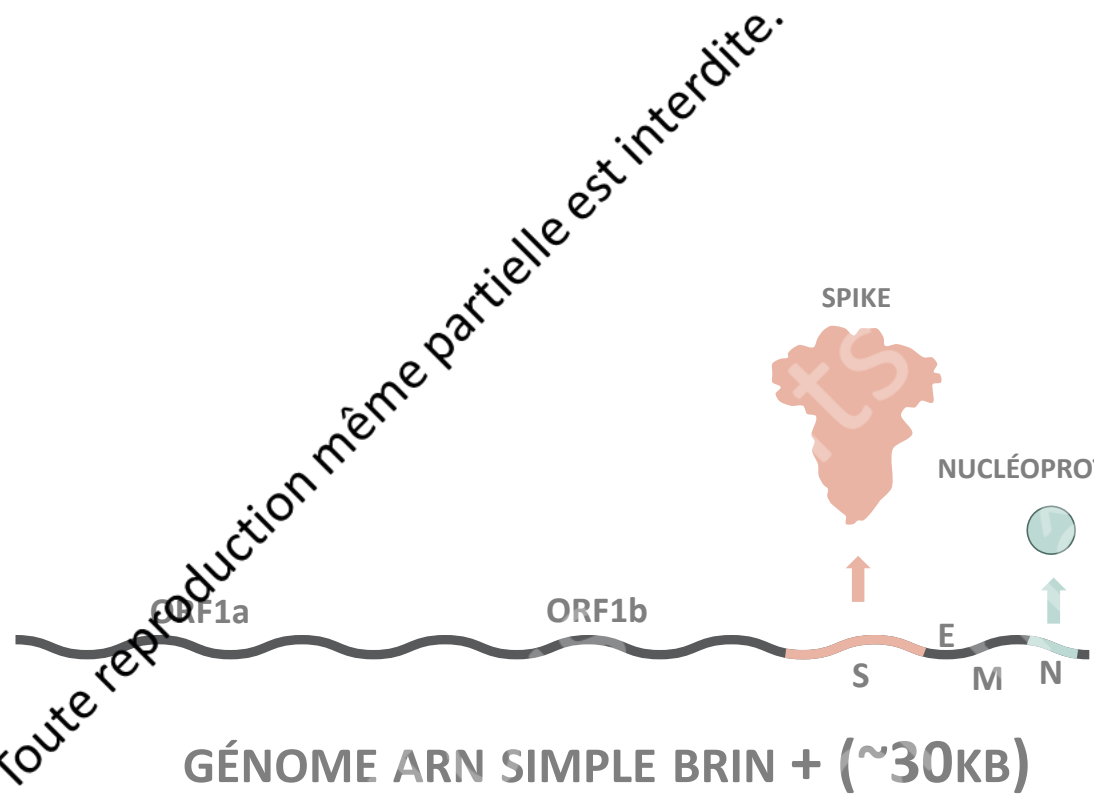
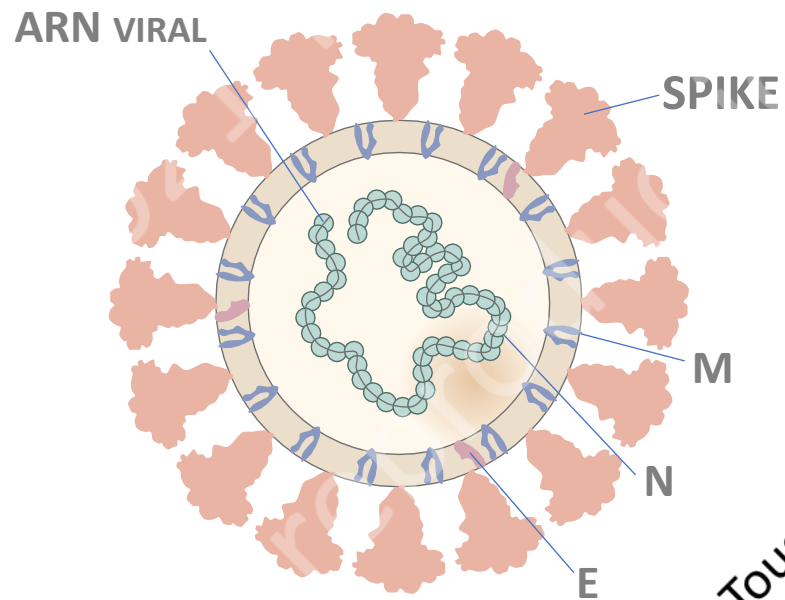


A world map with white outlines on a black background. The continent of Europe is highlighted in green, and the continent of Asia is highlighted in blue. A white rectangular box is overlaid on the map, containing text.

# Dynamique évolutive du SARS-CoV-2 et variants

41<sup>ème</sup> Réunion Interdisciplinaire de  
Chimiothérapie Anti-Infectieuse  
13 décembre 2021

# SARS-CoV-2



GÉNOME ARN SIMPLE BRIN + (~30KB)

Tous droits réservés. Toute reproduction même partielle est interdite.

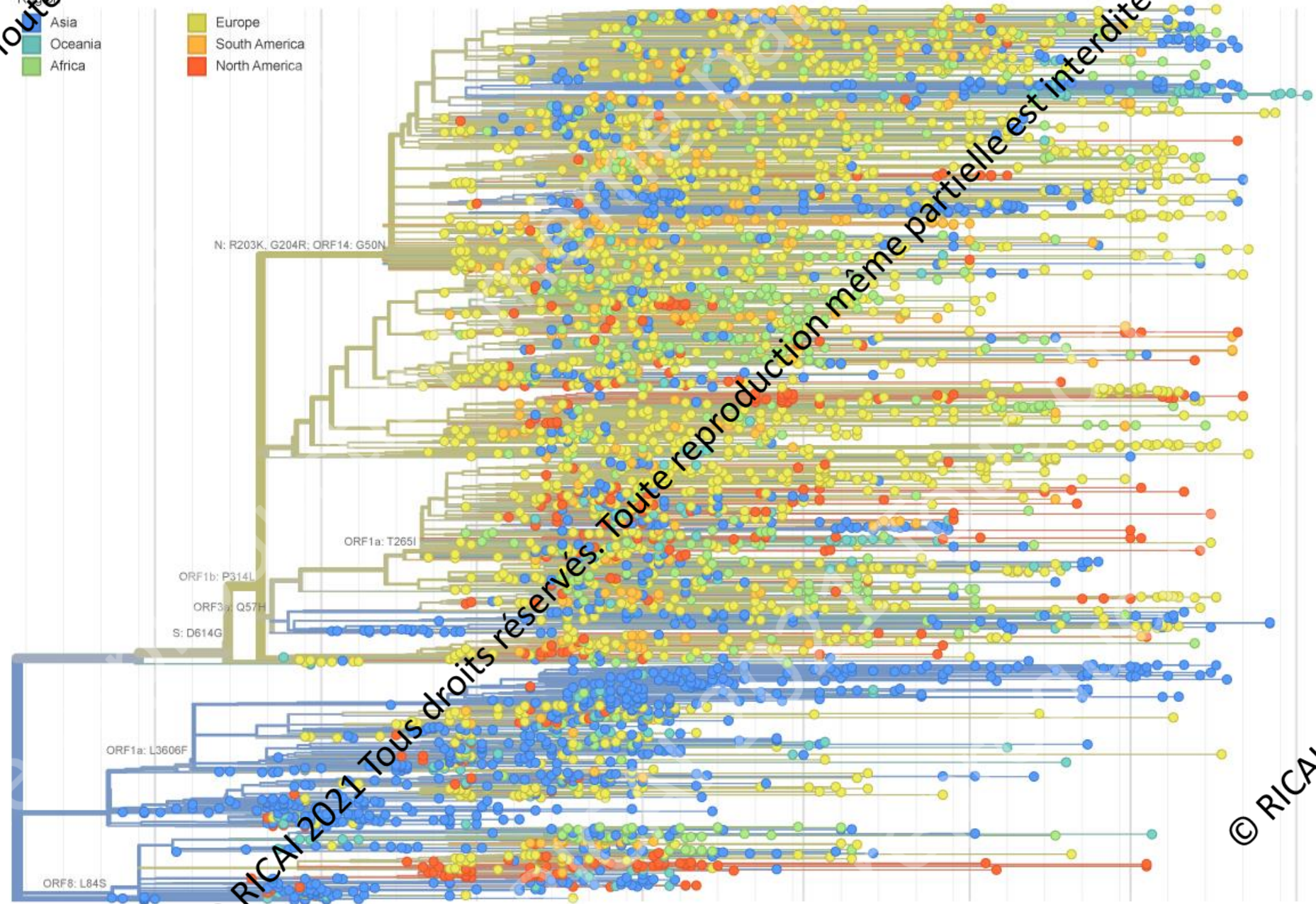
© RICAI 2021 Tous droits réservés. Toute reproduction même partielle est interdite.

© RICAI 2021 Tous droits réservés.

# ÉVOLUTION DU SARS-COV-2 – DIFFUSION INITIALE ET CIRCULATION LOCALE

Region  
Asia  
Oceania  
Africa

Europe  
South America  
North America



ACCUMULATION  
RÉGULIÈRE  
DE MUTATIONS

Tous droits réservés. Toute reproduction même partielle est interdite.

Tous droits réservés. Toute reproduction même partielle est interdite.

**GISAID**  
Visualisé avec  
**Nextstrain**

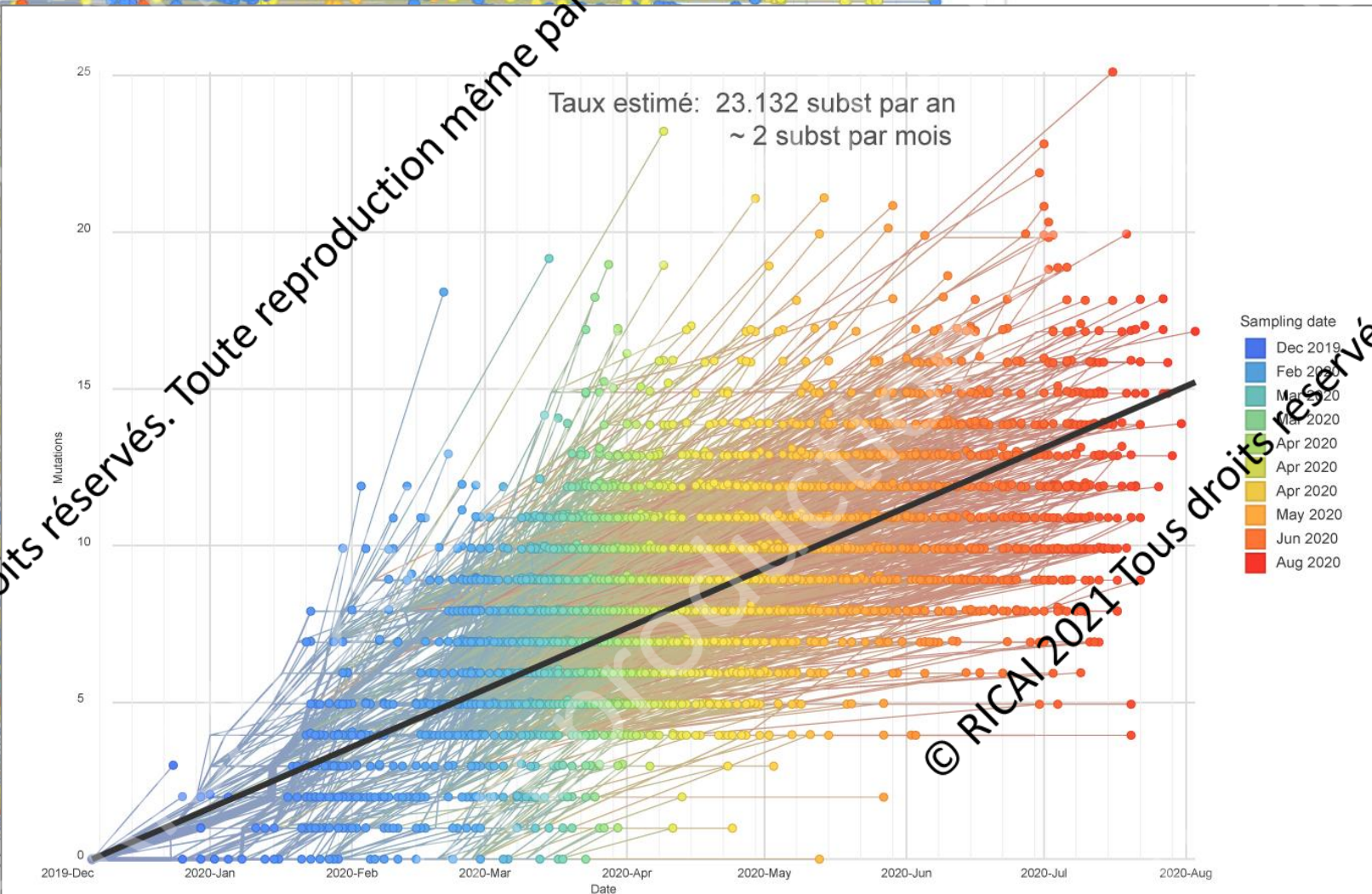
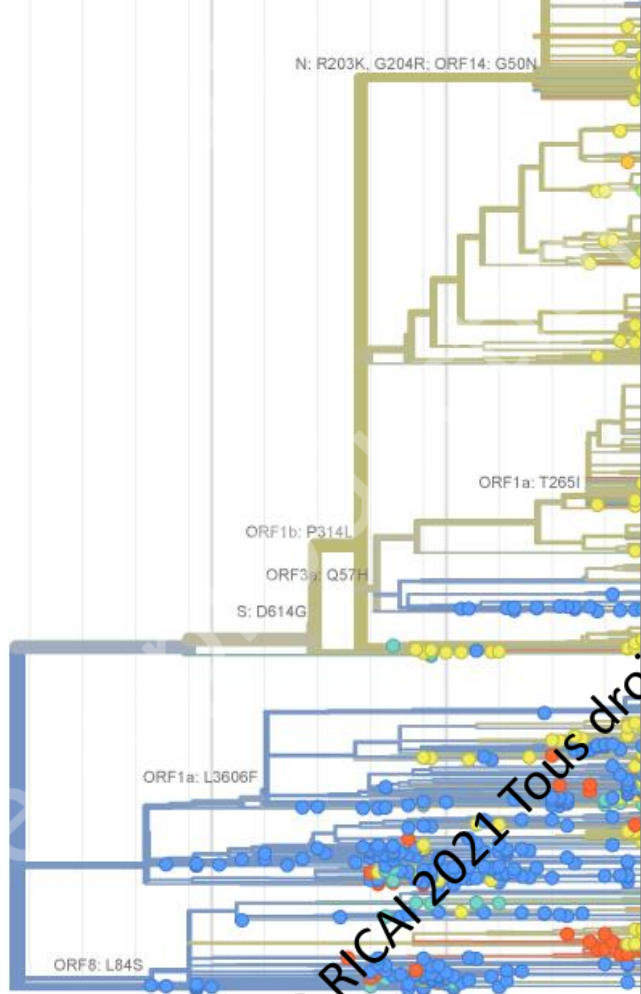
# EVOLUTION DU SARS-COV-2 – DIFFUSION INITIALE ET CIRCULATION LOCALE

Tous droits réservés. Toute reproduction même partielle est interdite.

Region  
 Asia  
 Oceania  
 Africa

Europe  
 South America  
 North America

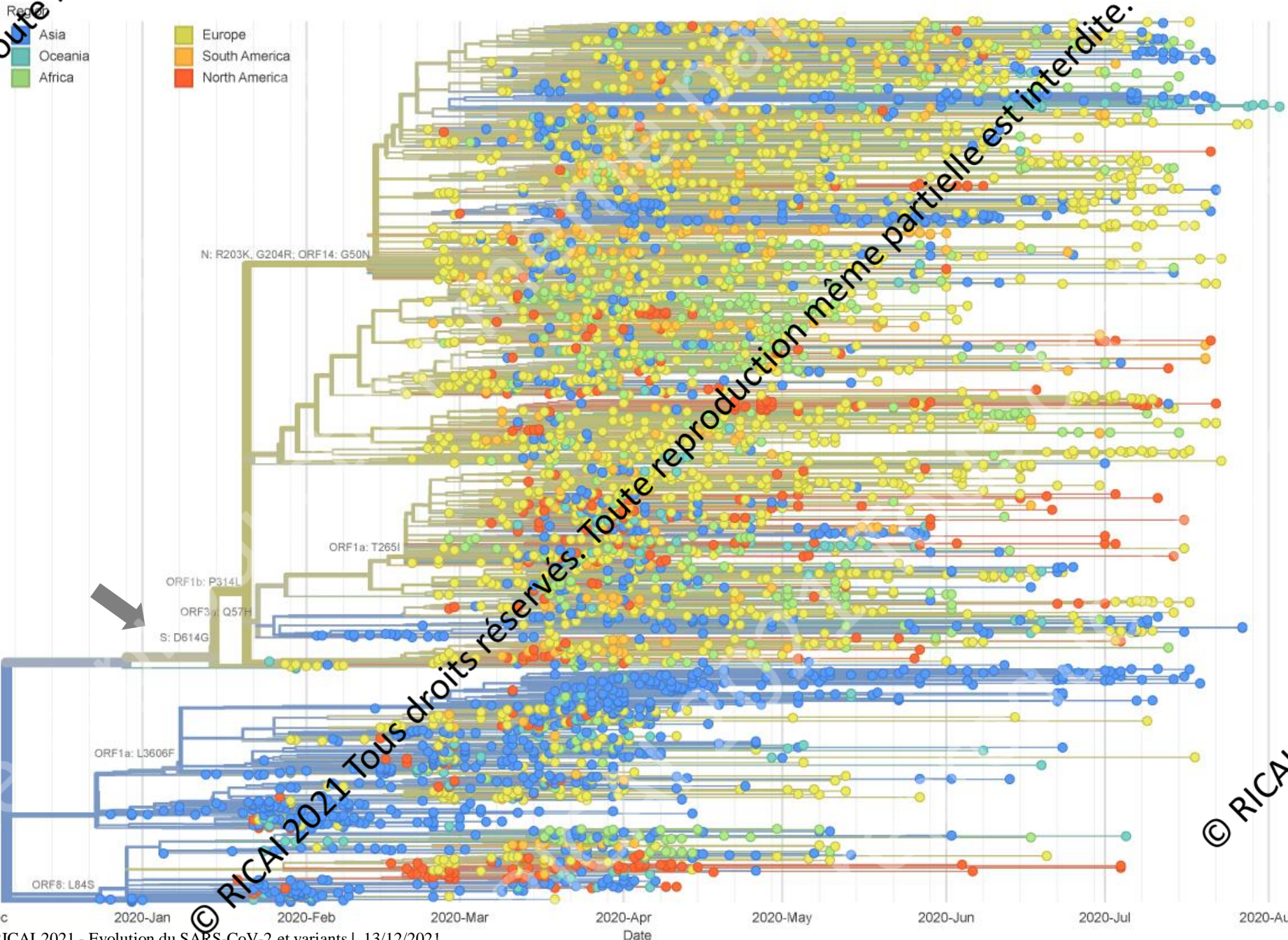
ACCUMULATION  
 RÉGULIÈRE  
 DE MUTATIONS



**GISAI**  
 Visualisé avec  
**Nextstrain**

© RICAI 2021 Tous droits réservés.

# EVOLUTION DU SARS-COV-2 – DIFFUSION INITIALE ET CIRCULATION LOCALE



Tous droits réservés. Toute reproduction même partielle est interdite.

Tous droits réservés. Toute reproduction même partielle est interdite.

© RICAI 2021 Tous droits réservés.

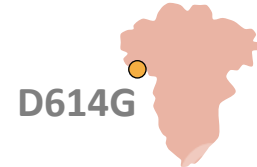
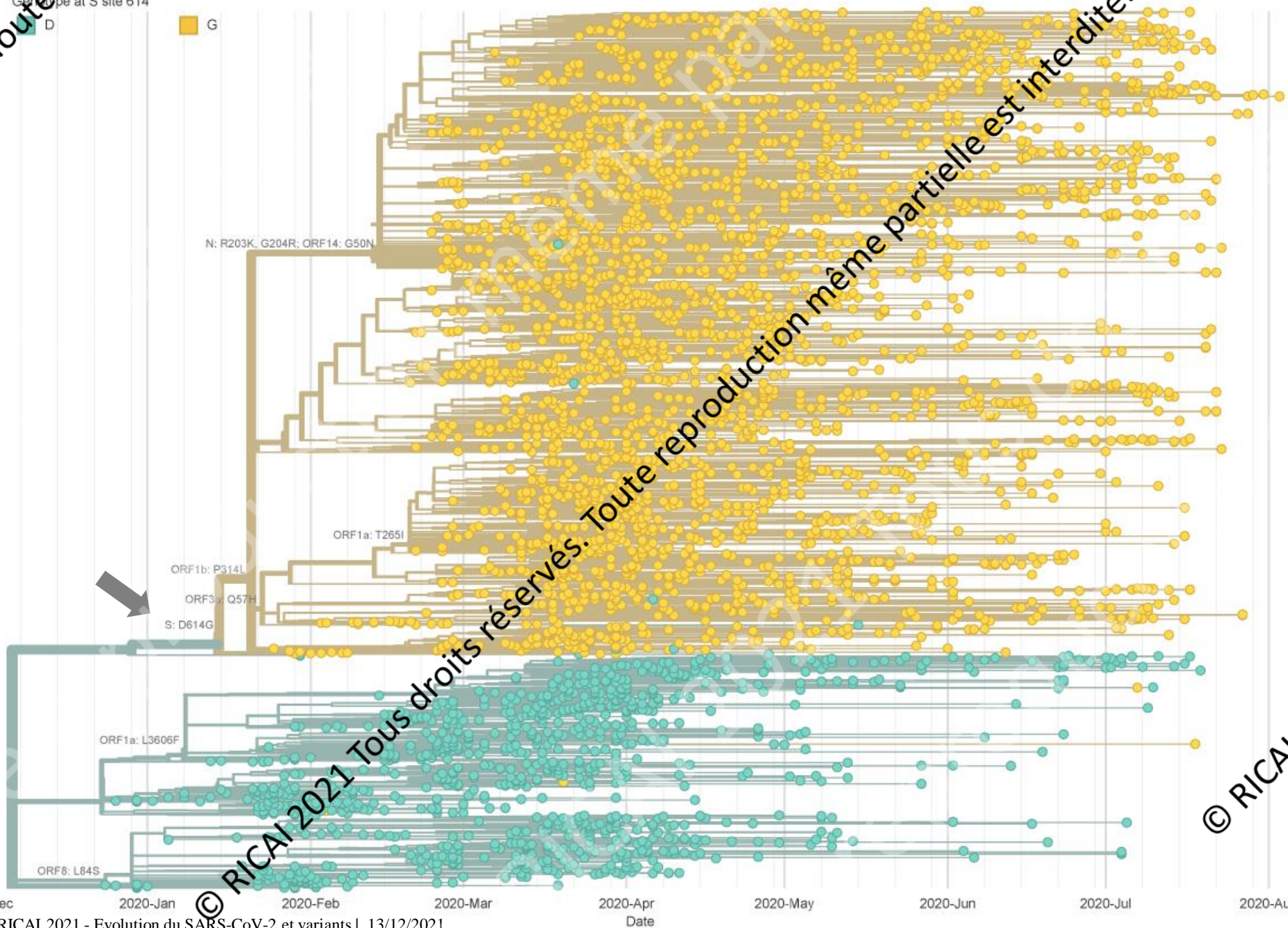


# LA SUBSTITUTION D614G DANS LA SPIKE

Genotype at S site 614

D

G



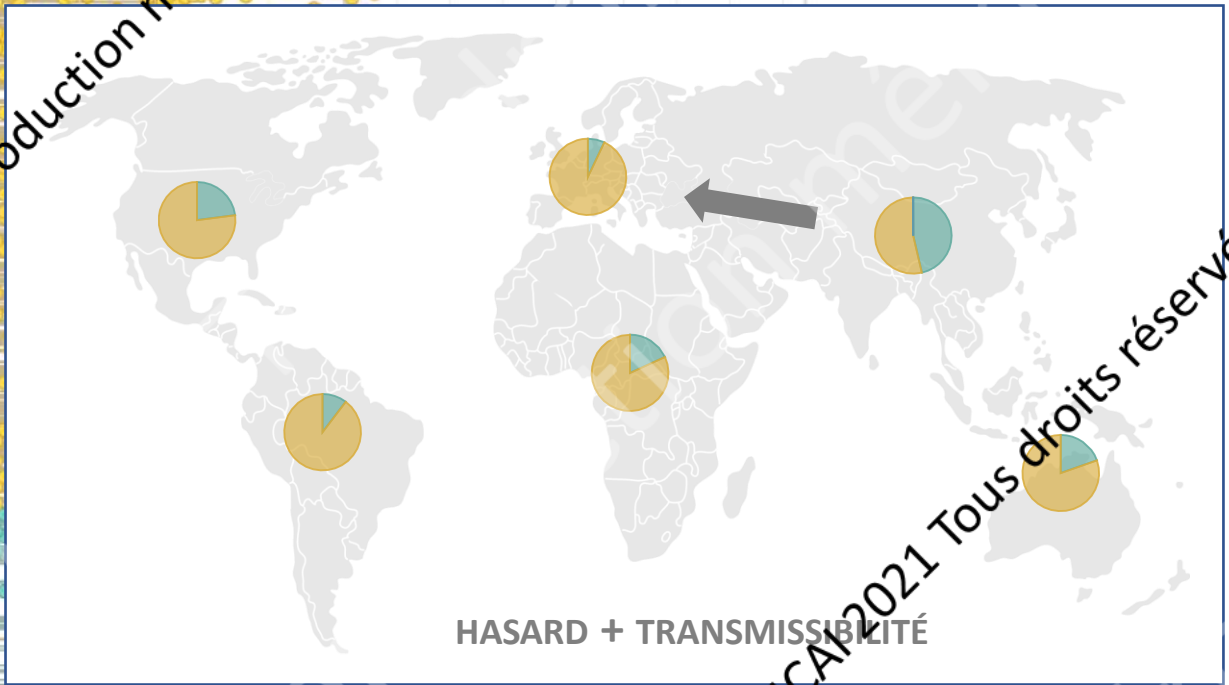
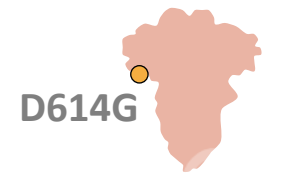
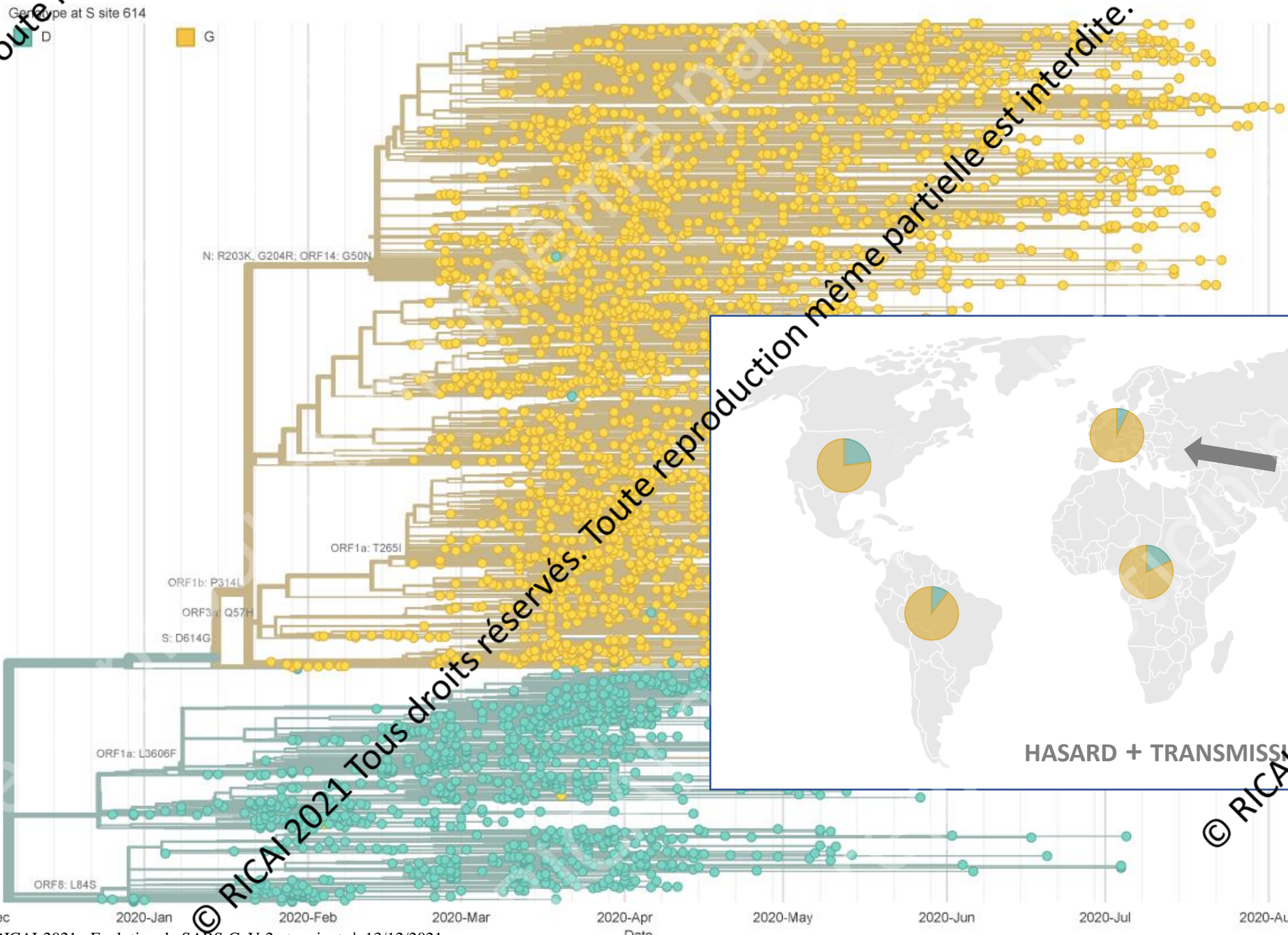
Tous droits réservés. Toute reproduction même partielle est interdite.

© RICAI 2021 Tous droits réservés.

**GISAID**  
Visualisé avec  
**Nextstrain**

# LA SUBSTITUTION D614G DANS LA SPIKE

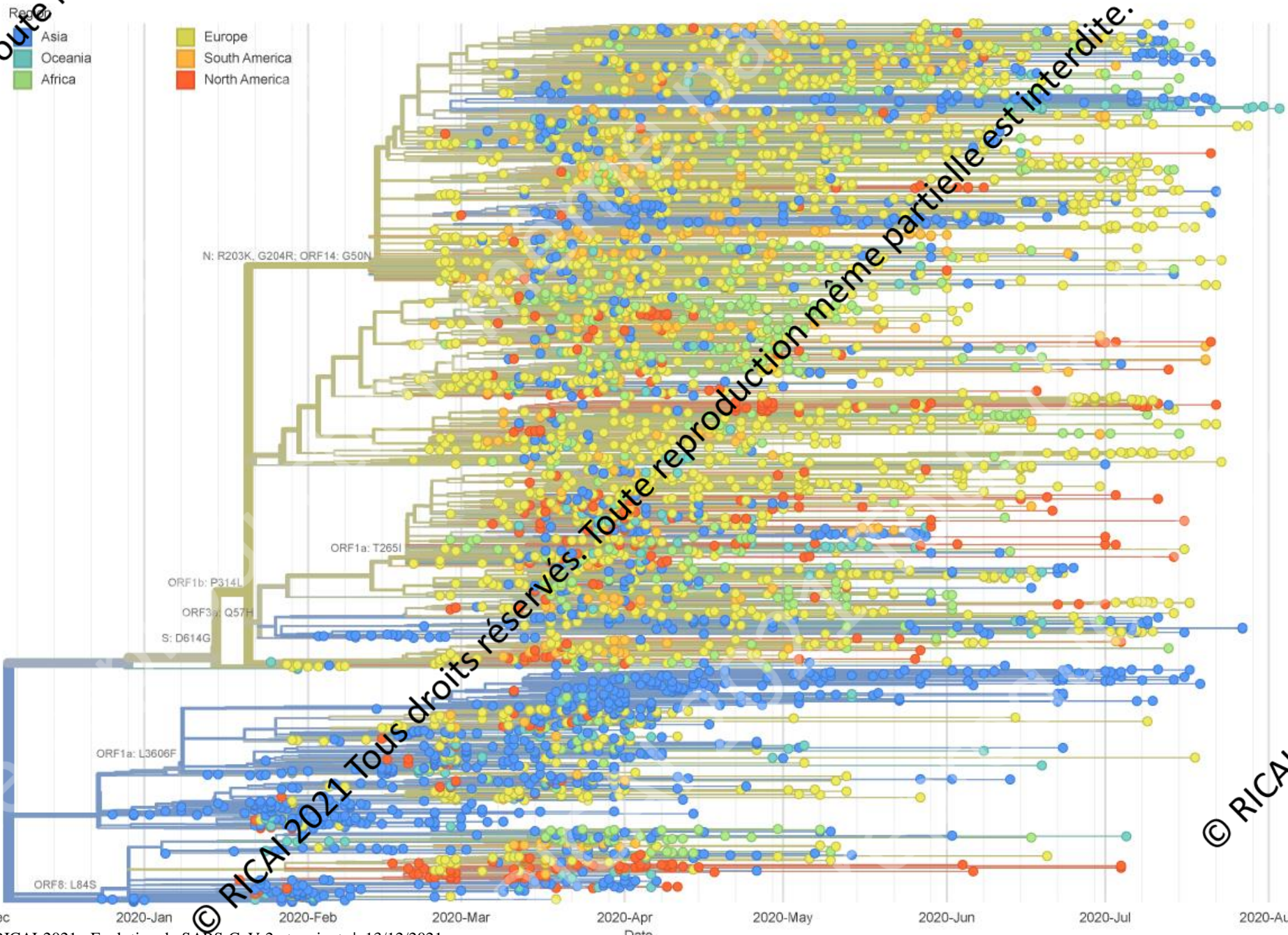
Tous droits réservés. Toute reproduction même partielle est interdite.



**GISAID**  
Visualisé avec  
**Nextstrain**

Tous droits réservés. Toute reproduction même partielle est interdite.

# EVOLUTION DU SARS-COV-2 – DIFFUSION INITIALE ET CIRCULATION LOCALE



Tous droits réservés. Toute reproduction même partielle est interdite.

PEU/PAS DE CHANGEMENTS PHÉNOTYPIQUES

© RICAI 2021 Tous droits réservés

**GISAID**  
Visualisé avec  
**Nextstrain**

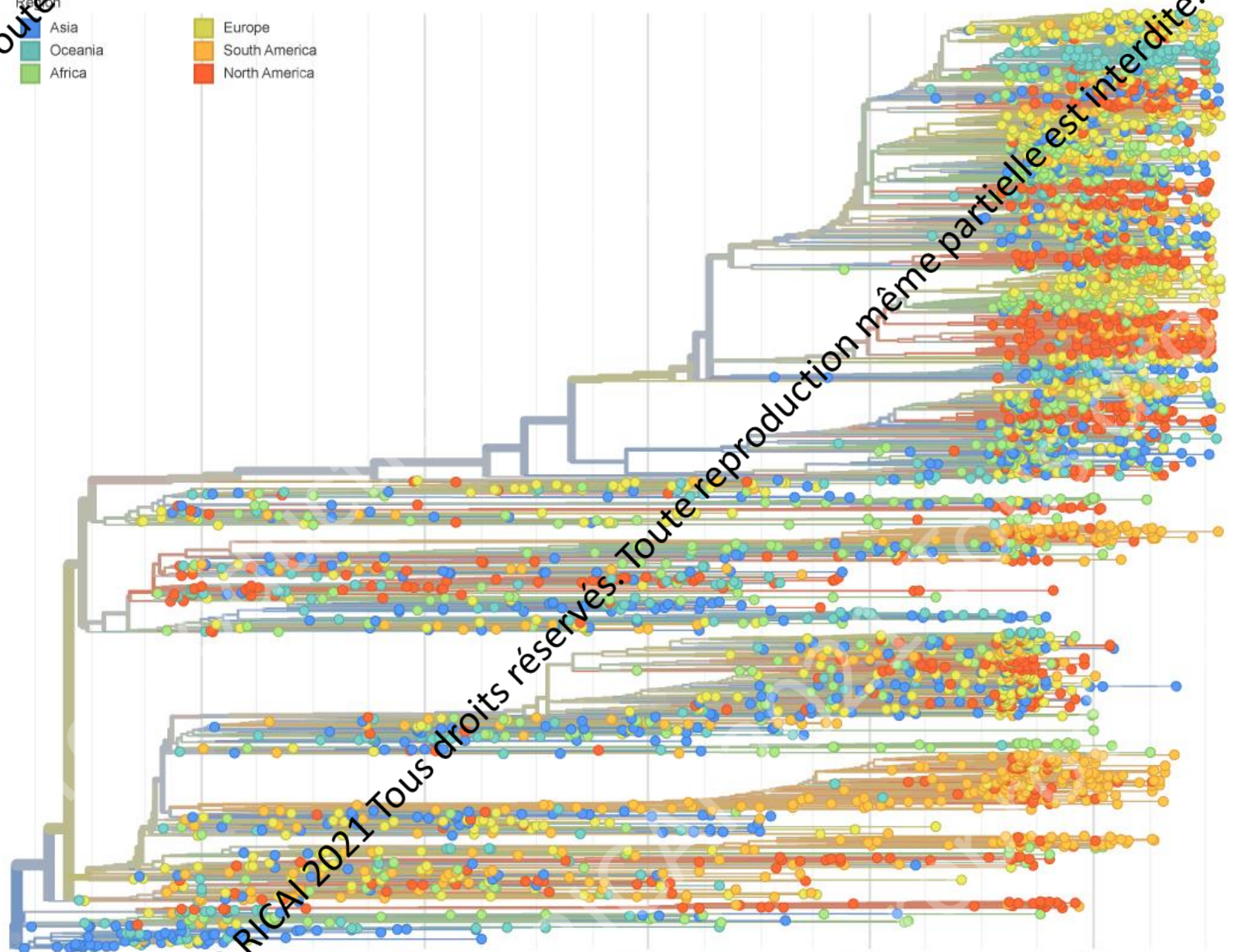


# ÉVOLUTION DU SARS-COV-2 – ÉMERGENCE DES VOCS

Région

- Asia
- Oceania
- Africa

- Europe
- South America
- North America



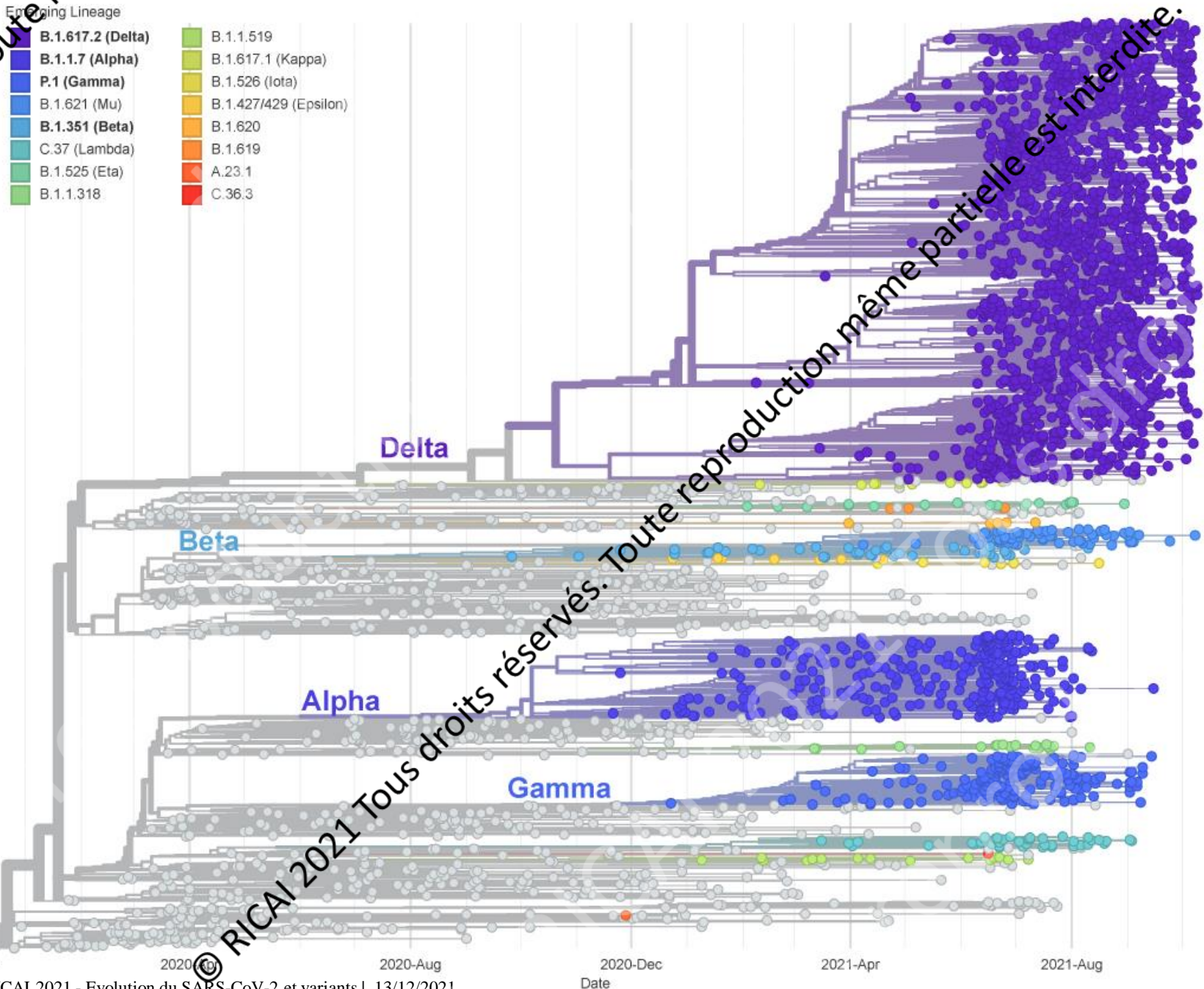
Tous droits réservés. Toute reproduction même partielle est interdite.

Tous droits réservés. Toute reproduction même partielle est interdite.

© RICAI 2021 Tous droits réservés.

**GISAID**  
Visualisé avec  
**Nextstrain**

# ÉVOLUTION DU SARS-COV-2 – ÉMERGENCE DES VOCS



Tous droits réservés. Toute reproduction même partielle est interdite.

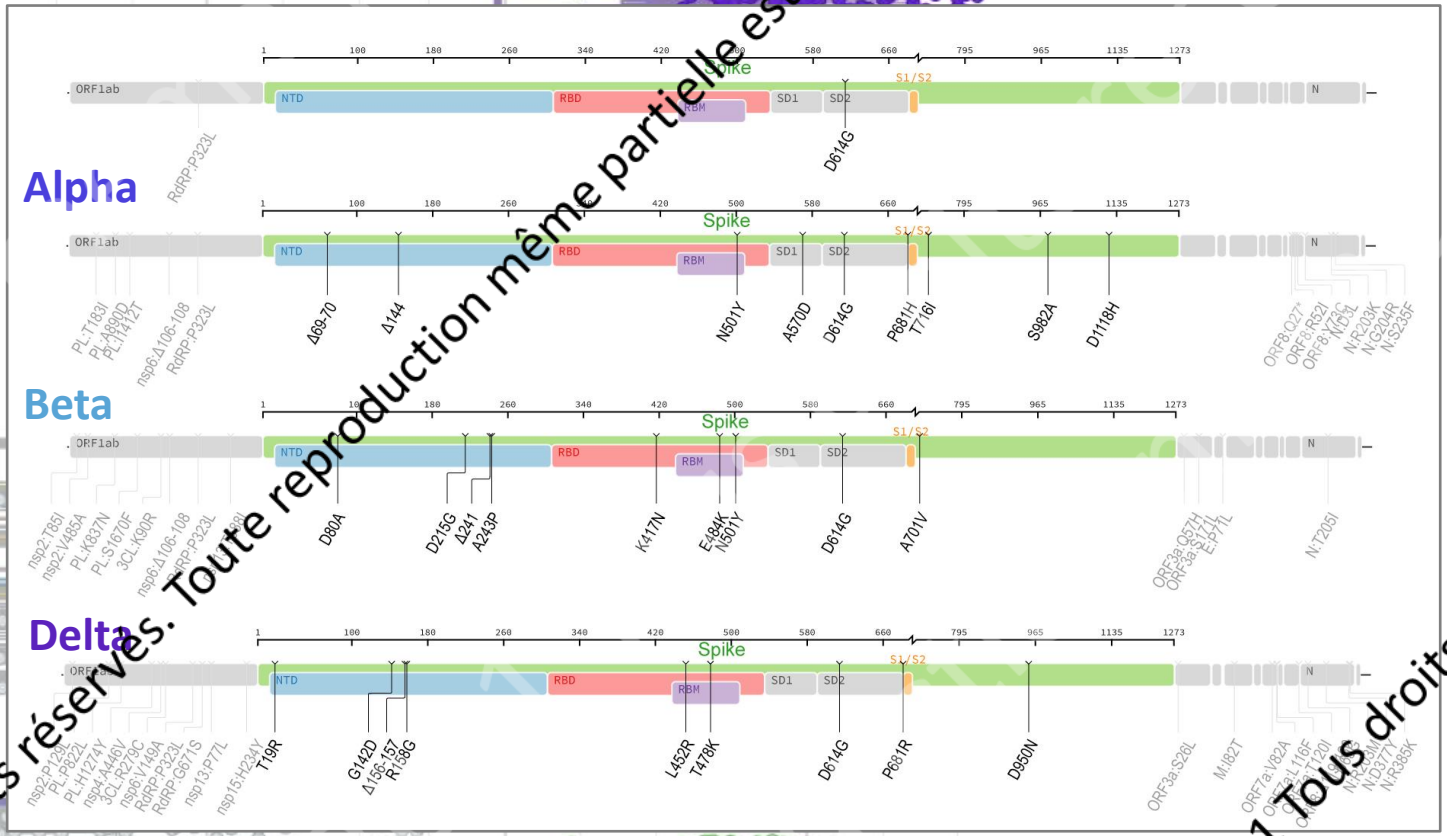
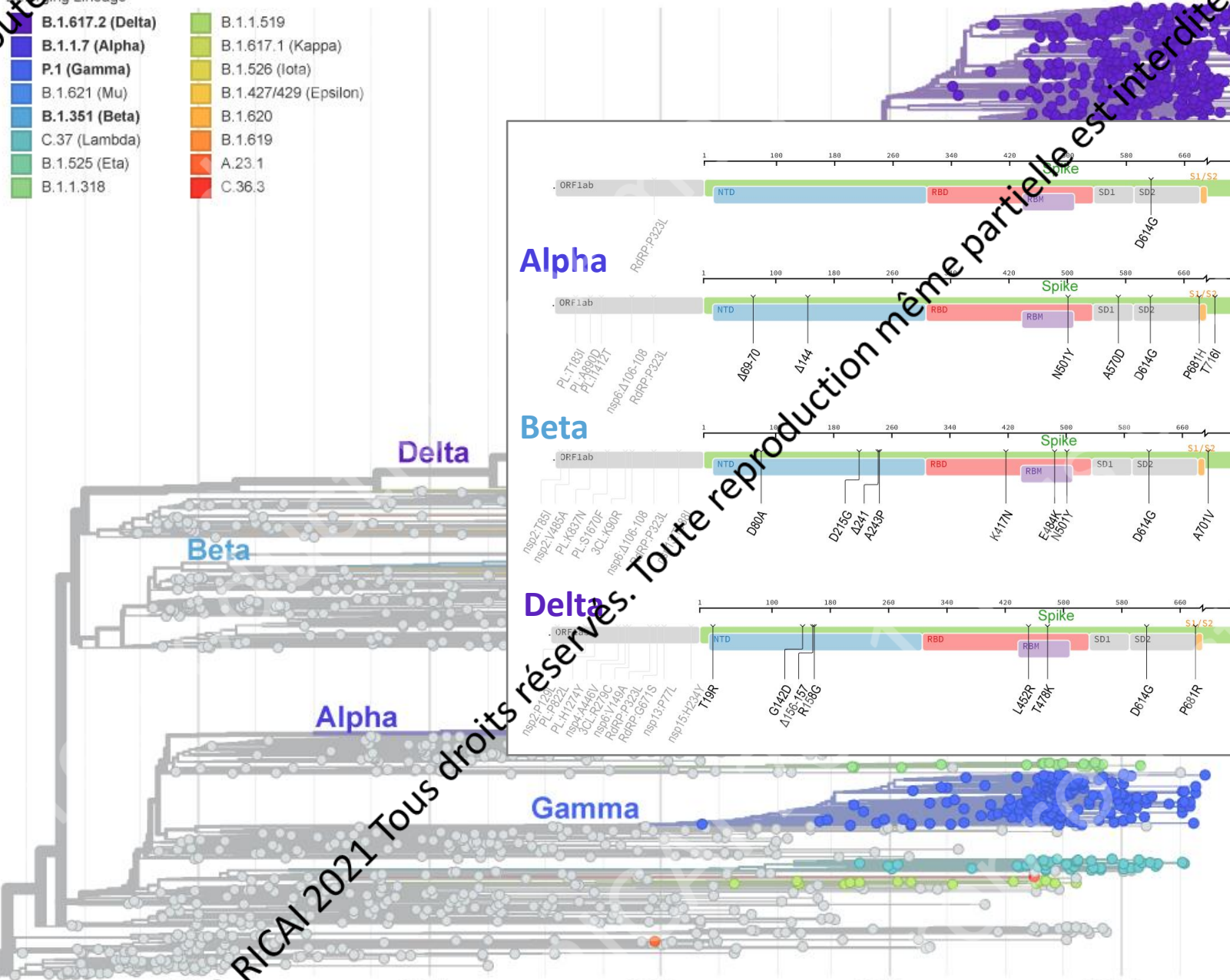
Tous droits réservés. Toute reproduction même partielle est interdite.

© RICAI 2021 Tous droits réservés.  
UN GRAND NOMBRE DE MUTATIONS



# ÉVOLUTION DU SARS-COV-2 – ÉMERGENCE DES VOCS

- Emerging Lineage
- B.1.617.2 (Delta)
  - B.1.1.7 (Alpha)
  - P.1 (Gamma)
  - B.1.621 (Mu)
  - B.1.351 (Beta)
  - C.37 (Lambda)
  - B.1.525 (Eta)
  - B.1.1.318
  - B.1.1.519
  - B.1.617.1 (Kappa)
  - B.1.526 (Iota)
  - B.1.427/429 (Epsilon)
  - B.1.620
  - B.1.619
  - A.23.1
  - C.36.3



Tous droits réservés. Toute reproduction même partielle est interdite.

Tous droits réservés. Toute reproduction même partielle est interdite.

Tous droits réservés. Toute reproduction même partielle est interdite.

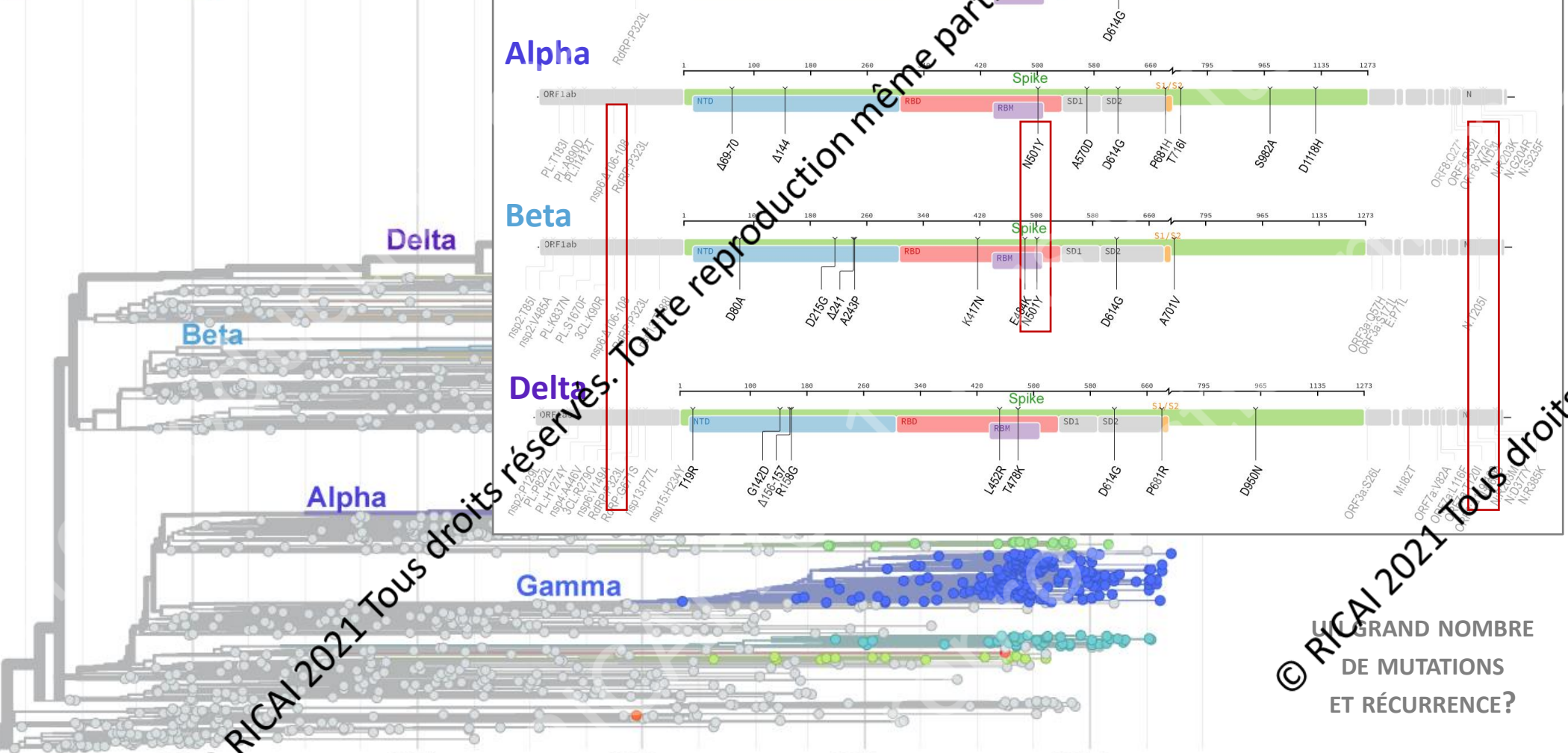


UN GRAND NOMBRE DE MUTATIONS

# ÉVOLUTION DU SARS-COV-2 – ÉMERGENCE DES VOCS

Tous droits réservés. Toute reproduction même partielle est interdite.

- Emerging Lineage
- B.1.617.2 (Delta)
  - B.1.1.7 (Alpha)
  - P.1 (Gamma)
  - B.1.621 (Mu)
  - B.1.351 (Beta)
  - C.37 (Lambda)
  - B.1.525 (Eta)
  - B.1.1.318
  - B.1.1.519
  - B.1.617.1 (Kappa)
  - B.1.526 (Iota)
  - B.1.427/429 (Epsilon)
  - B.1.620
  - B.1.619
  - A.23.1
  - C.36.3



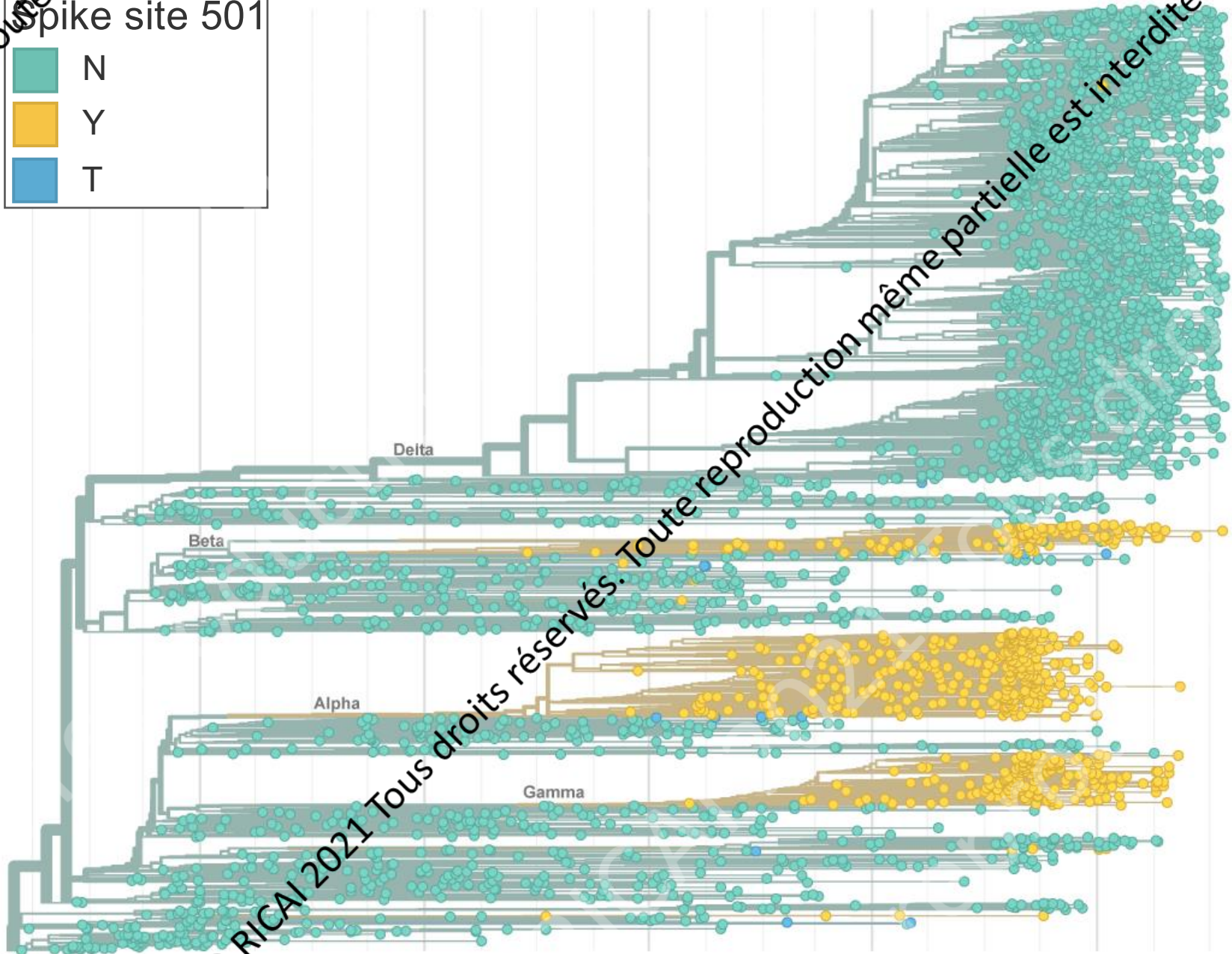
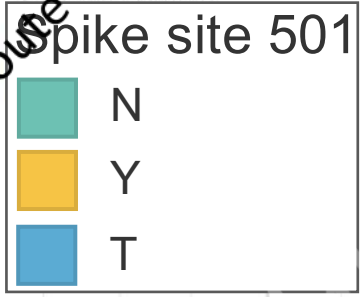
Tous droits réservés. Toute reproduction même partielle est interdite.

© RICAI 2021 Tous droits réservés.

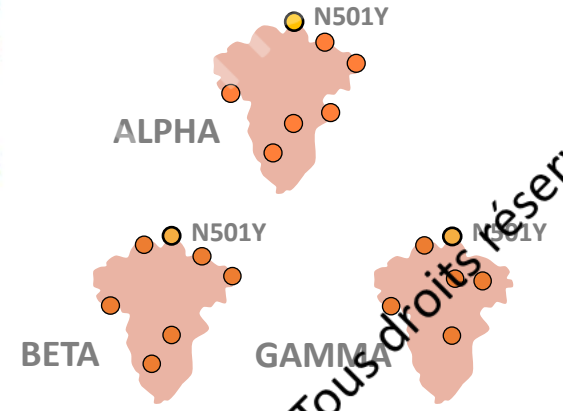
UN GRAND NOMBRE DE MUTATIONS ET RÉCURRENCE?



# ÉVOLUTION DU SARS-COV-2 – ÉMERGENCE DES VOCS



## CONVERGENCE?



TRANSMISSIBILITÉ

++

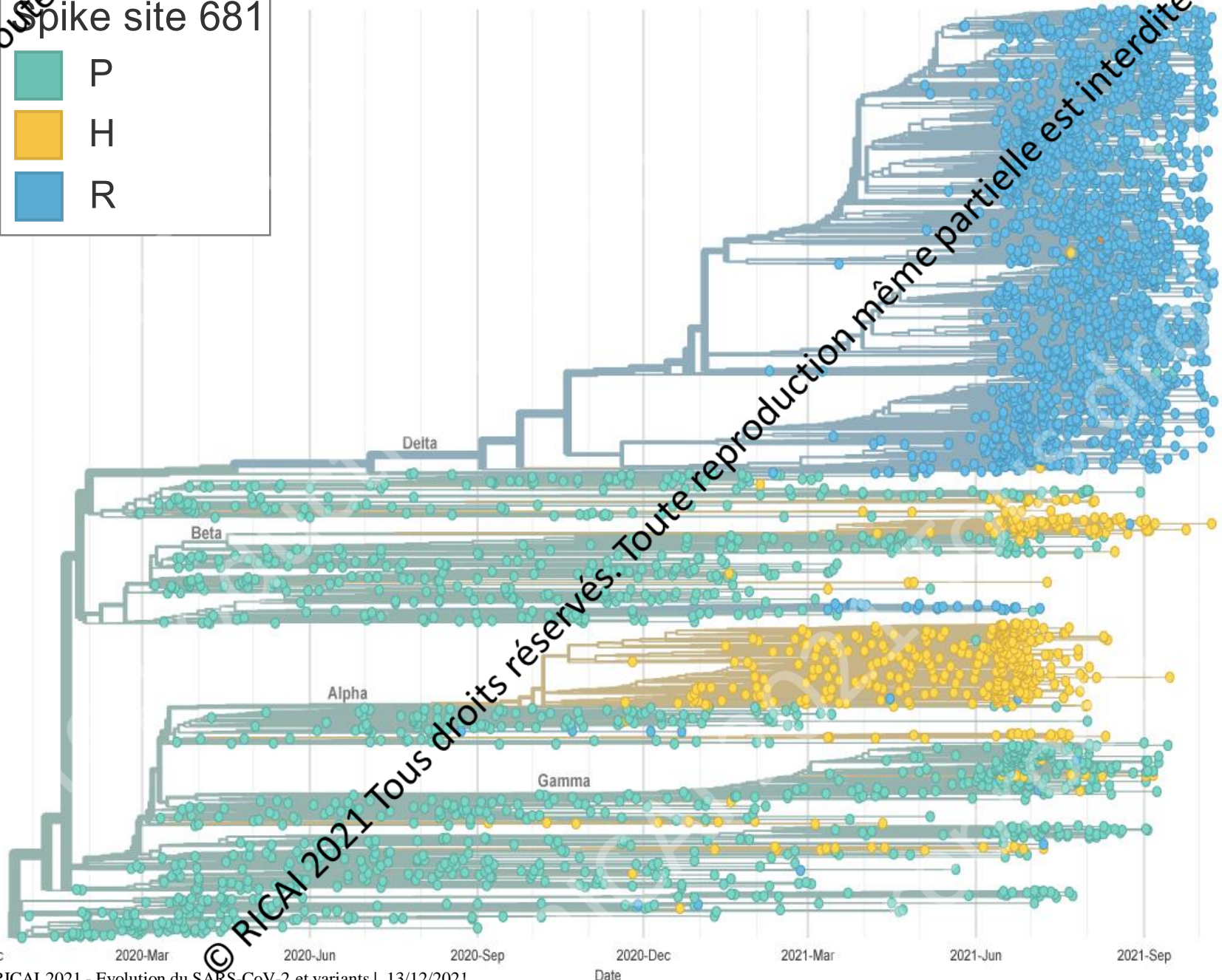
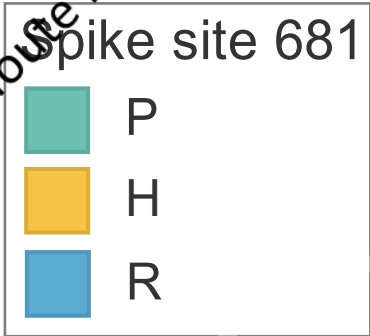
Tous droits réservés. Toute reproduction même partielle est interdite.

Tous droits réservés. Toute reproduction même partielle est interdite.

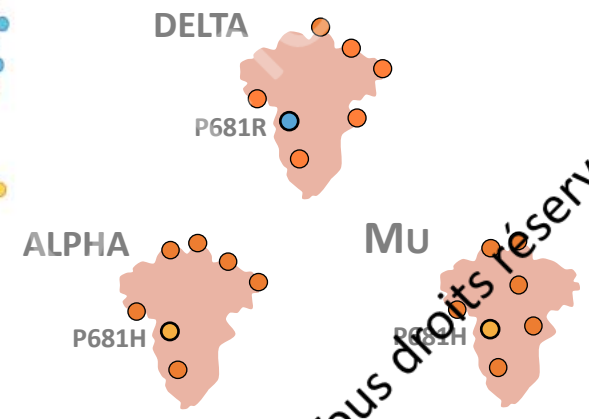
Tous droits réservés.

Visualisé avec

# ÉVOLUTION DU SARS-COV-2 – ÉMERGENCE DES VOCS



## CONVERGENCE?



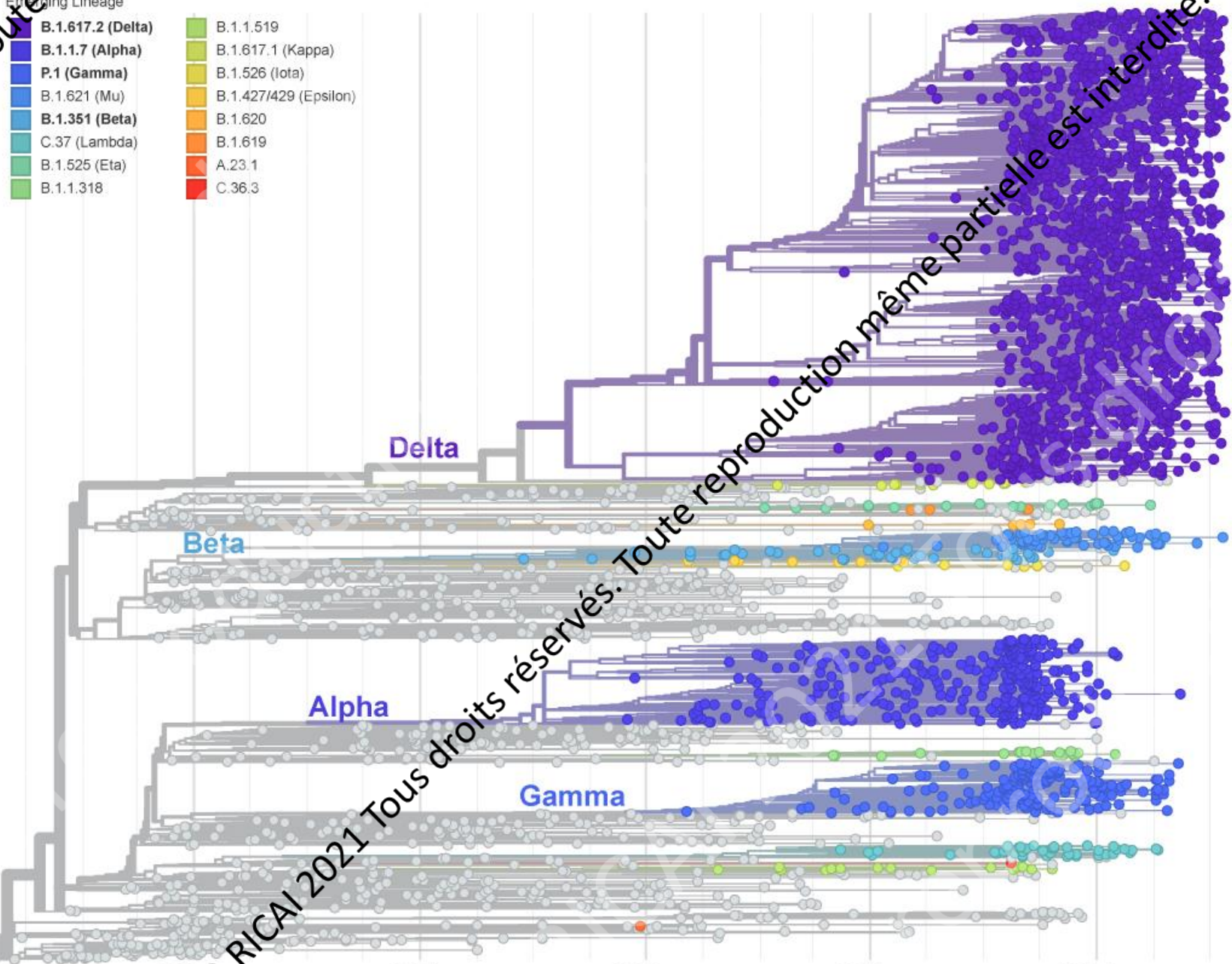
TRANSMISSIBILITÉ

++

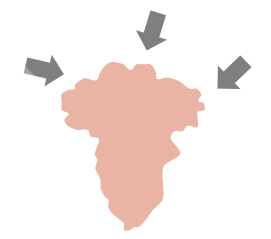
Visualisé avec

# ÉVOLUTION DU SARS-COV-2 – ÉMERGENCE DES VOCS

- Emerging Lineage
- B.1.617.2 (Delta)
  - B.1.1.7 (Alpha)
  - P.1 (Gamma)
  - B.1.621 (Mu)
  - B.1.351 (Beta)
  - C.37 (Lambda)
  - B.1.525 (Eta)
  - B.1.1.318
  - B.1.1.519
  - B.1.617.1 (Kappa)
  - B.1.526 (Iota)
  - B.1.427/429 (Epsilon)
  - B.1.620
  - B.1.619
  - A.23.1
  - C.36.3



ÉCHAPPEMENT IMMUNITAIRE ?



E484K/A  
K417N/T

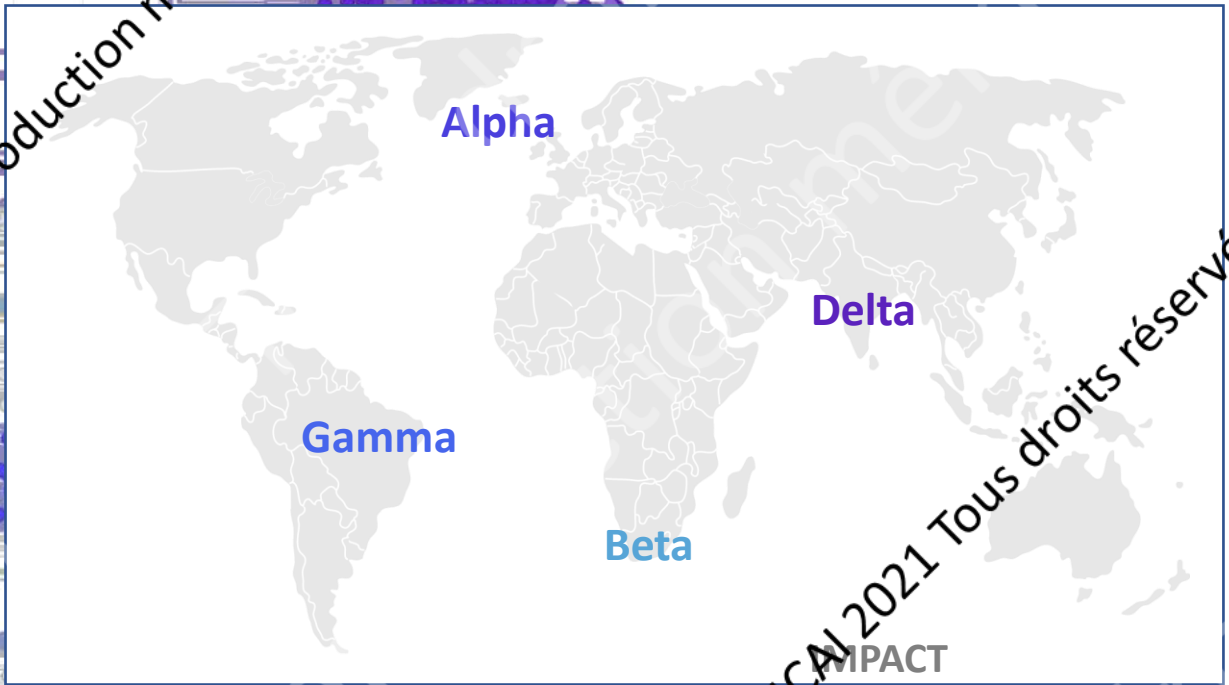
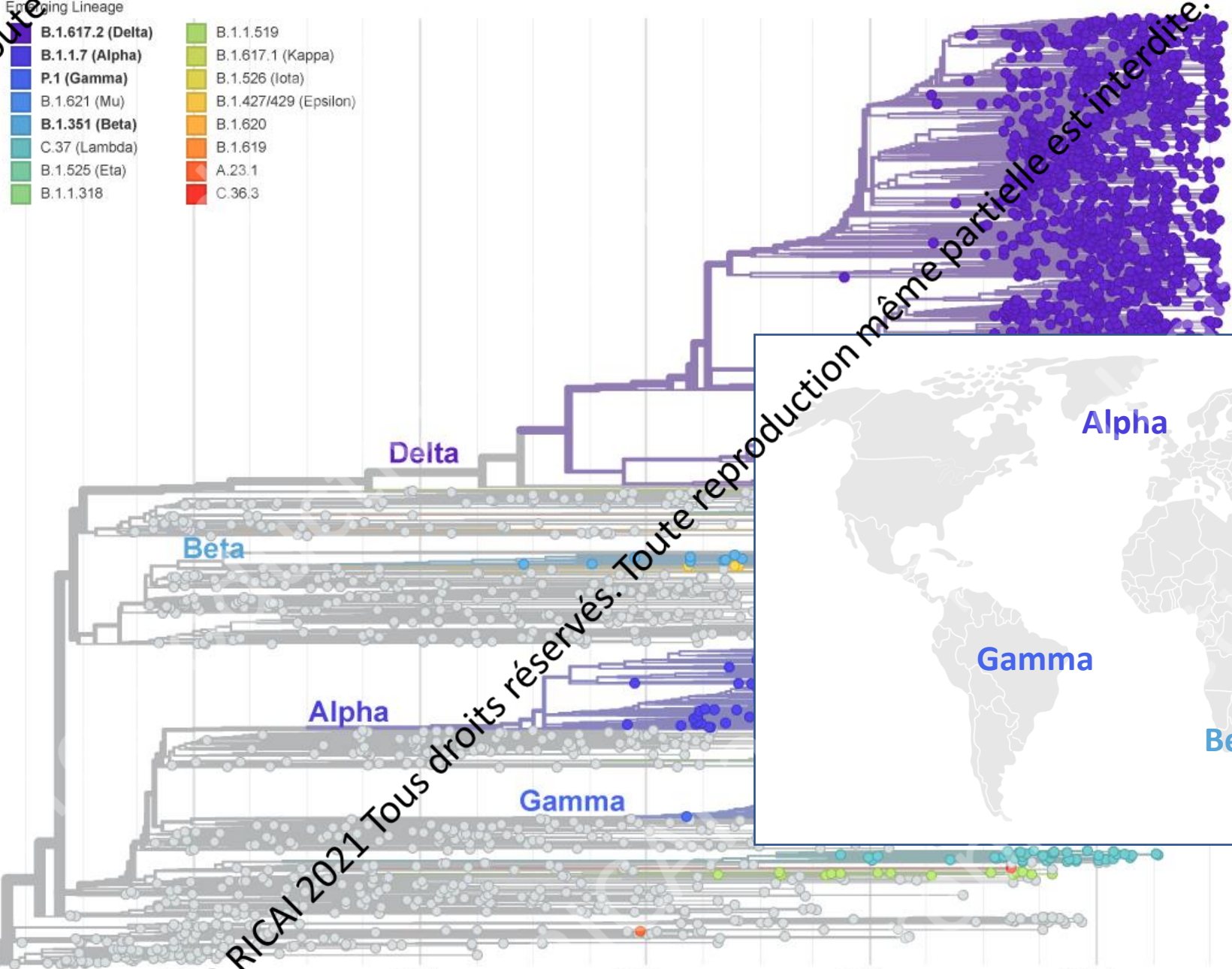
© RICAI 2021 Tous droits réservés

Tous droits réservés. Toute reproduction même partielle est interdite.

GISAID  
Visualisé avec  
Nextstrain

# ÉVOLUTION DU SARS-COV-2 – ÉMERGENCE DES VOCS

- Emerging Lineage
- B.1.617.2 (Delta)
  - B.1.1.7 (Alpha)
  - P.1 (Gamma)
  - B.1.621 (Mu)
  - B.1.351 (Beta)
  - C.37 (Lambda)
  - B.1.525 (Eta)
  - B.1.1.318
  - B.1.1.519
  - B.1.617.1 (Kappa)
  - B.1.526 (Iota)
  - B.1.427/429 (Epsilon)
  - B.1.620
  - B.1.619
  - A.23.1
  - C.36.3



ÉCHAPPEMENT IMMUNITAIRE ?

ÉPIDÉMIOLOGIQUE ?

Tous droits réservés. Toute reproduction même partielle est interdite.

Tous droits réservés. Toute reproduction même partielle est interdite.

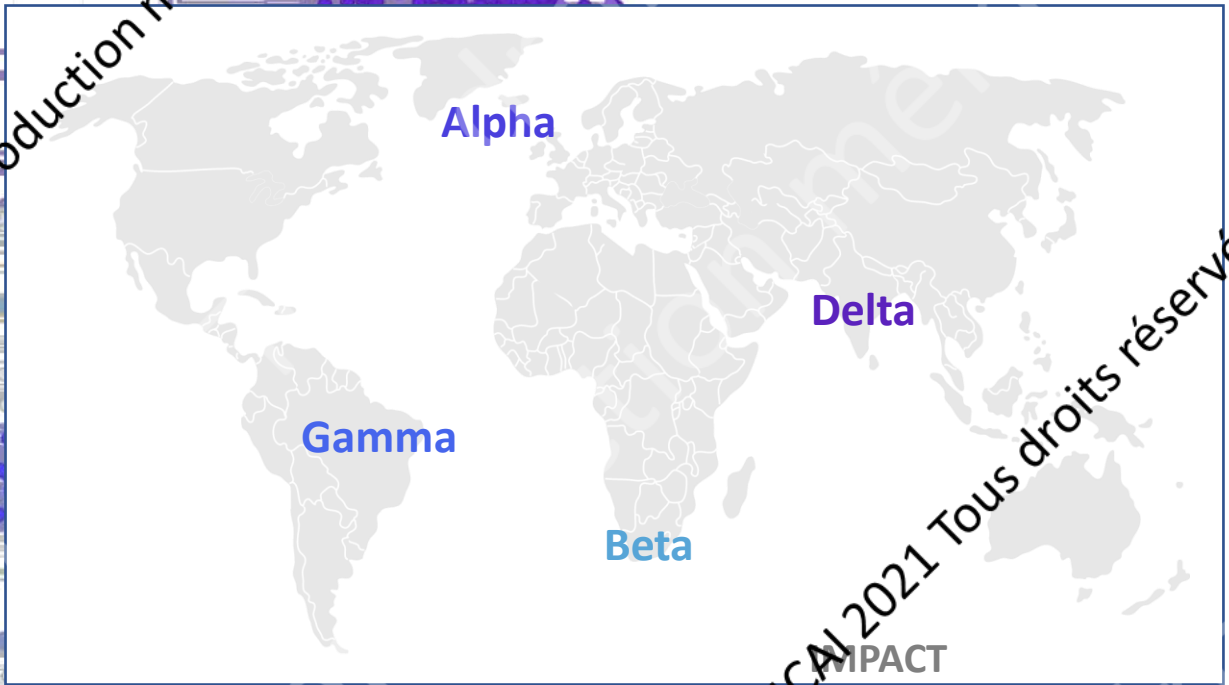
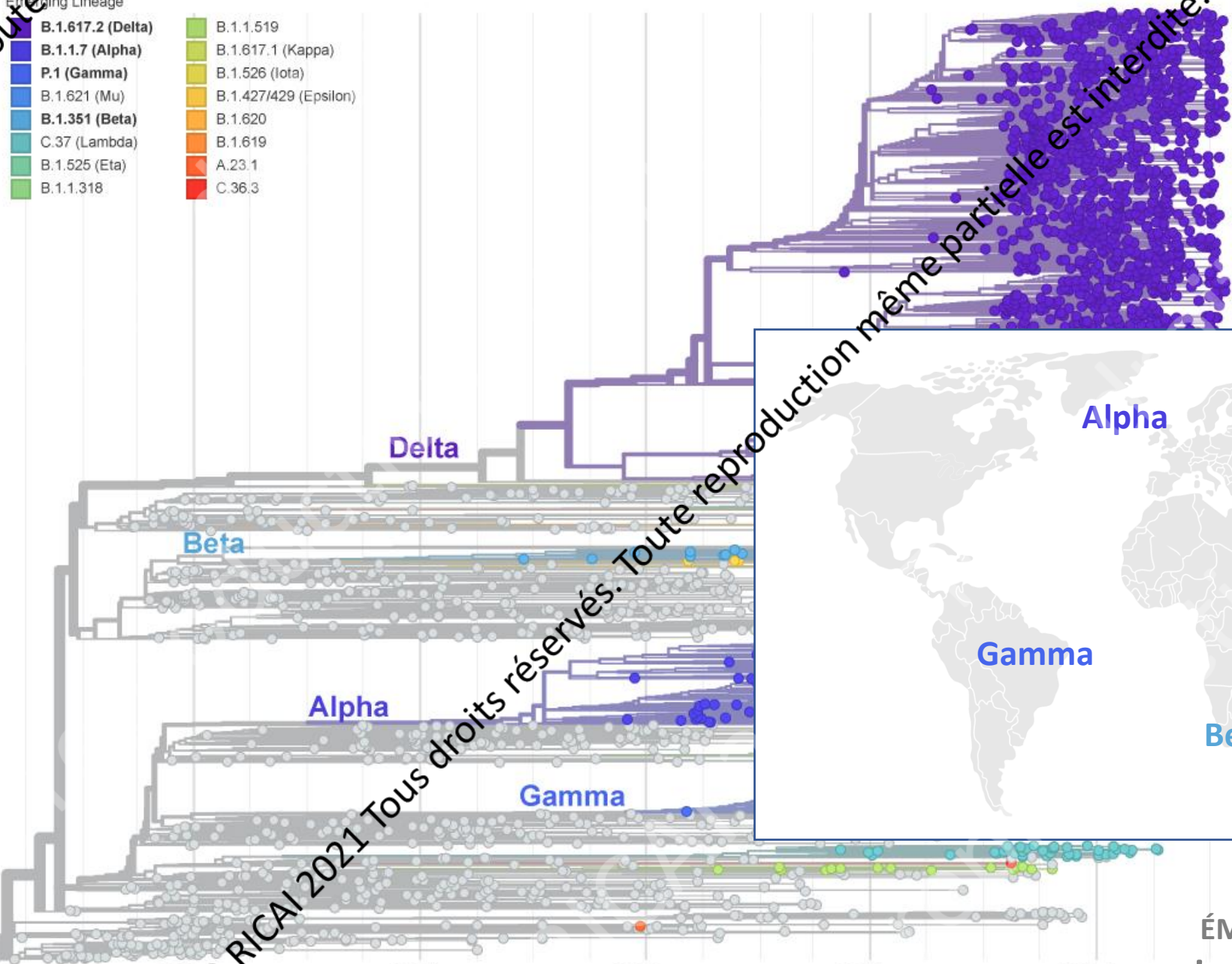
Tous droits réservés.





# ÉVOLUTION DU SARS-COV-2 – ÉMERGENCE DES VOCS

- Emerging Lineage
- B.1.617.2 (Delta)
  - B.1.1.7 (Alpha)
  - P.1 (Gamma)
  - B.1.621 (Mu)
  - B.1.351 (Beta)
  - C.37 (Lambda)
  - B.1.525 (Eta)
  - B.1.1.318
  - B.1.1.519
  - B.1.617.1 (Kappa)
  - B.1.526 (Iota)
  - B.1.427/429 (Epsilon)
  - B.1.620
  - B.1.619
  - A.23.1
  - C.36.3



ÉCHAPPEMENT IMMUNITAIRE ?

ÉPIDÉMIOLOGIQUE ?  
ÉMERGENCE = SOUS-PRODUIT D'AUTRES FORCES DE SÉLECTION ?

Tous droits réservés. Toute reproduction même partielle est interdite.

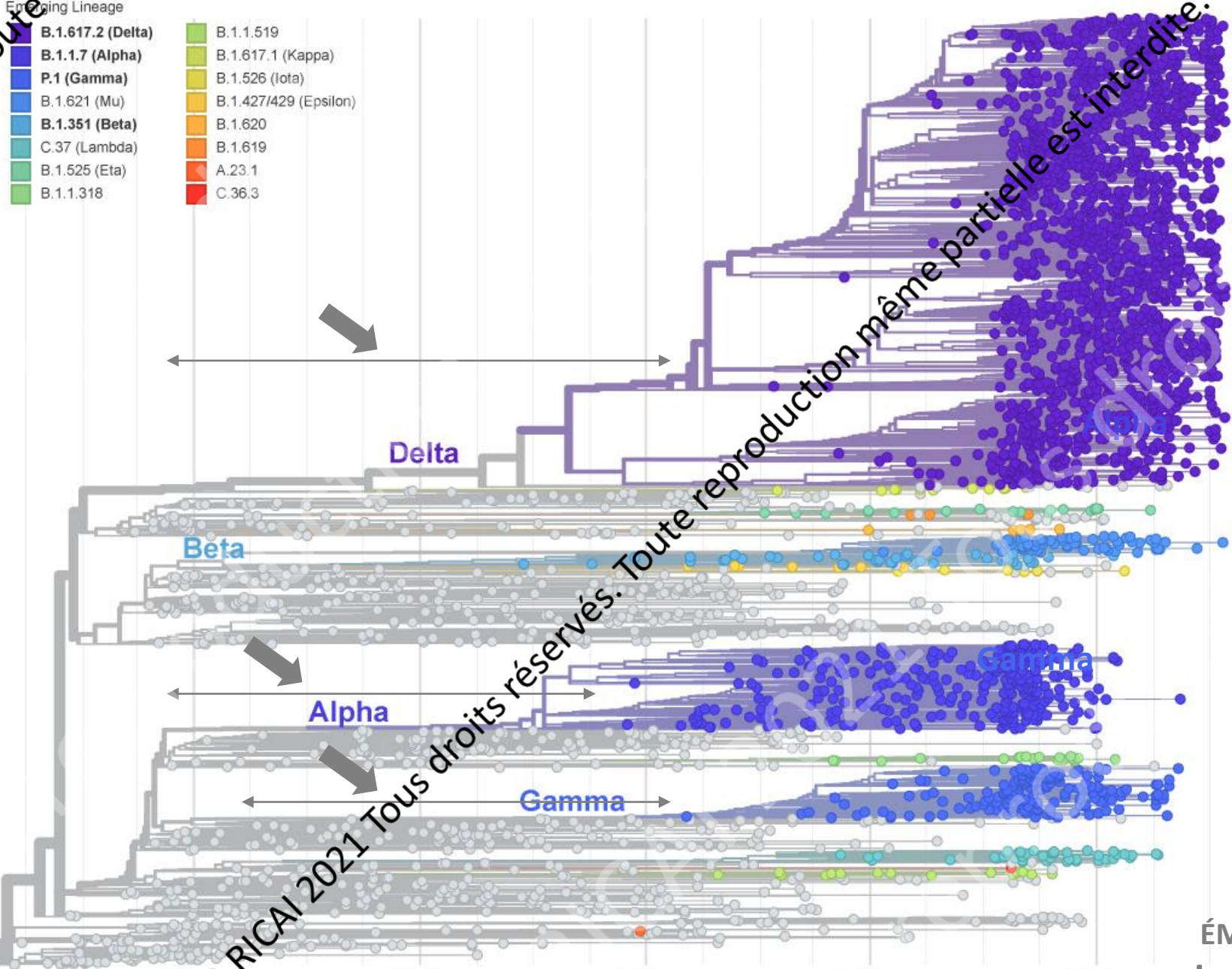
Tous droits réservés. Toute reproduction même partielle est interdite.

Tous droits réservés.



# ÉVOLUTION DU SARS-COV-2 – ÉMERGENCE DES VOCS

- Emerging Lineage
- B.1.617.2 (Delta)
  - B.1.1.7 (Alpha)
  - P.1 (Gamma)
  - B.1.621 (Mu)
  - B.1.351 (Beta)
  - C.37 (Lambda)
  - B.1.525 (Eta)
  - B.1.1.318
  - B.1.1.519
  - B.1.617.1 (Kappa)
  - B.1.526 (Iota)
  - B.1.427/429 (Epsilon)
  - B.1.620
  - B.1.619
  - A.23.1
  - C.36.3



MÉCANISME D'APPARITION?

ÉMERGENCE = SOUS-PRODUIT D'AUTRES FORCES DE SÉLECTION ?

Tous droits réservés. Toute reproduction même partielle est interdite.

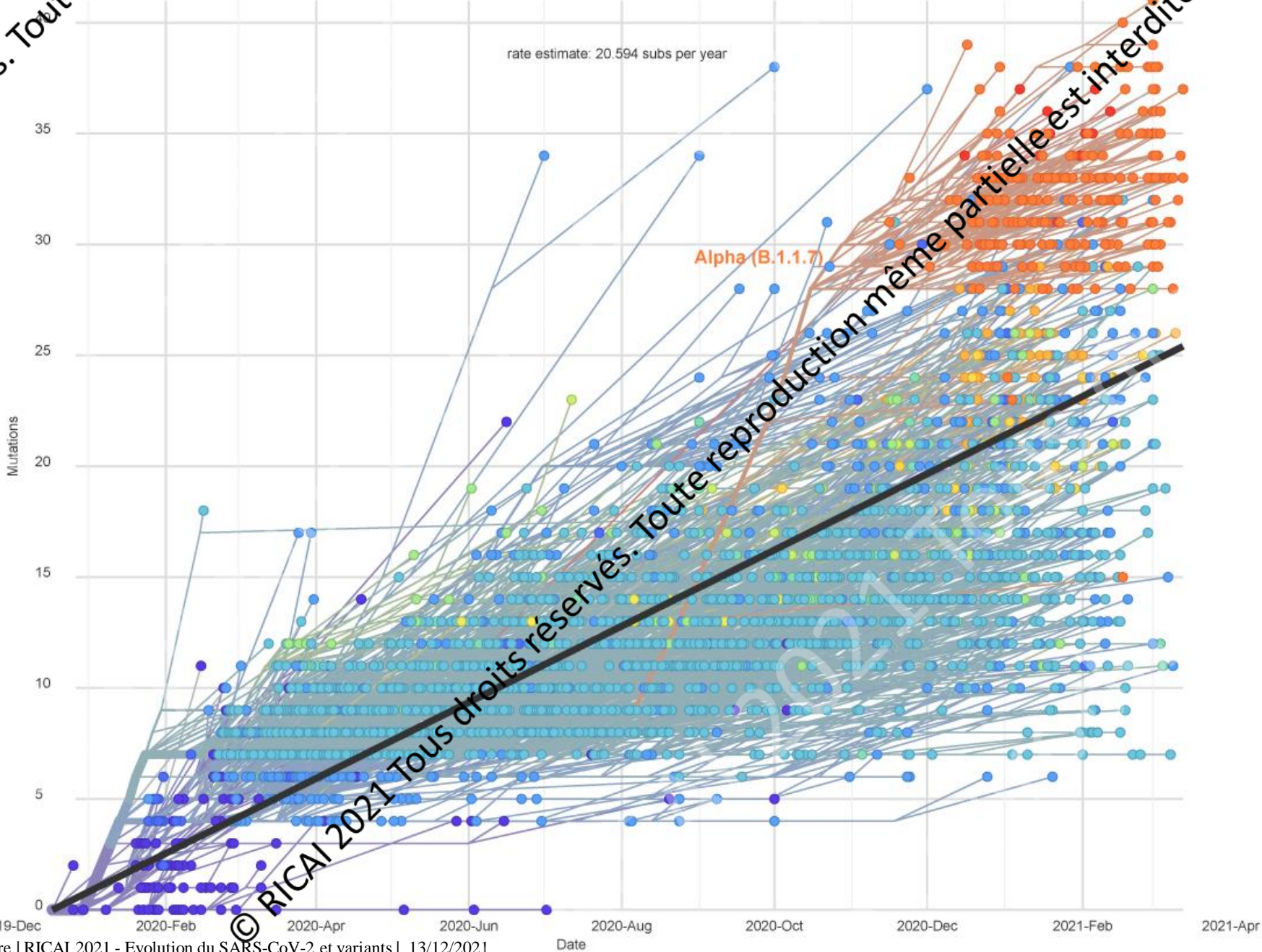
Tous droits réservés. Toute reproduction même partielle est interdite.

Tous droits réservés. Toute reproduction même partielle est interdite.



# ÉVOLUTION DU SARS-COV-2 – ÉMERGENCE DES VOCS

Clade



CHAINON  
MANQUANT

Tous droits réservés. Toute reproduction même partielle est interdite.

© RICAI 2021 Tous droits réservés.

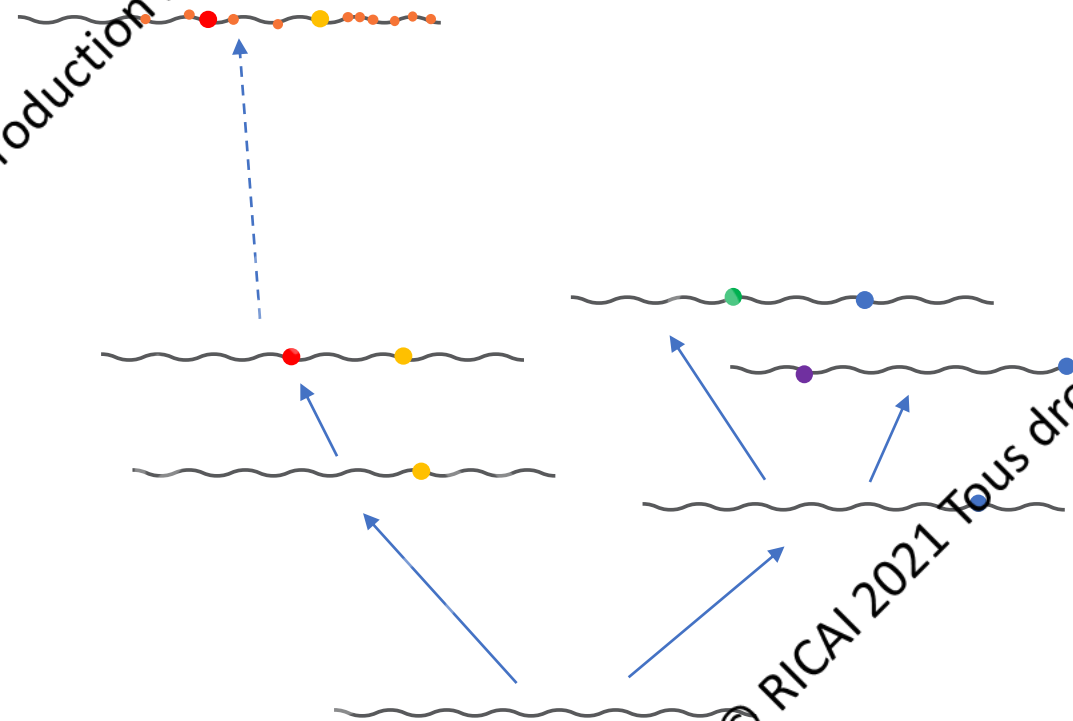
GISAID

Visualisé avec

Nextstrain

# ÉVOLUTION DU SARS-COV-2 – ÉMERGENCE DES VOCS

CHAINON  
MANQUANT



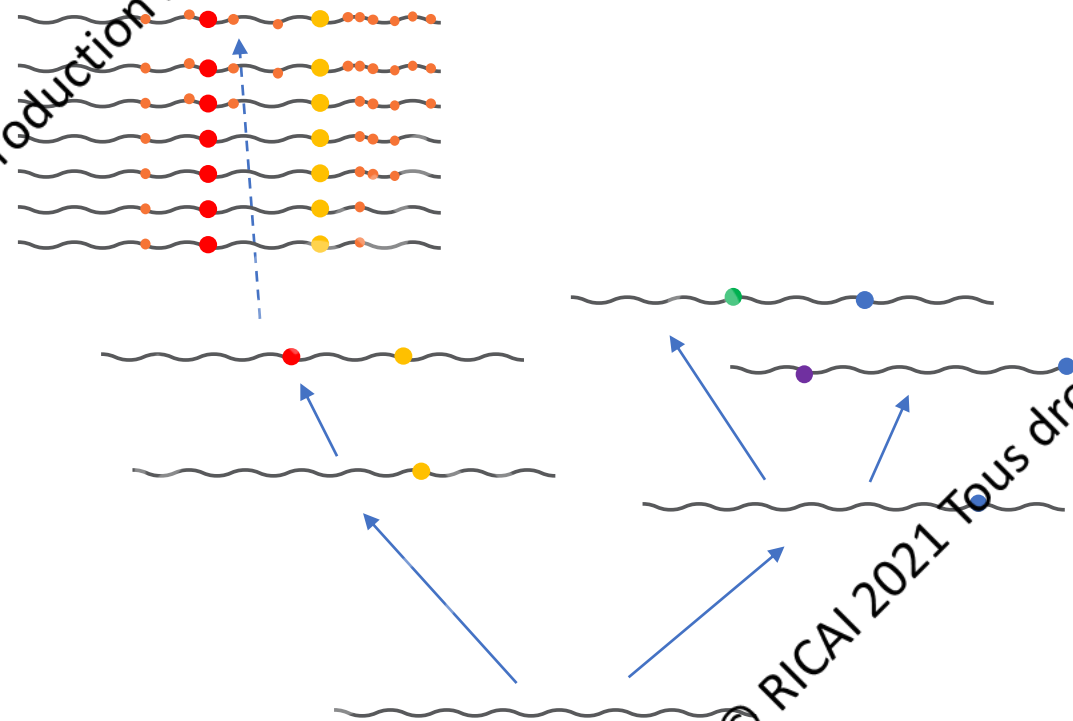
Tous droits réservés. Toute reproduction même partielle est interdite.

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

© RICAI 2021 Tous droits réservés.

# ÉVOLUTION DU SARS-COV-2 – ÉMERGENCE DES VOCS

CHAINON  
MANQUANT



MANQUE DE SURVEILLANCE GÉNOMIQUE?

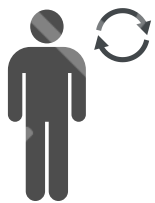
Tous droits réservés. Toute reproduction même partielle est interdite.

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

© RICAI 2021 Tous droits réservés.

# ÉVOLUTION DU SARS-COV-2 – ÉMERGENCE DES VOCS

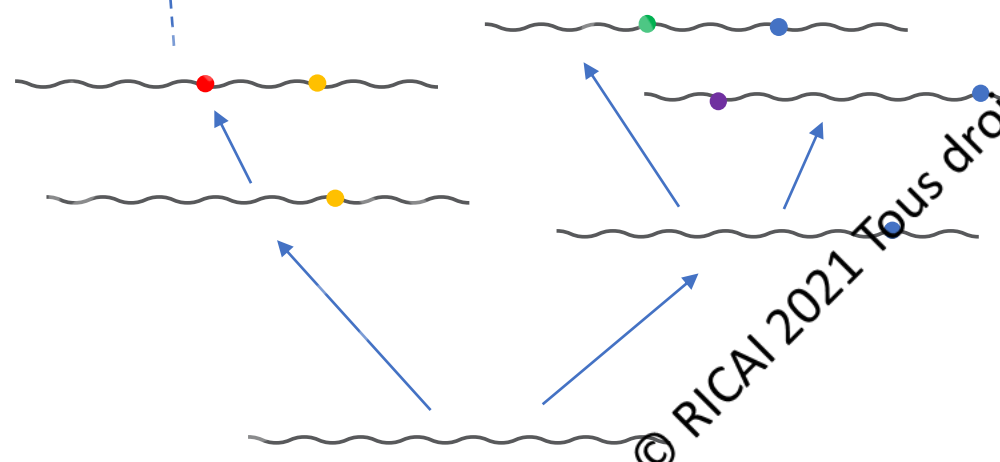
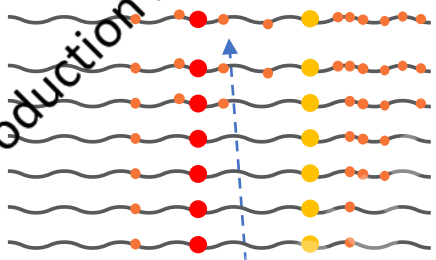
Tous droits réservés. Toute reproduction même partielle est interdite.



Individu(s) immunodéprimés ?

ÉVOLUTION INTRA-HÔTE

CHAINON  
MANQUANT



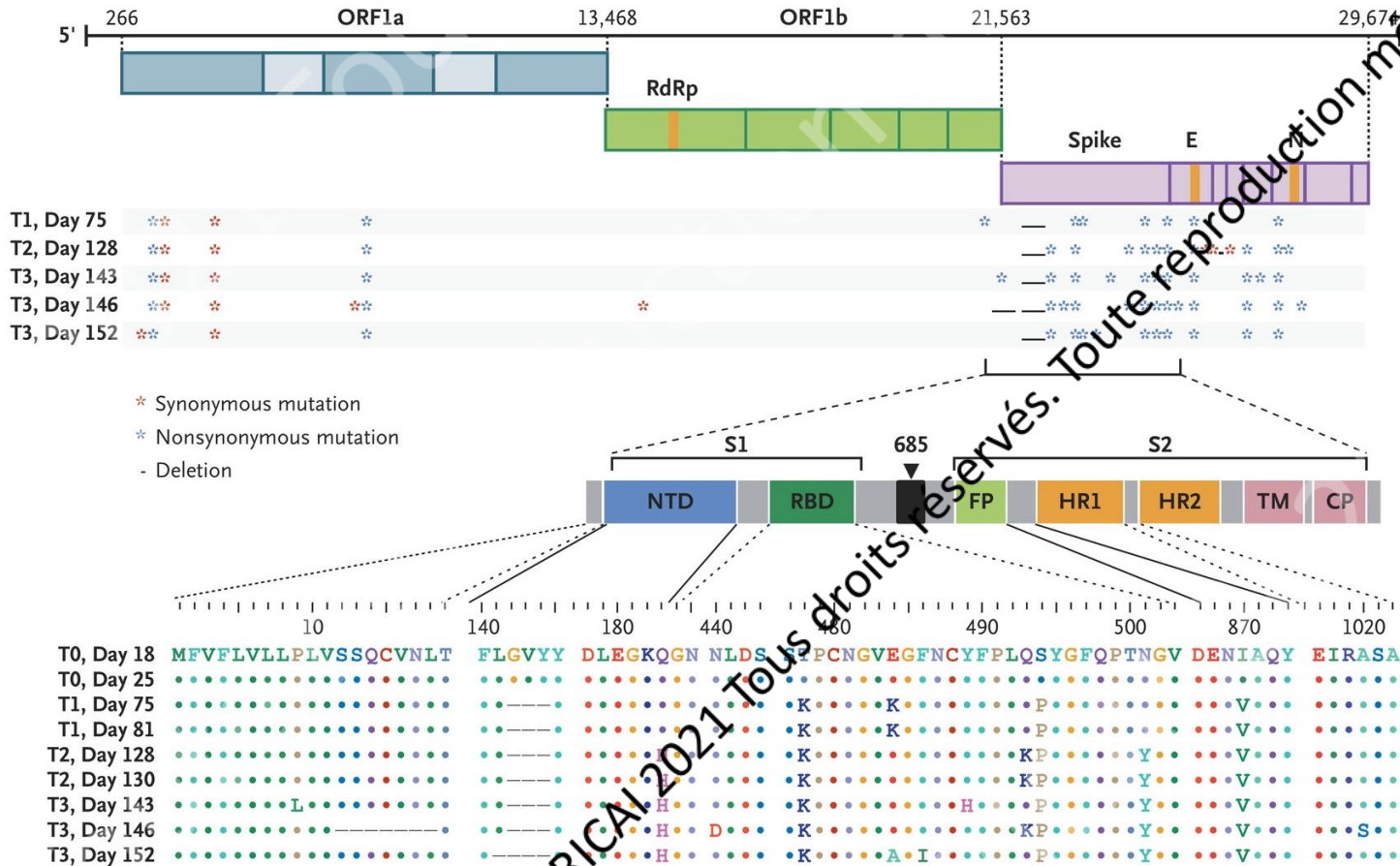
MANQUE DE SURVEILLANCE GÉNOMIQUE?

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

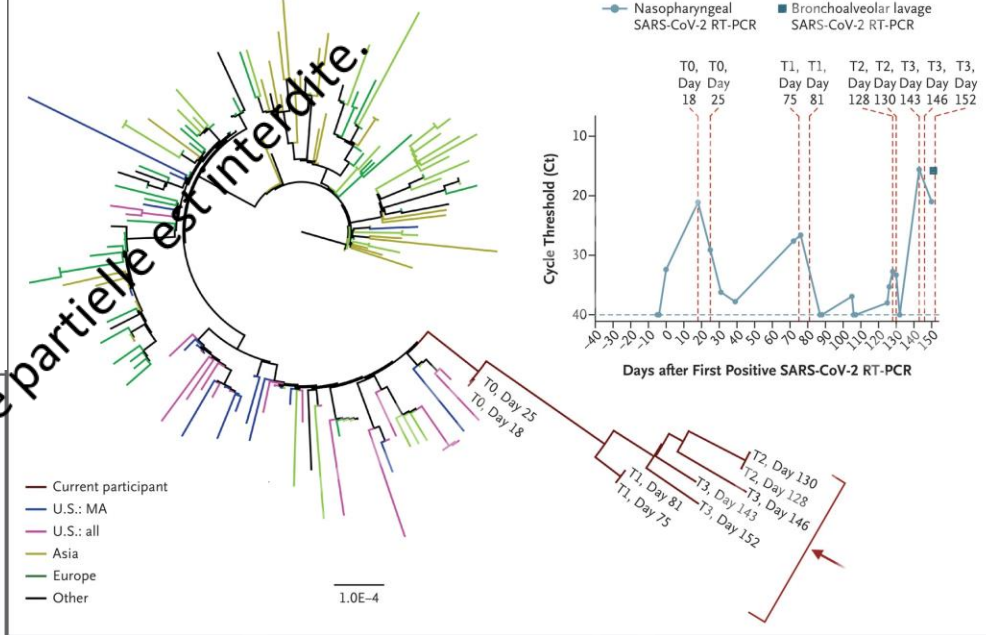
© RICAI 2021 Tous droits réservés.

# Evolution of SARS-CoV-2 in Immunocompromised individuals

**B** Locations of SARS-CoV-2 Sequence Polymorphisms over Time



**A** Global and Patient SARS-CoV-2 Sequences



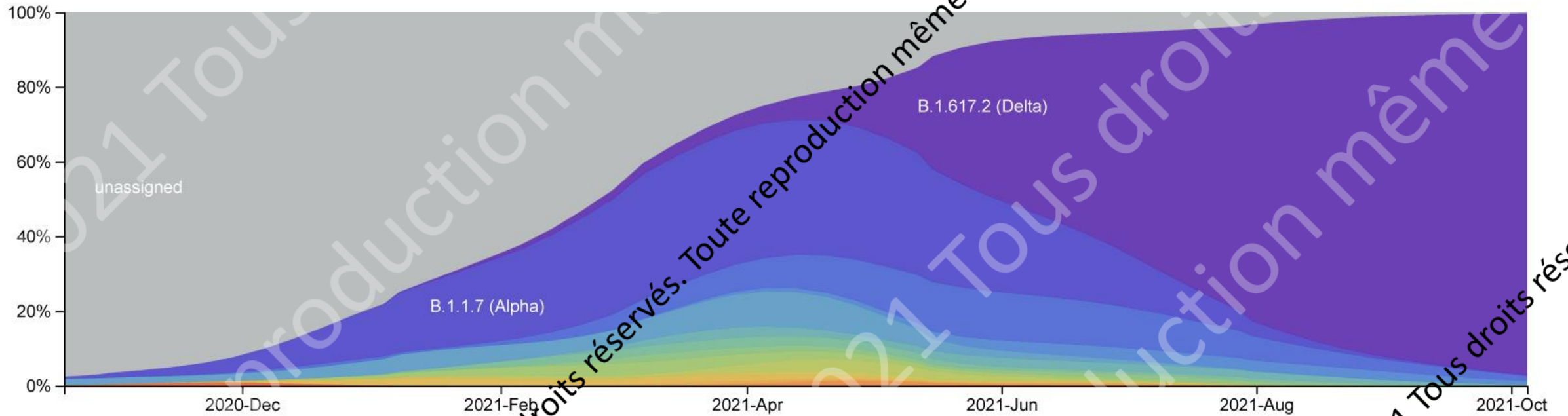
$\Delta$  69/70 frequency increase  
In response to immune system transfer

Kemp et al, Nature 2021

© RICAI 2021 Tous droits réservés

# ÉVOLUTION DU SARS-COV-2 – ÉMERGENCE DES VOCS

TRANSMISSIBILITÉ  
ÉCHAPPEMENT IMMUNITAIRE



**GISAID**

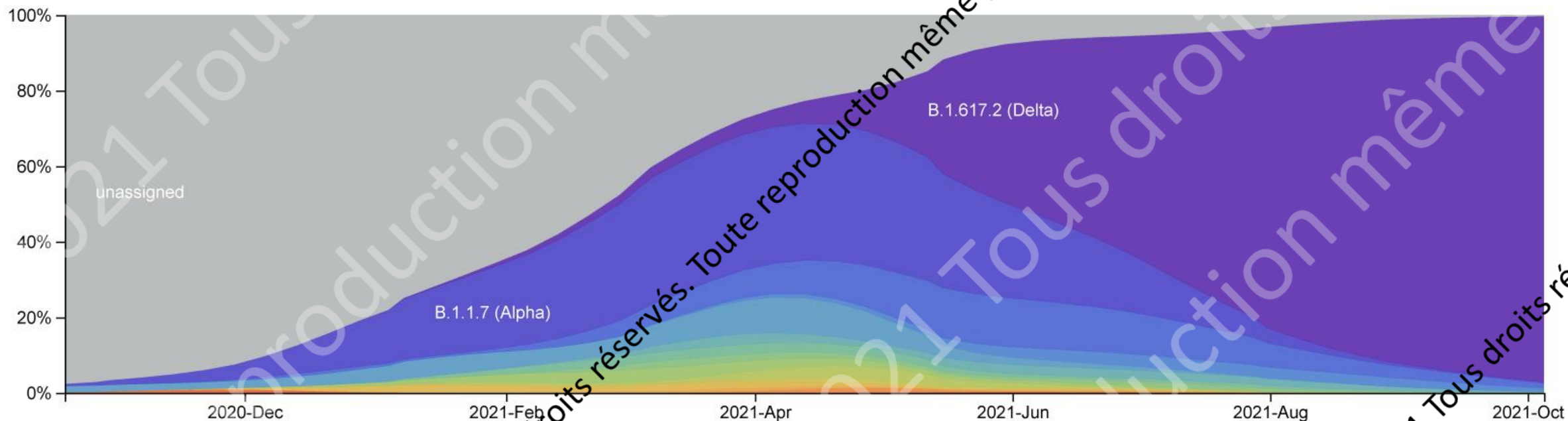
Visualisé avec

Nextstrain



# ÉVOLUTION DU SARS-COV-2 – ÉMERGENCE DES VOCS

TRANSMISSIBILITÉ  
ÉCHAPPEMENT IMMUNITAIRE



TRAJECTOIRE ÉVOLUTIVE ET FUTUR?



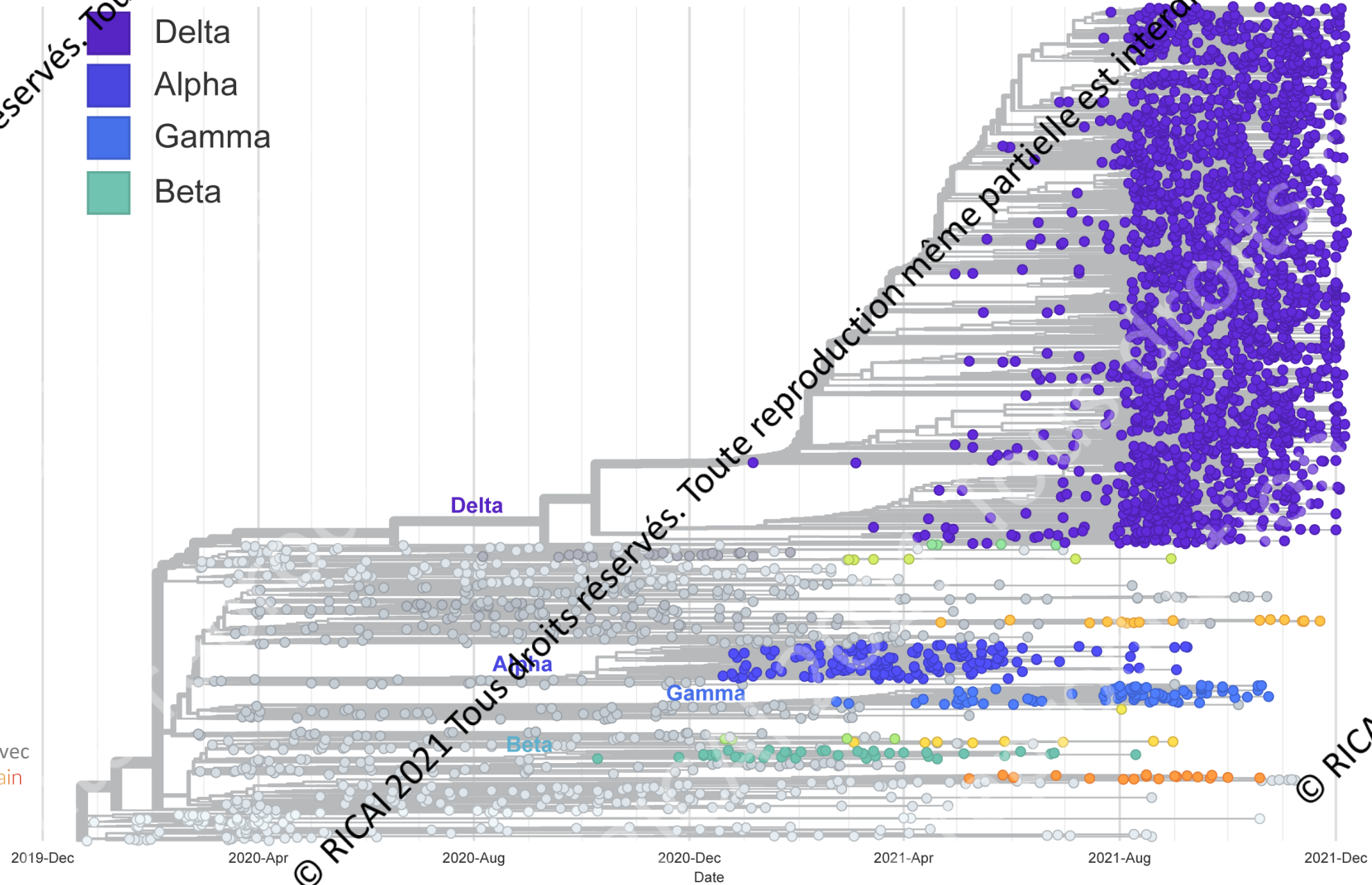
Visualisé avec



# ÉVOLUTION DU SARS-COV-2 – DÉCEMBRE 2021

Tous droits réservés. Toute reproduction même partielle est interdite.

- Delta
- Alpha
- Gamma
- Beta

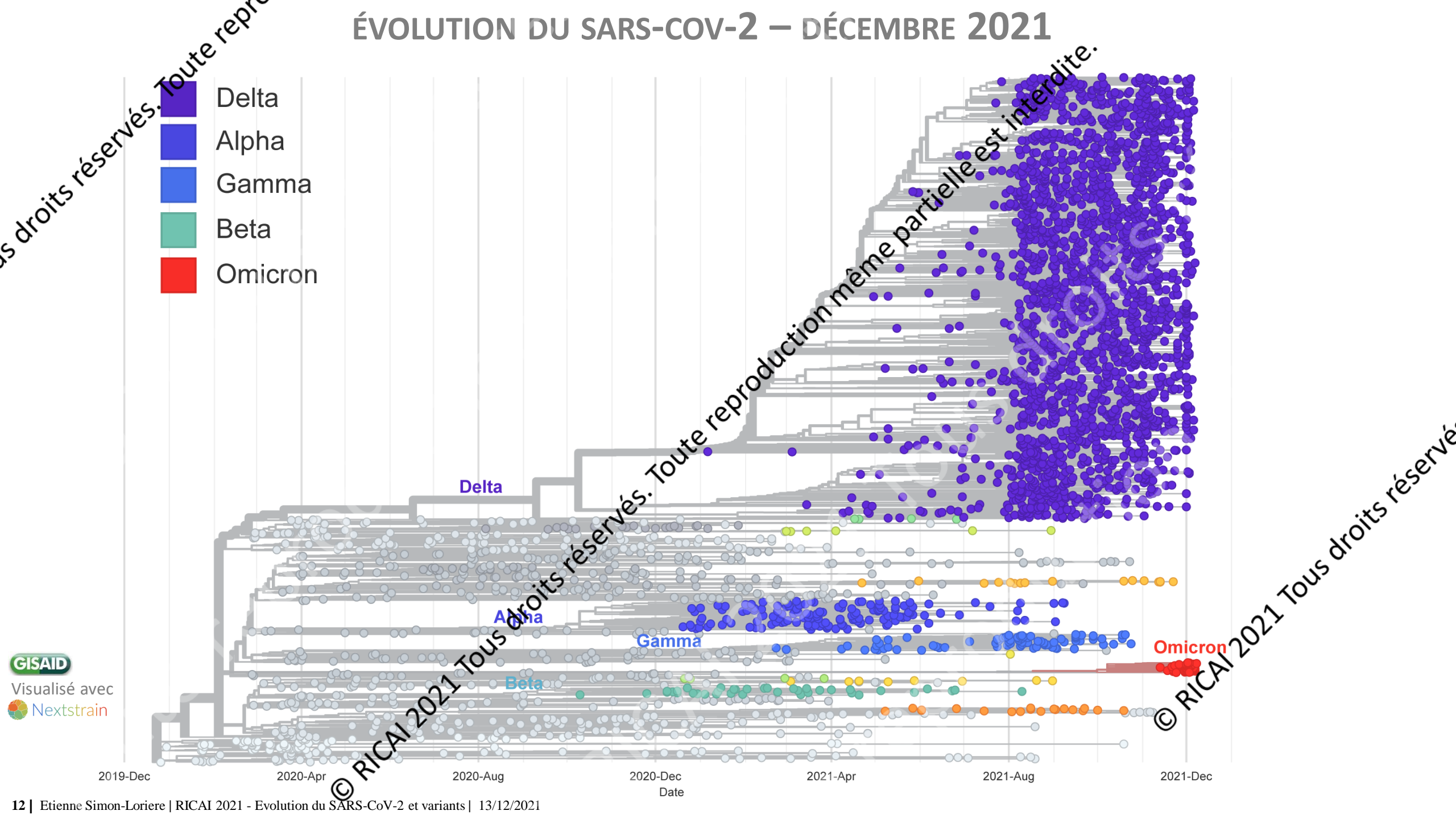


Tous droits réservés. Toute reproduction même partielle est interdite.

GISAID  
Visualisé avec  
Nextstrain

© RICAI 2021 Tous droits réservés.

# ÉVOLUTION DU SARS-COV-2 – DÉCEMBRE 2021



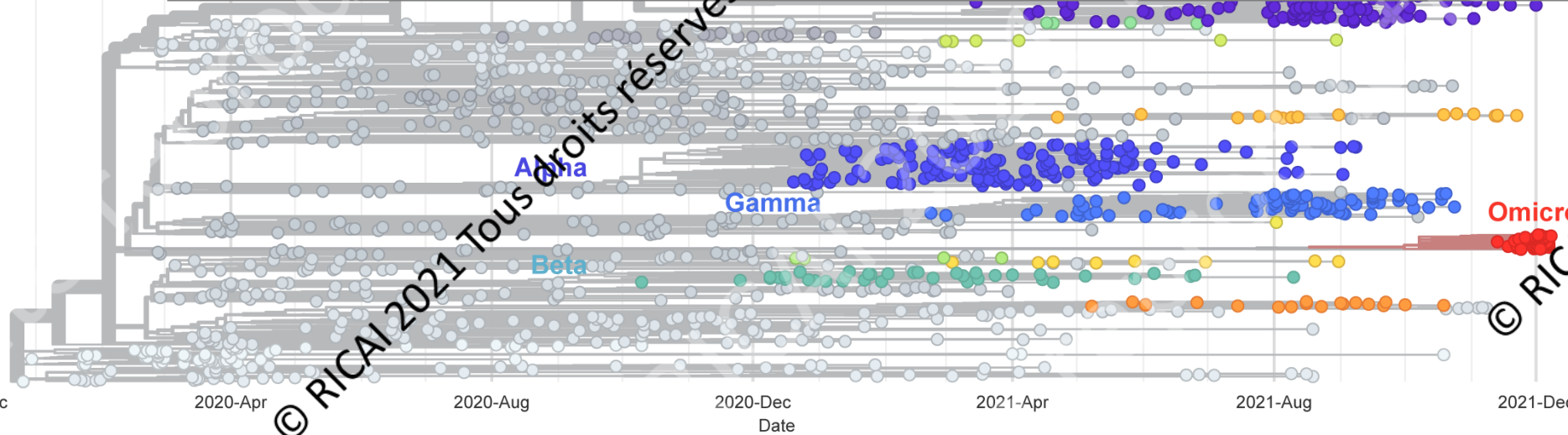
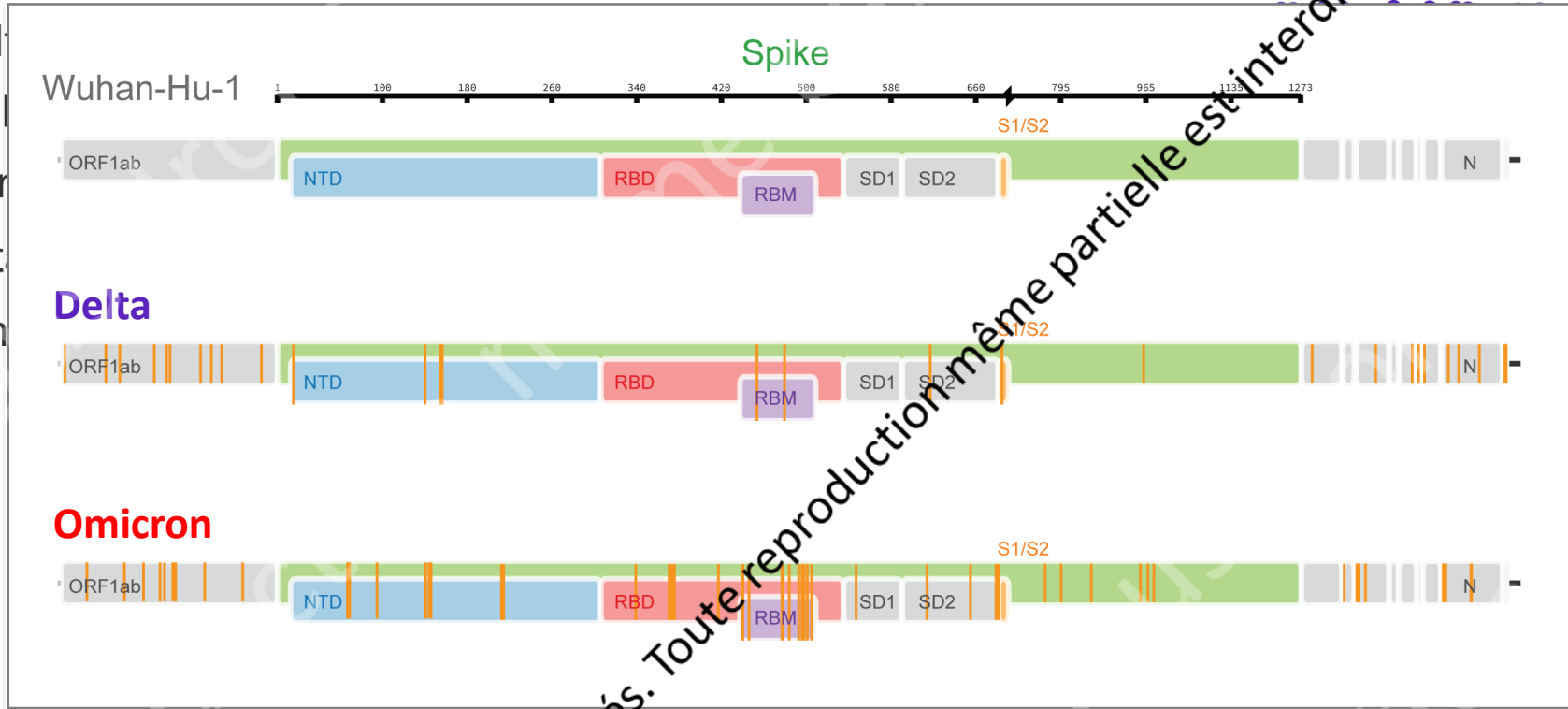
- Delta
- Alpha
- Gamma
- Beta
- Omicron

2019-Dec 2020-Apr 2020-Aug 2020-Dec 2021-Apr 2021-Aug 2021-Dec

Date

GISAID  
Visualisé avec  
Nextstrain

# ÉVOLUTION DU SARS-COV-2 – DÉCEMBRE 2021



Tous droits réservés. Toute reproduction même partielle est interdite.

Tous droits réservés. Toute reproduction même partielle est interdite.

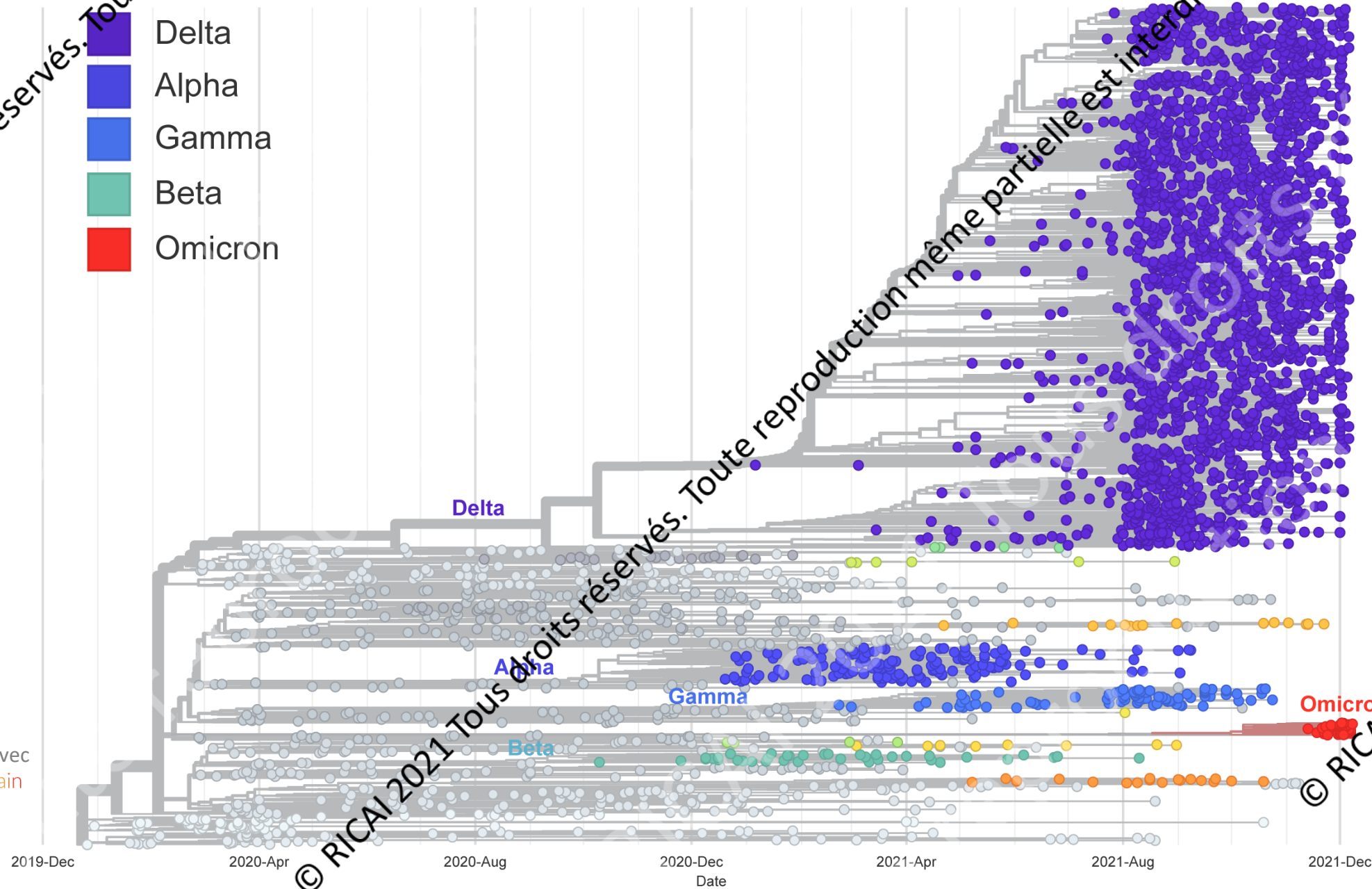
© RICAI 2021 Tous droits réservés.



# ÉVOLUTION DU SARS-COV-2 – DÉCEMBRE 2021

Tous droits réservés. Toute reproduction même partielle est interdite.

- Delta
- Alpha
- Gamma
- Beta
- Omicron



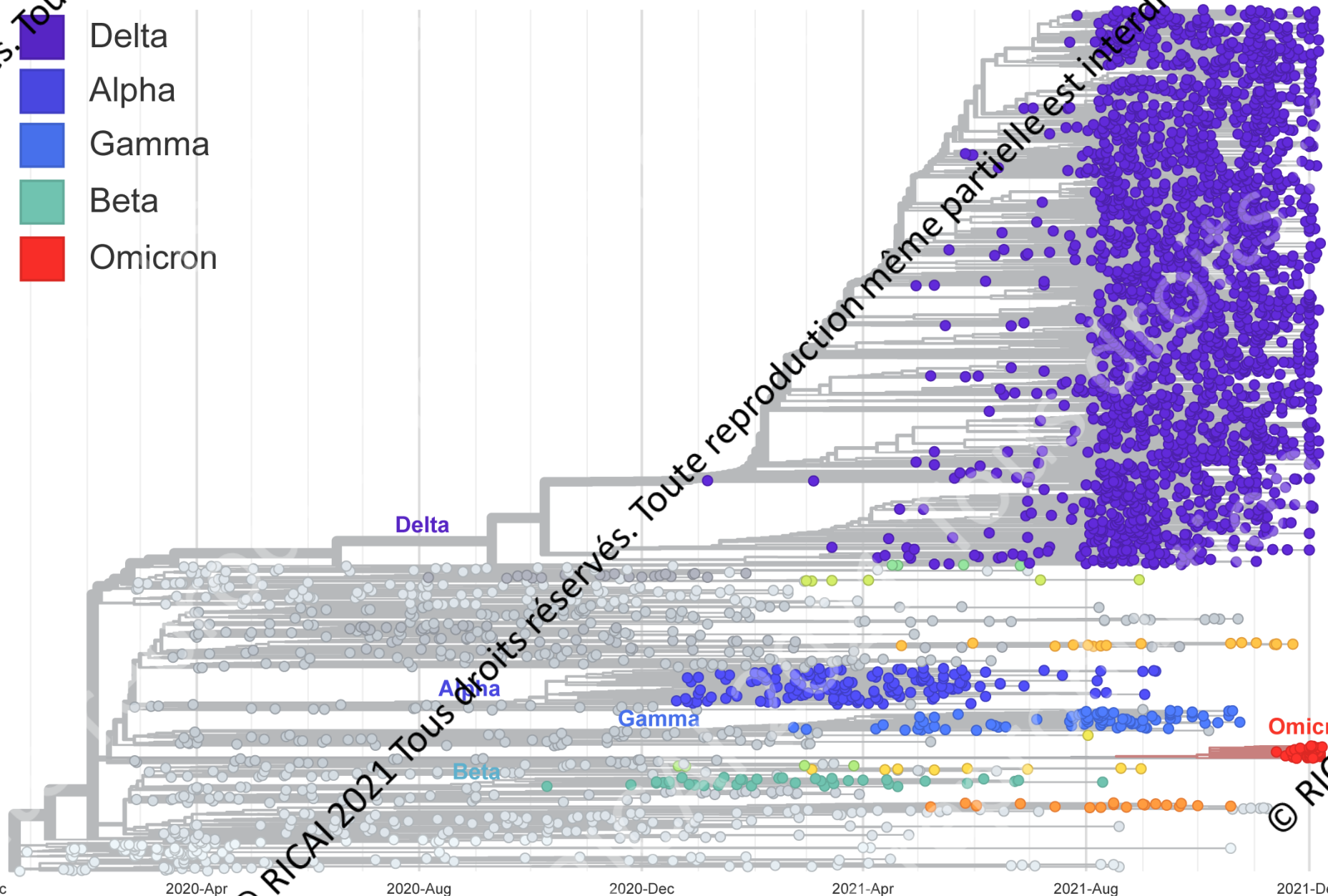
© RICAI 2021 Tous droits réservés.  
3<sup>ÈME</sup> HYPOTHÈSE?

GISAID  
Visualisé avec  
Nextstrain

# ÉVOLUTION DU SARS-COV-2 – DÉCEMBRE 2021

Tous droits réservés. Toute reproduction même partielle est interdite.

- Delta
- Alpha
- Gamma
- Beta
- Omicron



FUTUR ?

CO-CIRCULATION  
OU  
REMPACEMENT  
DE DELTA ?

DONNÉES AFR SUR AB, DK  
TRANSMISSIBILITÉ  
ACCURÉE

ÉCHAPPEMENT +++

GISAID  
Visualisé avec  
Nextstrain

Tous droits réservés. Toute reproduction même partielle est interdite.

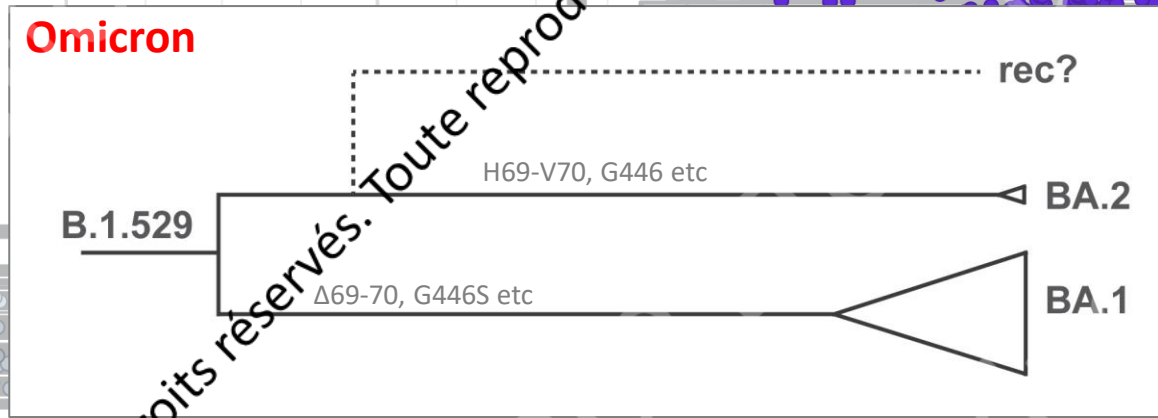
Tous droits réservés.

# ÉVOLUTION DU SARS-COV-2 – DÉCEMBRE 2021

Tous droits réservés. Toute reproduction même partielle est interdite.

- Delta
- Alpha
- Gamma
- Beta
- Omicron

FUTUR ?



PRESSIONS DE SÉLECTION ?

Tous droits réservés.



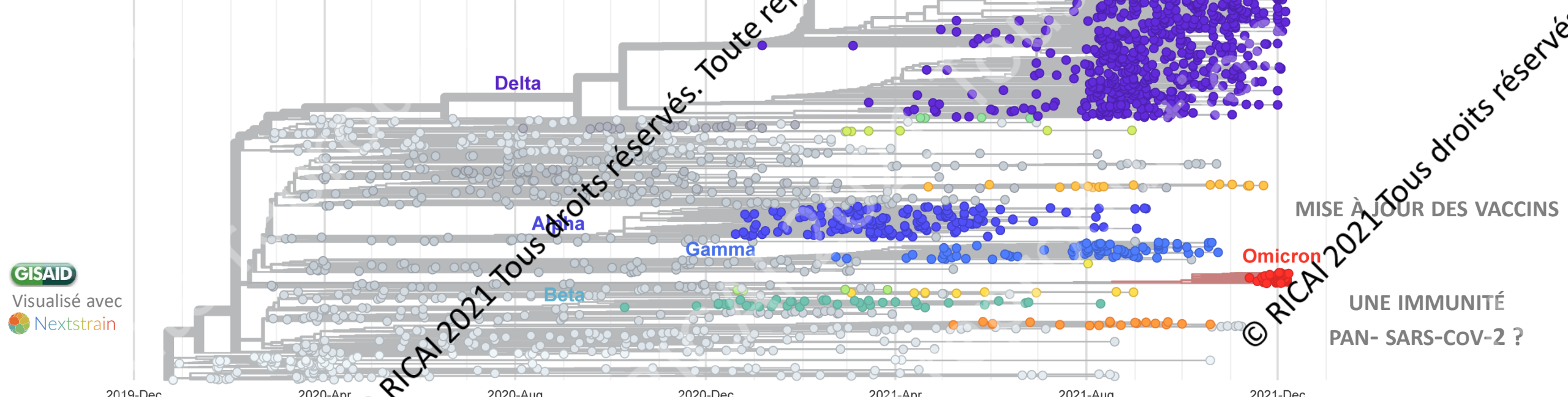
2019-Dec 2020-Apr 2020-Aug 2020-Dec 2021-Apr 2021-Aug 2021-Dec

# ÉVOLUTION DU SARS-COV-2 – DÉCEMBRE 2021

Tous droits réservés. Toute reproduction même partielle est interdite.

- Delta
- Alpha
- Gamma
- Beta
- Omicron

FUTUR ?



MISE À JOUR DES VACCINS

UNE IMMUNITÉ PAN- SARS-COV-2 ?

Tous droits réservés.





# Merci



TASK FORCE CORONA



LABEX IBEID



RECOVER



CONSORTIUM EMERGEN

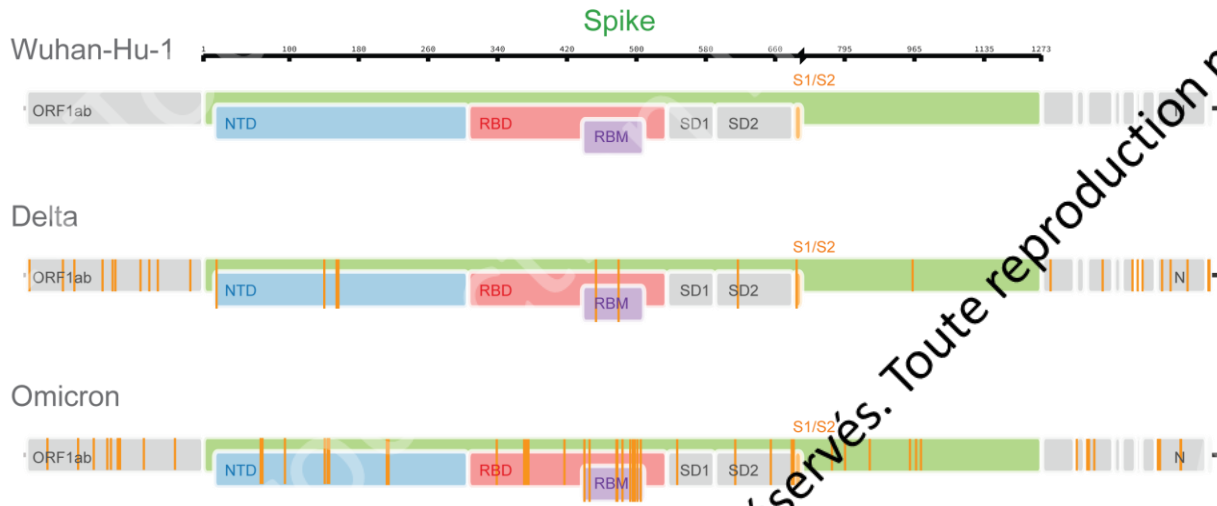
© RICAI 2021 Tous droits réservés. Toute reproduction même partielle est interdite.

Tous droits réservés. Toute reproduction

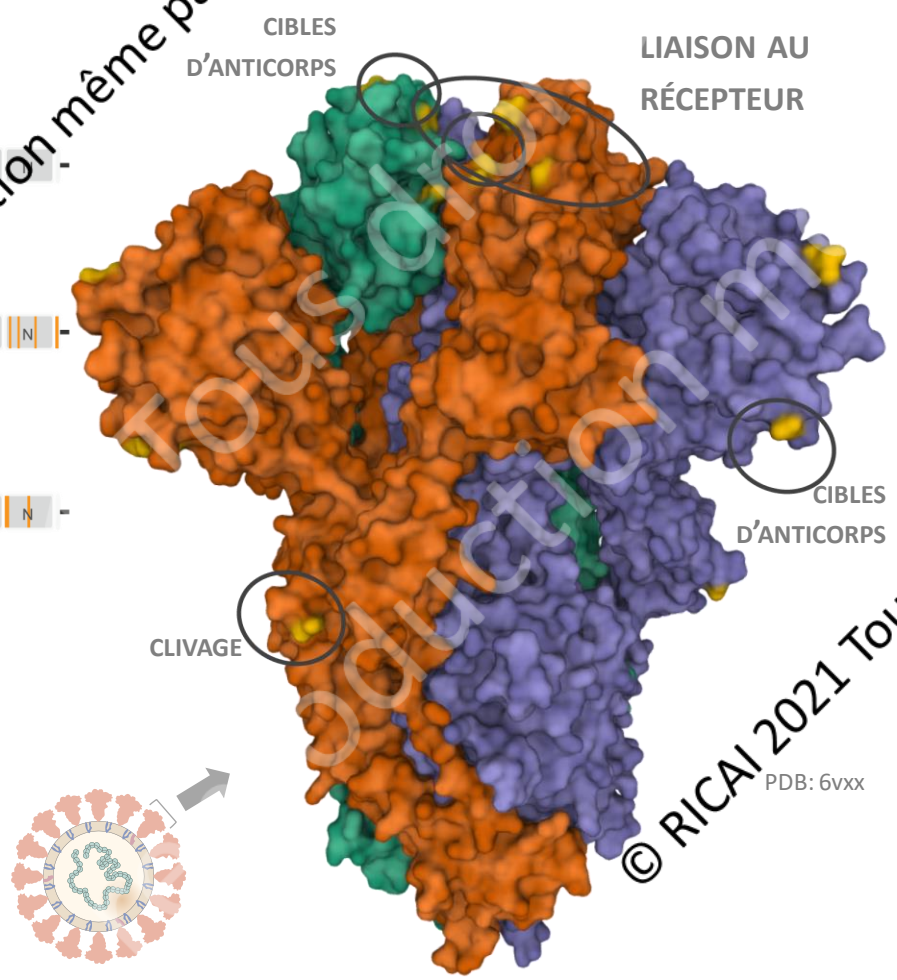
© RICAI 2021 Tous droits réservés. Toute reproduction même partielle est interdite.

© RICAI 2021 Tous droits réservés.

# Le variant Omicron



B.1.529, BA.1, BA.2 (2 sous-lignées); 21K



Tous droits réservés. Toute reproduction même partielle est interdite.

© RICAI 2021 Tous droits réservés.

© RICAI 2021 Tous droits réservés.