus faible
- Une diminution d'un facteur 2 du titre en anticorps va diminuer l'EV.
  - de 5% à 10% pour un vaccin ARNm
  - de 20% pour les vaccins inactivés

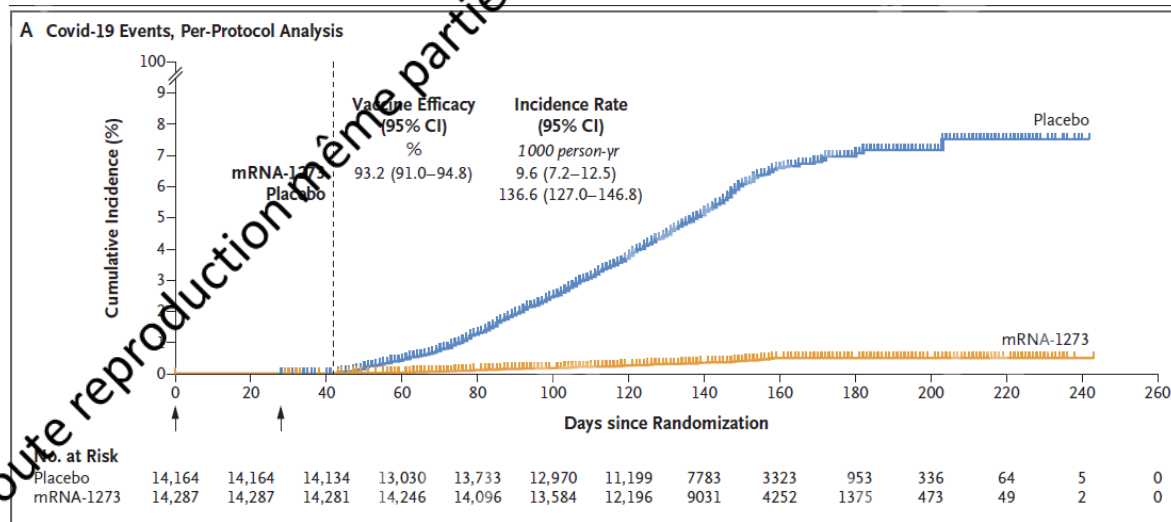


# Vaccins COVID-19 de 'première génération': Persistance de l'efficacité à 6 mois (données des essais de phase 3 vaccins ARNm



Efficacy Endpoint Subgroup	Vaccine Group			
	BNT162b2 (N=23,040)		Placebo (N=23,037)	
	No. of participants	Surveillance time (no. at risk)	No. of participants	Surveillance time (no. at risk)
First COVID-19 occurrence after dose 1	104	0.442 (22,505)	1034	0.424 (20,456)
After dose 1 to before dose 2	46	1.339 (22,505)	110	1.331 (22,434)
After dose 1 to <11 days after dose 1	41	0.677 (22,505)	50	0.656 (22,434)
≥11 Days after dose 1 to before dose 2	5	0.682 (22,399)	60	0.656 (22,369)
Dose 2 to 7 days after dose 2	3	0.424 (22,163)	35	0.422 (22,057)
≥7 Days after dose 2	82	6.649 (22,132)	89	6.371 (22,001)
≥7 Days after dose 2 to <2 months after dose 2	12	2.923 (22,132)	12	2.884 (22,001)
≥2 Months after dose 2 to <4 months after dose 2	46	2.696 (21,814)	449	2.593 (20,344)
≥4 Months after dose 2	24	1.431 (12,670)	128	0.895 (11,802)

Inomas SJ et al. NEJM 2021



Onset of Covid-19	Placebo (N=14,164)	mRNA-1273 (N=14,287)	Placebo (N=14,164)	mRNA-1273 (N=14,287)	Vaccine Efficacy (95% CI) percent
	number of cases	incidence rate per 1000 person-yr	number of cases	incidence rate per 1000 person-yr	
After randomization	769	56	141.2	9.8	93.1 (90.9-94.8)
≥14 Days after first injection	769	56	141.2	9.8	93.1 (90.9-94.8)
After second injection	768	56	141.0	9.8	93.1 (90.9-94.8)
≥14 Days after second injection	744	55	136.7	9.6	93.0 (90.8-94.8)
After first injection	769	56	141.2	9.8	93.1 (90.9-94.8)
After first injection up to second injection	1	0	0	0	100.0
After first injection to <14 days after first injection	0	0	0	0	
≥14 Days after first injection up to second injection	1	0	1.7	0	100.0
Second injection to <14 days after second injection	24	1	44.2	1.8	95.9 (94.7-99.9)
≥14 Days after second injection	744	55	197.4	13.6	93.1 (90.9-94.9)
≥14 Days after second injection to <2 mo after second injection	227	19	141.5	11.6	91.8 (86.9-95.1)
≥2 Mo after second injection to <4 mo after second injection	434	28	247.3	14.8	94.0 (91.2-96.1)
≥4 Mo after second injection	83	8	202.4	15.4	92.4 (84.3-96.8)

Figure 5. Incidence of Covid-19 According to Time Periods in the Per-Protocol Population.

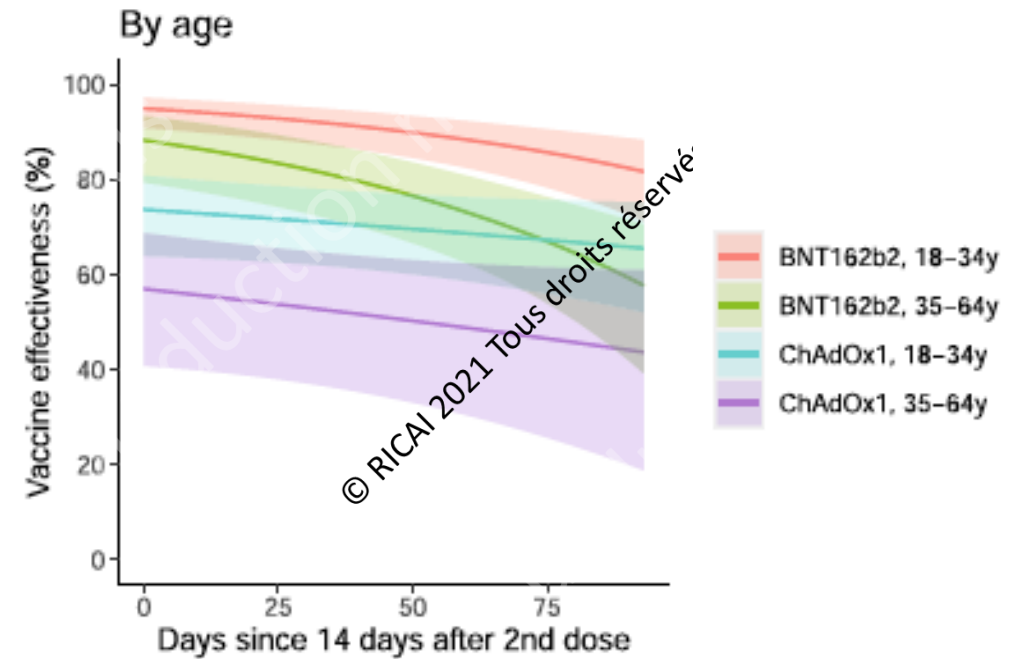
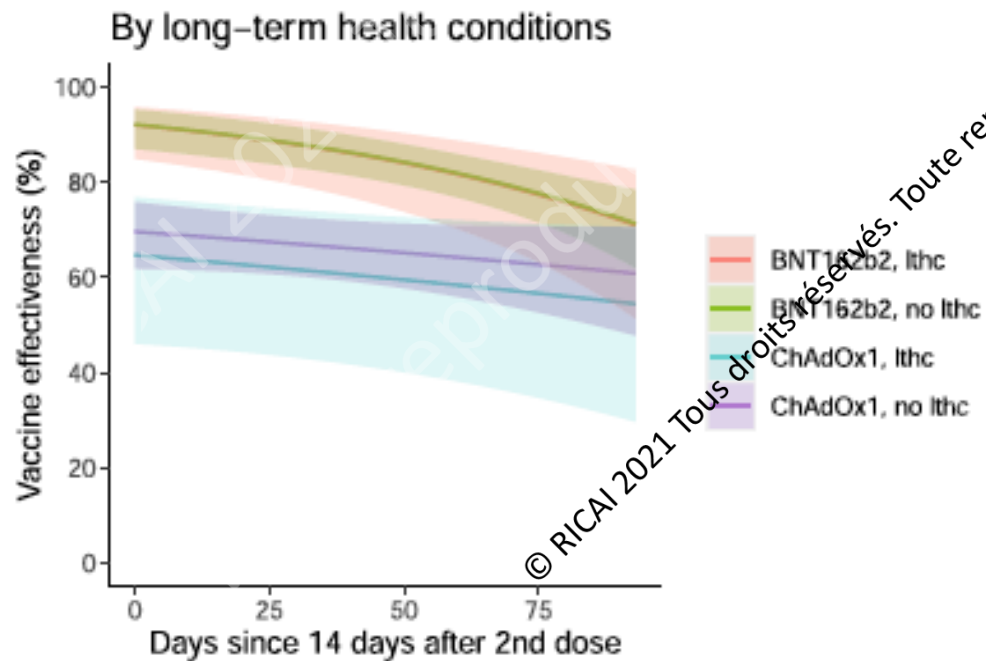
El Sahly et al. NEJM 2021

# Efficacité vaccinale en vie réelle UK

OPEN

## Effect of Delta variant on viral burden and vaccine effectiveness against new SARS-CoV-2 infections in the UK

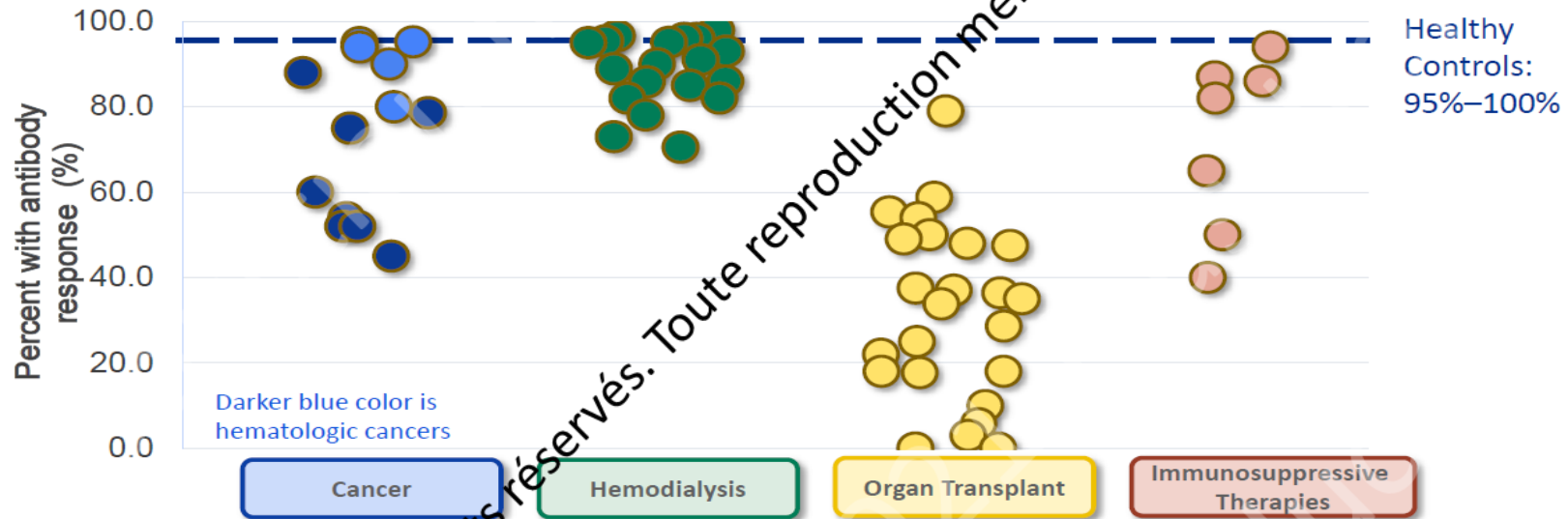
Koen B. Pouwels<sup>1,2,5</sup>, Emma Pritchard<sup>1,3</sup>, Philippa C. Matthews<sup>1,3,4,5</sup>, Nicole Stoesser<sup>1,3,4,5</sup>, David W. Eyre<sup>1,3,4,5</sup>, Karina-Doris Vihta<sup>1,7</sup>, Thomas House<sup>1,3,4,5</sup>, Jodie Hay<sup>10,11</sup>, John I. Bell<sup>12</sup>, John N. Newton<sup>13</sup>, Jeremy Farrar<sup>14</sup>, Derrick Crook<sup>1,3,4,5</sup>, Duncan Cook<sup>15</sup>, Emma Rourke<sup>15</sup>, Ruth Studley<sup>15</sup>, Tim E. A. Pebody<sup>1,3,4,5</sup>, Ian Diamond<sup>15</sup> and A. Sarah Walker<sup>1,3,4,16</sup>



VE sur PCR positive

# Vaccins ARNm COVID-19 et immunodéprimés

- Pourcentage d'individus avec une réponse en Ac après 2 doses de vaccins à ARNm en fonction de la cause de l'immunodépression et de l'étude (n=63)



Les études  
après la  
Les taux

- Studies that compared response after 1st and 2nd dose demonstrated less robust response after dose 1
- Antibody measurement and threshold levels vary by study protocol

robuste



# Données sur les doses additionnelles (3e dose)

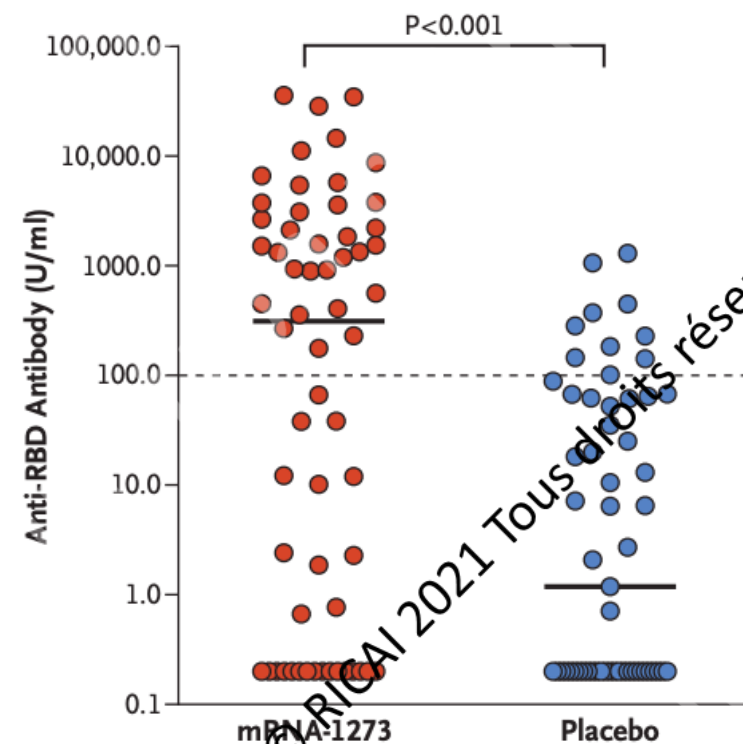
- **7 études parmi des transplantés d'organes solides**

- 1 essai contrôlé randomisé
  - 3<sup>e</sup> dose Moderna contre placebo
- Parmi les non-répondeurs après 2 doses
  - Taux de non-réponse 51-68%
- **1 étude sur 4<sup>e</sup> dose (18 patients)**
  - 3/6 répondeurs parmi non-répondeurs après 3<sup>e</sup> dose

- **3 études parmi des patients dialysés**

- Parmi les non-répondeurs après 2 doses
  - Taux de non-réponse 50-60%

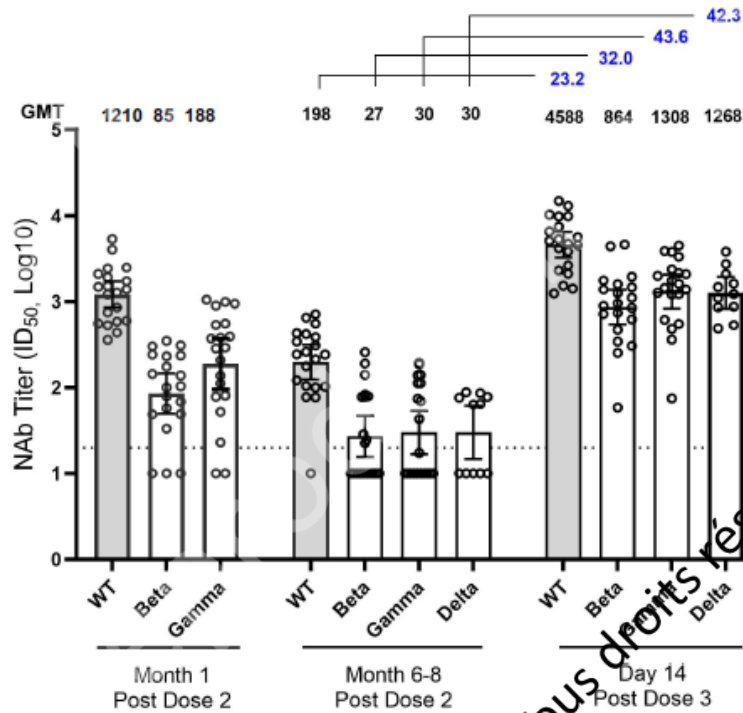
A Anti-RBD Antibodies after Third Dose



# Immunogénicité d'une dose de rappel à 6 mois post 2<sup>e</sup> dose : ½ dose Vaccin ARNm Moderna- effet sur les VOC

Dose 3 booster of 50 µg of mRNA-1273

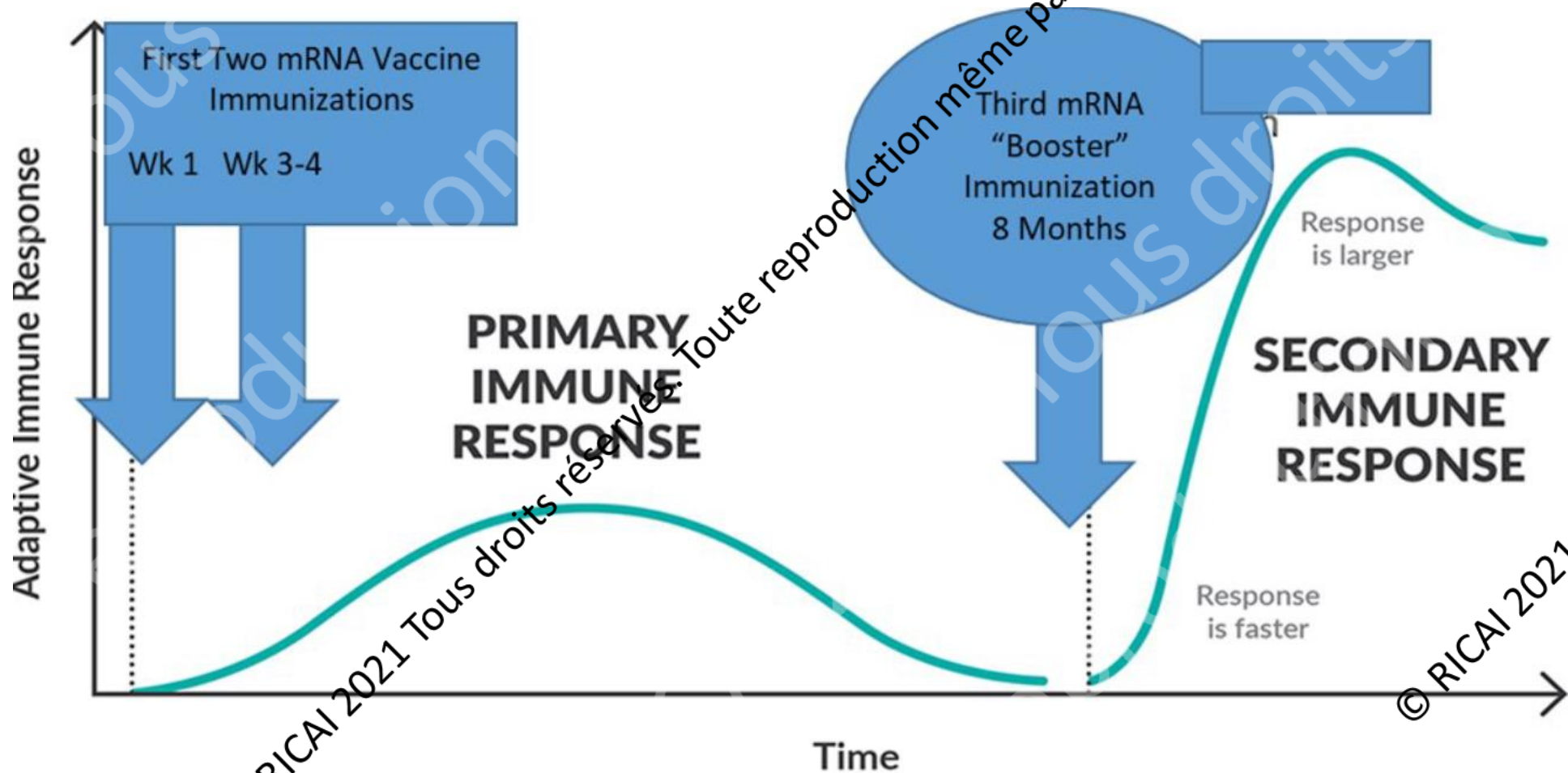
Pseudovirus neutralization titers



The geometric mean neutralizing antibody titers with 95% confidence intervals are denoted. The titers for individual participants are shown by the circles. The geometric mean fold increase versus titers measured 6-8 months post dose 2 are shown for each variant. The horizontal dotted lines indicate the limit of quantification. N=20 participants per booster cohort; GMT, geometric mean titer; ID50, 50% inhibitory dose; NAb, neutralizing antibody

- 6 mois post 2<sup>e</sup> dose persistance anticorps neutralisants à titres plus faibles vis-à-vis des VOC
- Le rappel (1/2 dose) augmente significativement les titres en anticorps neutralisants par rapport au pic de la réponse
- Et par rapport aux titres d'Ac avant le rappel
  - Souche WT: x 23
  - VOC Beta: x 33
  - VOC Gamma : 43,6
  - VOC Delta: 42,3

# Schéma vaccinal à 3 doses



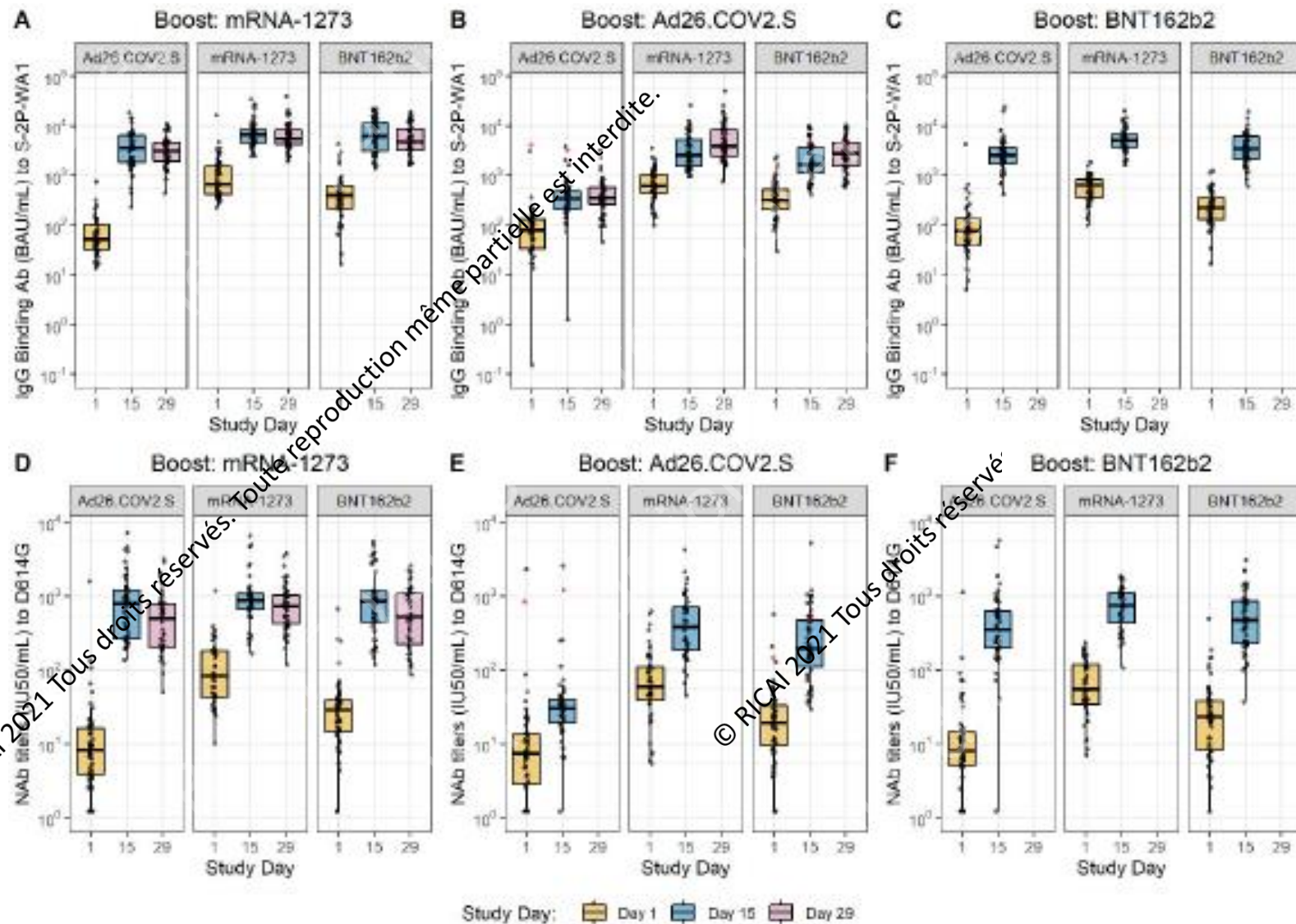
Tous droits réservés. Toute reproduction même partielle est interdite.

© RICAI 2021 Tous droits réservés.

© RICAI 2021 Tous droits réservés.

# Boost hétérologues

Tous droits réservés. Toute reproduction même partielle est interdite.



© RICAI 2021 Tous droits réservés. Toute reproduction même partielle est interdite.

# Efficacité vaccinale en vie réelle de la dose rappel

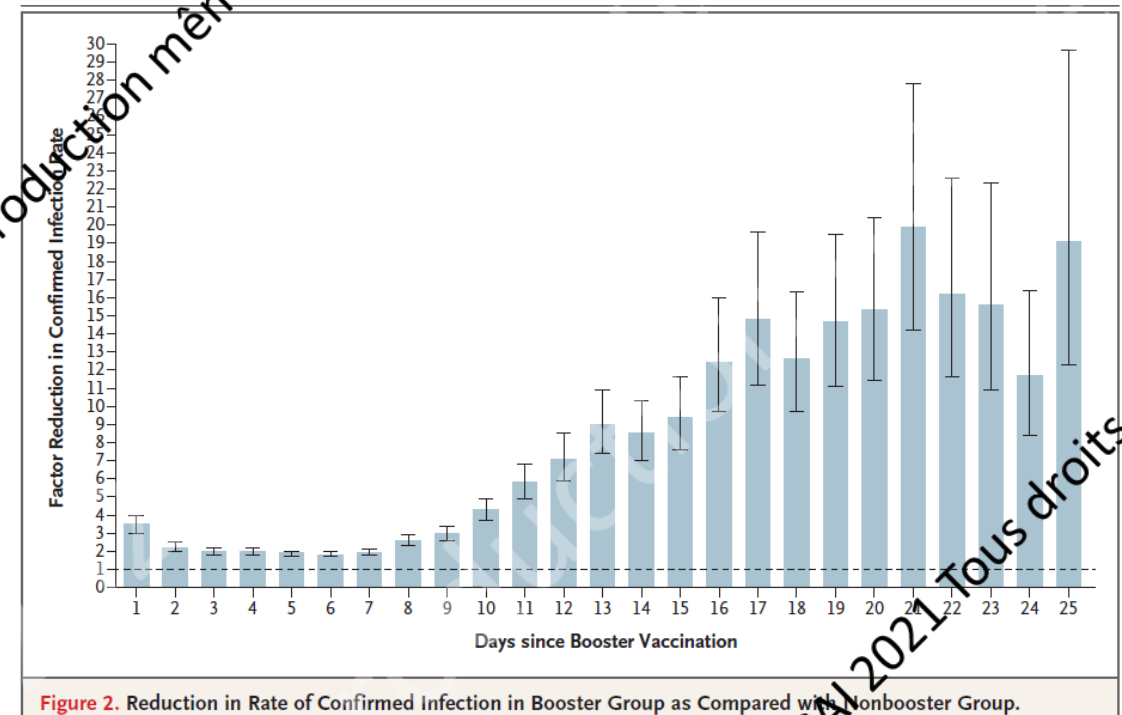
- Etude israélienne
- Données de registre entre le 30/07 et le 31/08
- Personnes > 60 ans vaccinées avec 2 doses de vaccin Pfizer au moins 5 mois plus tôt
- Comparaison des cas de COVID chez les vaccinés 3<sup>e</sup> dose et chez ceux n'ayant pas eu de rappel
- Dès le 11<sup>e</sup> jour après la dose de rappel
  - diminution par 11 du taux d'infection
  - par 19 d'infection sévère

**Table 2. Primary Outcomes of Confirmed Infection and Severe Illness.\***

Outcome	Nonbooster Group	Booster Group	Adjusted Rate Ratio (95% CI)†
Confirmed infection			11.3 (10.4 to 12.3)
No. of cases	4439	934	
No. of person-days at risk	5,193,825	10,601,110	
Severe illness			19.5 (12.9 to 29.5)
No. of cases	294	29	
No. of person-days at risk	4,574,439	6,265,361	

## Protection of BNT162b2 Vaccine Booster against Covid-19 in Israel

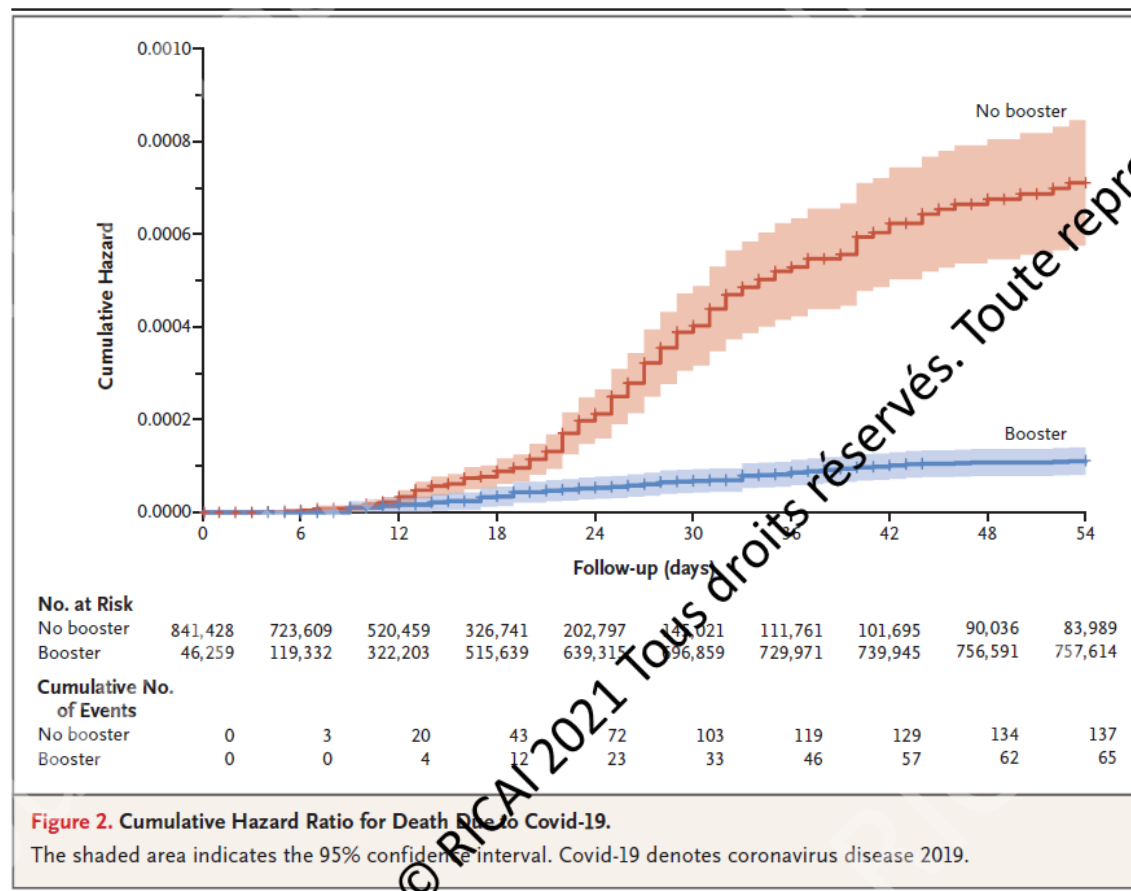
Yinon M. Bar-On, M.Sc., Yair Goldberg, Ph.D., Micha Mandel, Ph.D.,



# Efficacité de la 3<sup>e</sup> dose: mortalité

## BNT162b2 Vaccine Booster and Mortality Due to Covid-19

Ronen Arbel, Ph.D., Ariel Hammerman, Ph.D., Ruslan Sergienko, M.A.,  
Michael Friger, Ph.D., Alon Peretz, M.D., Doron Netzer, M.D.,  
and Shlomit Yaron, M.D.



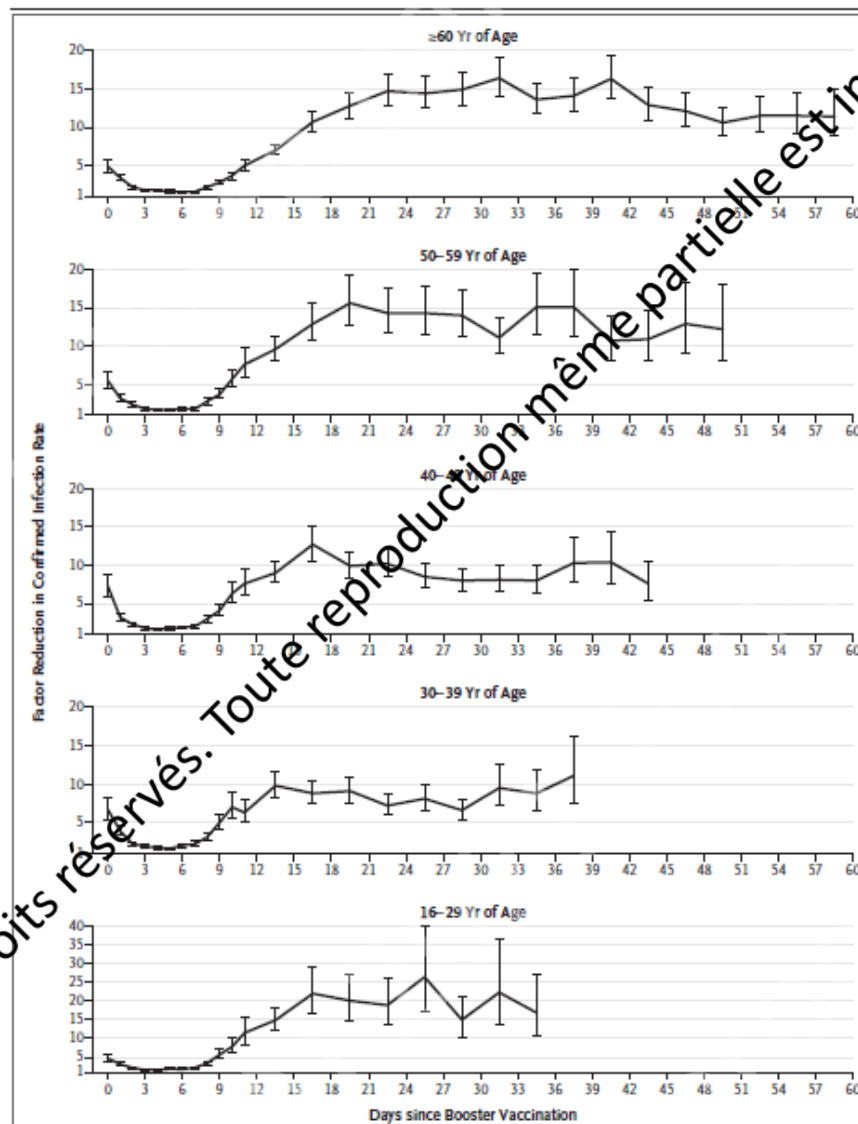
**Table 2. Association of Confounding Variables with Death Due to Covid-19.\***

Variable	Hazard Ratio for Death Due to Covid-19 (95% CI)	P Value
Booster received	0.10 (0.07–0.14)	<0.001
Age	1.10 (1.09–1.12)	<0.001
Male sex	2.49 (1.82–3.41)	<0.001
Socioeconomic status	0.98 (0.92–1.04)	0.45
Diabetes	1.29 (0.96–1.72)	0.09
Chronic obstructive pulmonary disease	1.31 (0.86–1.99)	0.22
Chronic kidney failure	2.27 (1.63–3.15)	<0.001
Ischemic heart disease	0.96 (0.69–1.32)	0.80
Chronic heart failure	1.41 (0.95–2.09)	0.09
Obesity	1.17 (0.87–1.58)	0.30
Lung cancer	3.20 (1.49–6.88)	0.003
History of cerebrovascular accident	1.54 (1.08–2.17)	0.02
History of transient ischemic attack	0.87 (0.50–1.51)	0.63
History of smoking	1.10 (0.82–1.49)	0.52

# Efficacité de la 3<sup>e</sup> dose en fonction de l'âge

## Protection against Covid-19 by BNT162b2 Booster across Age Groups

Yinon M. Bar-On, M.Sc., Yair Goldberg, Ph.D., Micha Mandel, Ph.D., Omri Bodenheimer, M.Sc., Laurence Freedman, Ph.D., Sharon Alroy-Preis, M.D., Nachman Ash, M.D., Amit Huppert, Ph.D., and Ron Milo, Ph.D.



**Figure 2.** Reduction in Rate of Confirmed Infection in the Booster Group as Compared with the Nonbooster Group. Shown is the factor reduction in the rate of confirmed infection among participants who received a third (booster) dose of the BNT162b2 vaccine as compared with those who did not receive a booster dose, according to the number of days after the administration of the booster dose, for different age groups. The 1 bars represent 95% confidence intervals, which have not been corrected for multiplicity.

# Variant OMICRON? Neutralisation

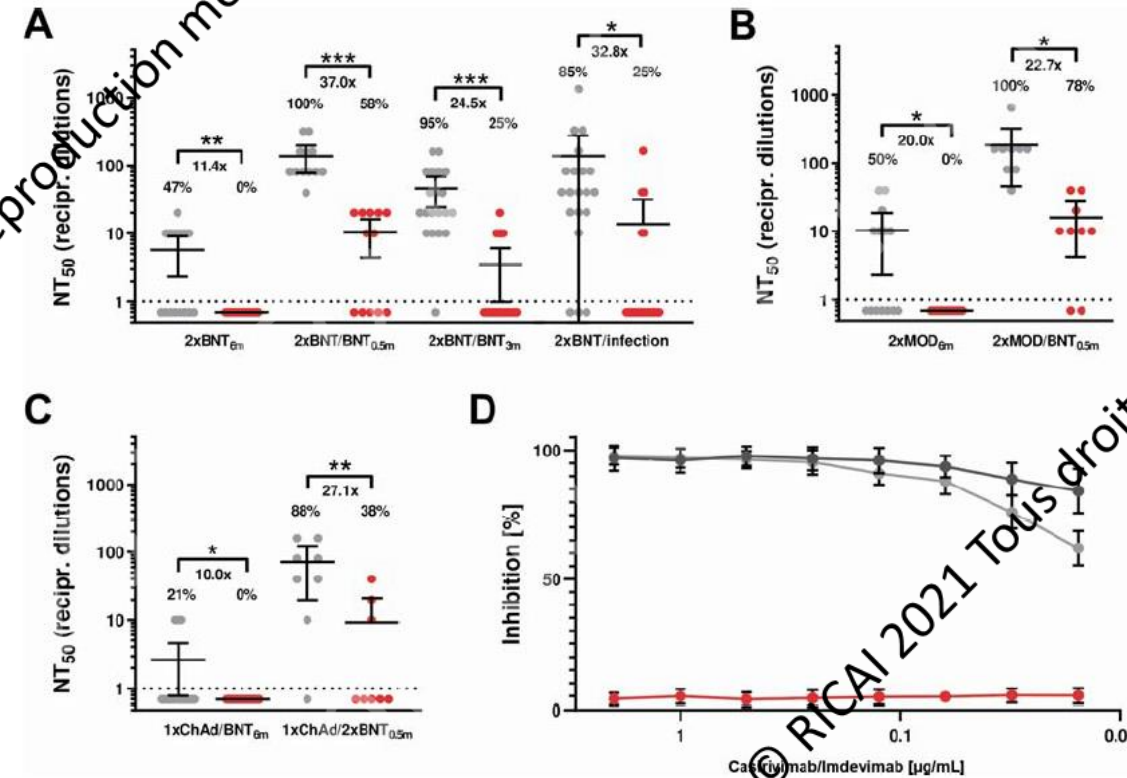
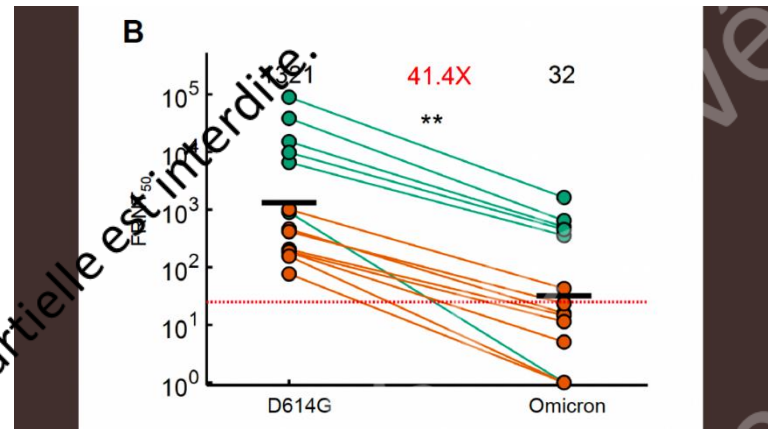
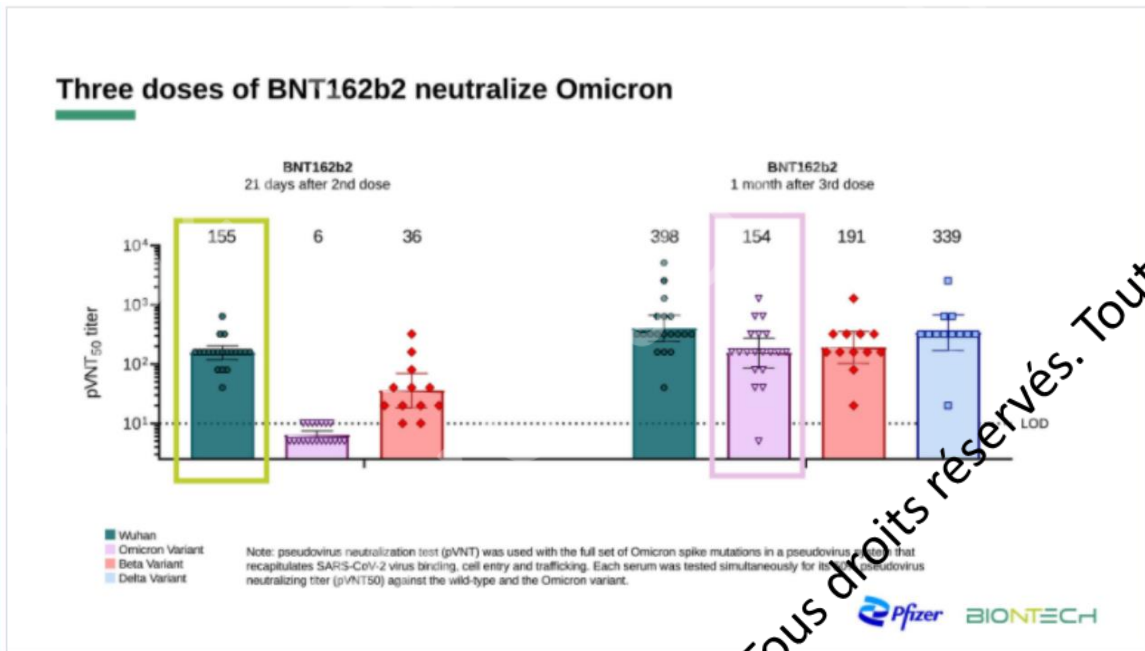


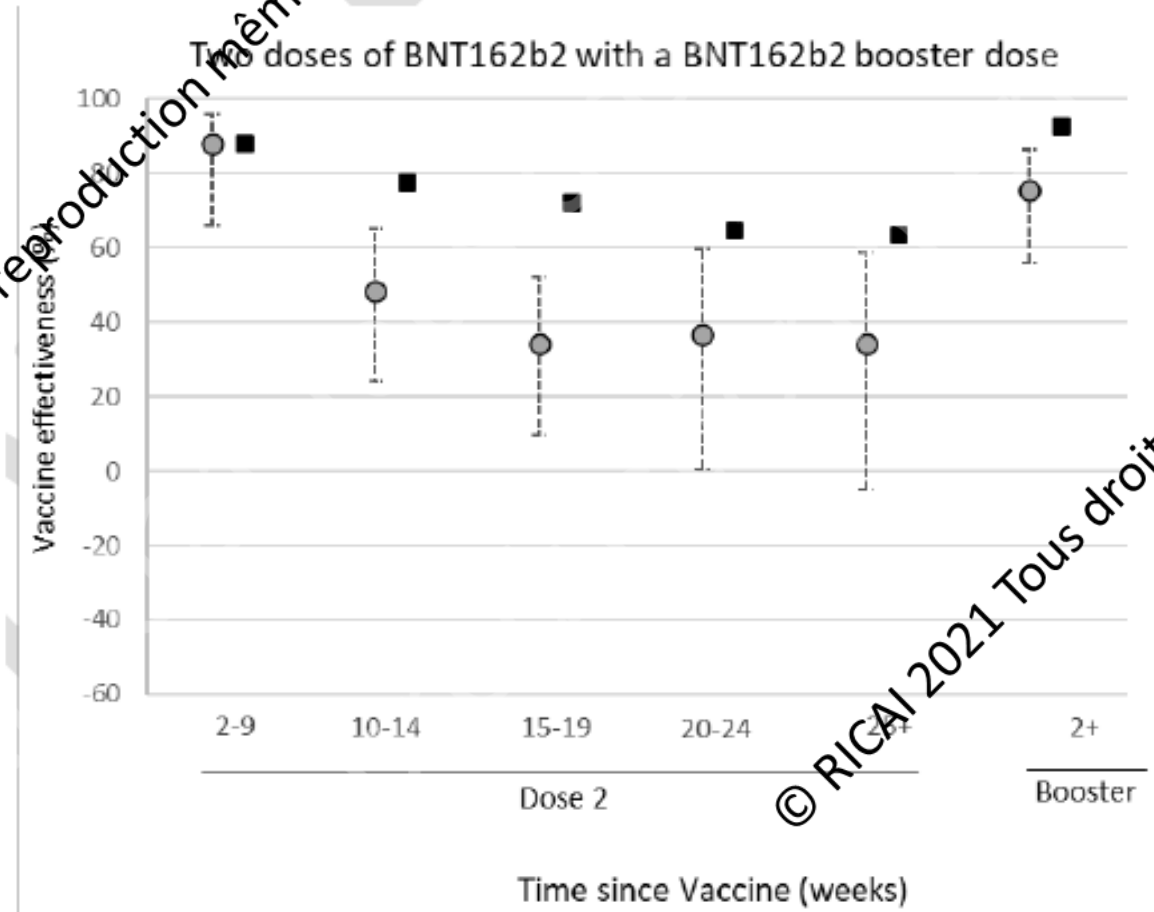
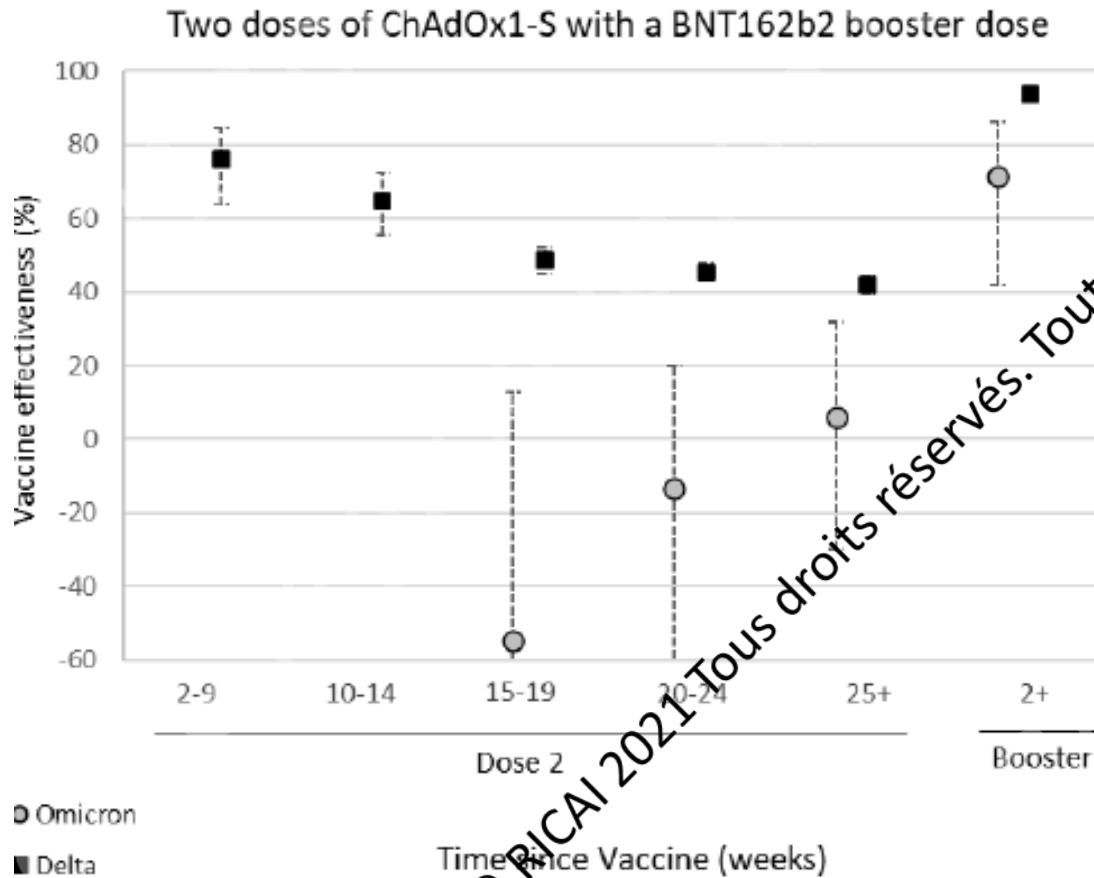
Figure 1 - Antibody-mediated neutralization efficacy against authentic SARS-CoV-2 variants Delta and Omicron. Values represent reciprocal dilutions of SARS-CoV-2 variants Delta (grey) and Omicron (red) micro-medRxiv preprint doi: <https://doi.org/10.1101/2021.12.07.21267432>;



# Variant OMICRON: Efficacité vaccinale ?

## Effectiveness of COVID-19 vaccines against the Omicron (B.1.1.529) variant of concern

Nick Andrews PhD<sup>1,2</sup>, Julia Stowe PhD<sup>1</sup>, Freja Kirsebom PhD<sup>1</sup>, Samuel Toffa PhD<sup>1</sup>, Tim



Tous droits réservés. Toute reproduction même partielle est interdite.

Tous droits réservés. Toute reproduction même partielle est interdite.

© RICAI 2021 Tous droits réservés.

# Sécurité des vaccins Covid-19

## Vaccins à ARNm

- **Toxicité cardiaque** : myocardite et pericardite  
2,13 cas pour 100 000  
dans les 10 premiers jours (2<sup>e</sup> dose)  
FDR: Moderna, hommes (x10), 18-25 ans  
**homme jeunes: >1 /10 000**
- Adénopathies

Witberg et al, NEJM, 2021

Mevorach et al., NEJM, 2021

ACIP

## Vaccins à vecteurs viraux

- **Syndromes thrombotiques thrombocytémiques (TTS)**  
1/100 000 à 1/1 000 000 (Janssen)  
1/100 000 (AZ)  
dans les 30 premiers jours (1<sup>ère</sup> dose)  
FDR: Femmes, <60 ans  
Physiopathologie analogue à TTH
- Toxicité neuromusculaire (SGB)

Greinacher et al, NEJM, 2021

EMA, ACIP

# Conclusion

- Campagne de vaccination inédite face à une crise sanitaire majeure
- Vaccins efficaces développés en un temps record faisant appel à des technologies vaccinales innovantes et bien tolérées
- Baisse de l'efficacité avec le temps, majorée par le variant Delta
- Variant OMICRON: nécessité d'une 3<sup>e</sup> dose et probablement d'un vaccin adapté
- Variants potentiellement résistants nécessitant une surveillance soignée et une adaptation des recommandations
- Enjeux de la vaccination mondiale sur un plan éthique, logistique et sanitaire

# Vaccination hétérologue

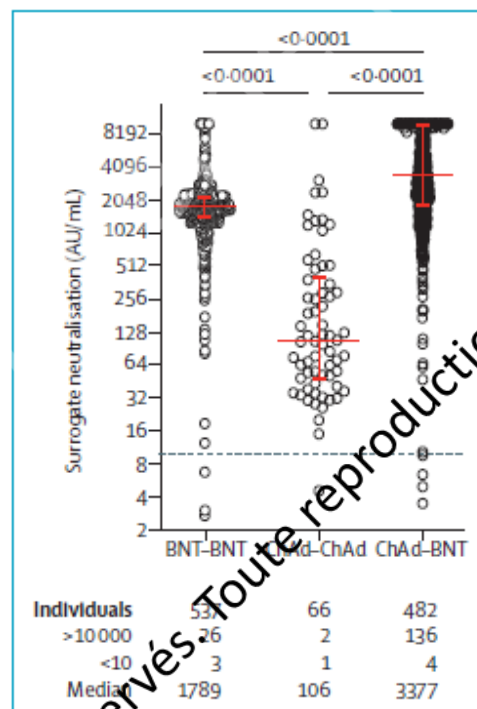


Figure 1. Comparison of surrogate neutralisation activity induced by homologous and heterologous COVID-19 vaccine regimens. Dots represent the results from individual vaccinees analysed by the two study laboratories (appendix pp 2–3). p values from a Dunn's test for multiple comparisons are shown above the graph. Median and interquartile ranges are indicated by red horizontal lines. Below the graph, the total numbers of individual participants, the numbers below the lower (<10) and above the upper (>10 000) cutoff of the surrogate neutralisation assay, and median values of each group are shown.

Heterologous  
prime-boost  
vaccination with  
ChAdOx1 nCoV-19  
and BNT162b2



*Lancet Infect Dis* 2021  
Published Online  
July 29, 2021  
[https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(21\)00420-5](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(21)00420-5)

Matthias Tenbuscht,

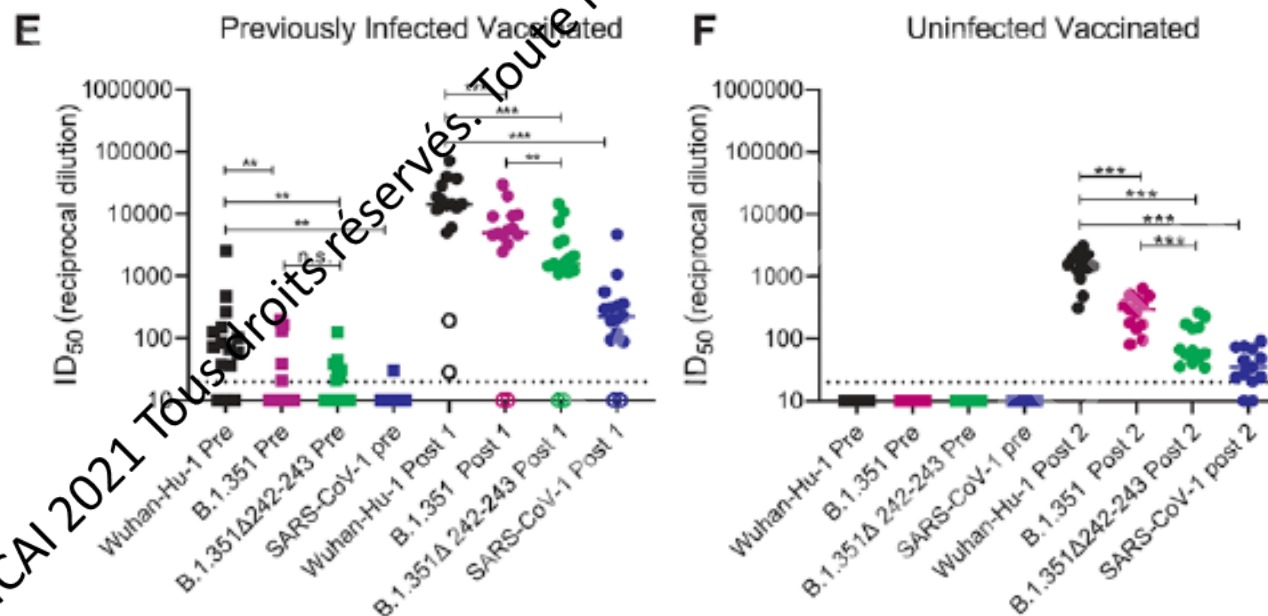
Cite as: L. Stamatatos *et al.*, *Science* 10.1126/science.abg9175 (2021).

# Boost ARNm après infection

## mRNA vaccination boosts cross-variant neutralizing antibodies elicited by SARS-CoV-2 infection

Leonidas Stamatatos<sup>1,2\*</sup>, Julie Czartoski<sup>1</sup>, Yu-Hsin Wang<sup>1</sup>, Leah J. Homad<sup>1</sup>, Vanessa Rubin<sup>1</sup>, Hayley Glantz<sup>1</sup>, Moni Neradilek<sup>1</sup>, Emilie Seydoux<sup>1</sup>, Madeleine F. Jennewein<sup>1</sup>, Anna J. MacCamy<sup>1</sup>, Junli Feng<sup>1</sup>, Gregory Mize<sup>1</sup>, Stephen C. De Rosa<sup>1,3</sup>, Andrés Finzi<sup>4,5,6</sup>, Maria P. Lemos<sup>1</sup>, Kristen W. Cohen<sup>1</sup>, Zoe Moodie<sup>1</sup>, M. Juliana McElrath<sup>1,2,7\*</sup>, Andrew T. McGuire<sup>1,2,3\*</sup>

- One dose of mRNA vaccine for subjects with a history of COVID infection boost cross variant neutralizing antibodies including South African vs 2 doses for uninfected subjects



© RICAI 2021 Tous droits réservés.

# SARS CoV-2 vaccines safety

- Local and general reactogenicity
- rare cases of **anaphylaxis** (<1/100 000), mRNA vaccines
- mainly in people with a history of severe allergie
  
- **Thrombosis after Covid 19 vaccination:**
  - Rare events
  - Observed after vaccination with adenovirus vectored vaccines
  - Clinical picture is similar to heparin induced thrombocytopenia
  - « vaccine induced immune thrombotic thrombocytopenia »

The NEW ENGLAND JOURNAL of MEDICINE

REVIEW ARTICLE

John L. Longo, M.D., *Editor*

## Maintaining Safety with SARS-CoV-2 Vaccines

This article was published on December 30, 2020, at NEJM.org.

The NEW ENGLAND JOURNAL of MEDICINE

EDITORIAL



## SARS-CoV-2 Vaccine–Induced Immune Thrombotic Thrombocytopenia

Douglas B. Cines, M.D., and James B. Bussel, M.D.

DOI: 10.1056/NEJMe2106315

EDITORIALS

Check for updates

NH&M Health Protection Research Unit in  
Emergency Preparedness and Response,  
Norwich Medical School, University of  
East Anglia, Norwich, UK  
Paul.Hunter@uea.ac.uk  
Cite this as: *BMJ* 2021;373:n958

Thrombosis after covid-19 vaccination

These rare events must not derail vaccination efforts

Paul R Hunter *professor in medicine*

Tous droits réservés. Toute reproduction même partielle est interdite.

© RICAI 2021 Tous droits réservés.

© RICAI 2021 Tous droits réservés.

# Sécurité des vaccins ARNm

- Myocardites post vaccinales
- Le plus souvent chez l'homme jeune
- Après la 2<sup>e</sup> dose
- Majoritairement vaccins ARNm
- Evolution favorable

Research

JAMA Cardiology | Brief Report

## Patients With Acute Myocarditis Following mRNA COVID-19 Vaccination

Han W. Kim, MD; Elizabeth R. Jenista, PhD; David C. Wendell, PhD; Clerio F. Azevedo, MD; Michael J. Campbell, MD; Stephen N. Darty, BS; Michele A. Parker, MS; Raymond J. Kim, MD

Figure 1. Patients With Cardiac Magnetic Resonance Imaging Findings Consistent With Acute Myocarditis

