



Moving SARS-CoV-2 signals in Wastewater to Public Health Action

De la signalisation du SRAS-CoV-2 dans les eaux usées à l'action en santé publique

Dr. James Brooks
On Behalf of the Wastewater Team
April 1, 2021

Au nom de l'équipe des eaux usées
1er avril 2021



Objectives / Objectifs

Questions to be addressed / Les questions à examiner :

- **What does the SARS-CoV-2 signal in ww mean for my community?**
- **What am I supposed to do with the results?**
- **Que signifient les signaux de SRAS-CoV-2 dans les eaux usées pour ma communauté?**
- **Que dois-je faire de ces résultats?**

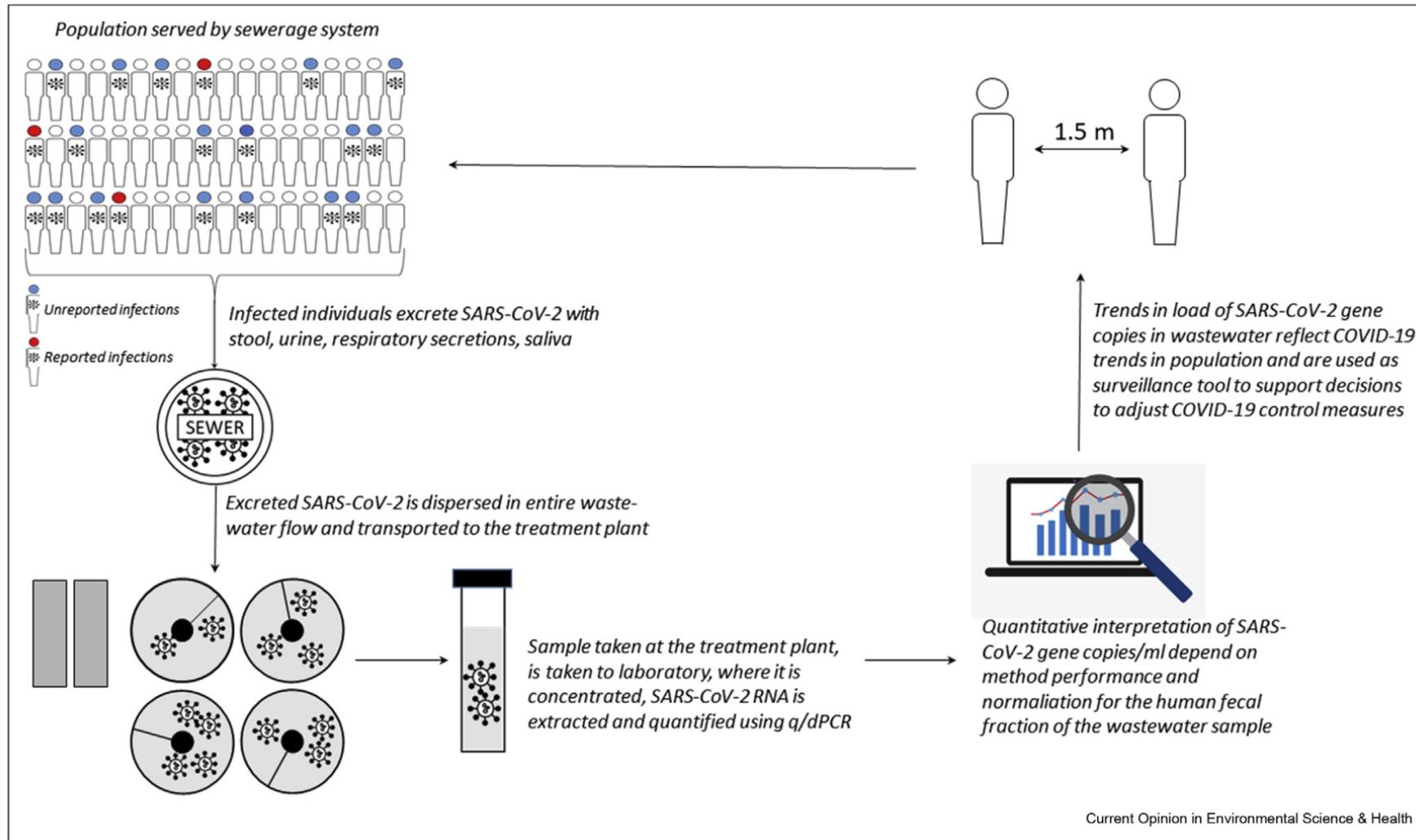
Spoiler alert: WW test results will not answer all of your questions.

Attention primeur : Les résultats des tests dans les eaux usées ne répondront pas à toutes vos questions.

Agenda / Ordre du jour

- **Welcome/Introduction/ Mot de bienvenue/Introduction** 10 min
- **Lab Methods for Testing for SARS CoV-2 in Wastewater /** 25 min
 - Les méthodes de laboratoire pour tester le SRAS-CoV-2 dans les eaux usées
 - **Surveillance for SARS-CoV-2 in municipal ww systems - Chand Mangat /**
Surveillance du SRAS-CoV-2 dans les systèmes d'eaux usées municipaux
 - **Tracking for VOC in wastewater – Chrystal Landgraff /**
Repérage de variants préoccupants dans les eaux usées
- **Translating SARS-CoV-2 wastewater signal into public health action**
Jayson Shurgold / Traduire les signaux de SRAS-CoV-2 dans les eaux usées en action de santé publique 15 min
- **Ottawa experience Rob Delatolla/ Monir Taha Q&A /**
L'expérience ontarienne Q et R 15 min
- **NWT experience Chand Mangat/Kami Kandola Q&A /**
L'expérience des T.-N.-O. Q et R 15 min
- **Wrap-up / Conclusion**

Model of SARS-CoV-2 Surveillance in WW / Modèle de surveillance de SRAS-CoV-2 dans les eaux usées



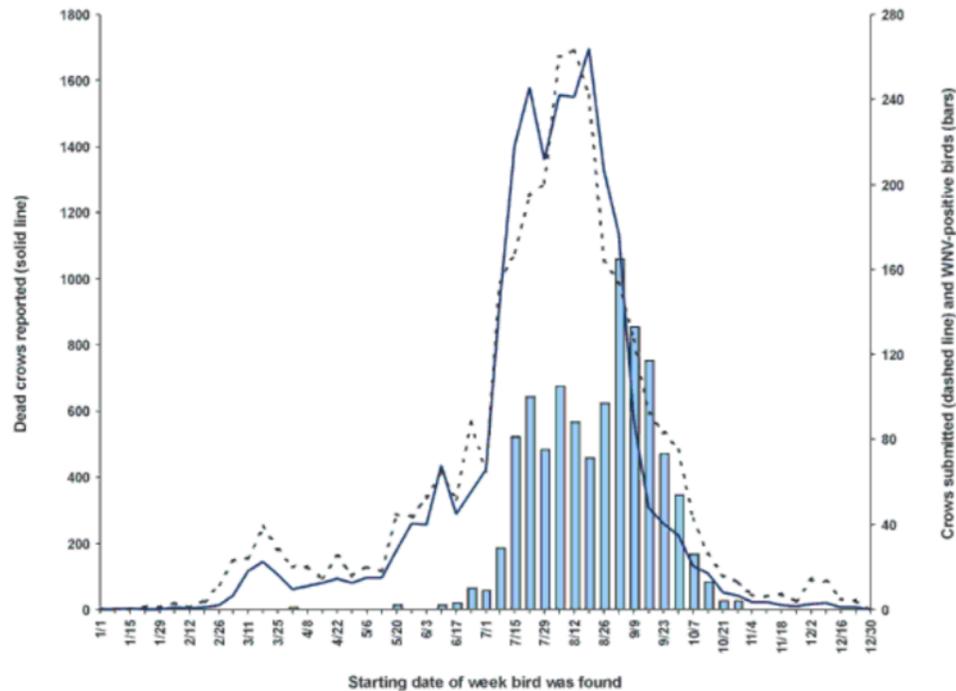
Current Opinion in Environmental Science & Health 2020, 17:49–71

Why Should Public Health Use Data from Wastewater Signals? / Pourquoi la santé publique devrait-elle utiliser les données provenant des signaux dans les eaux usées?

CBC/SRC

Surrogate Indices can Predict Illness / Les indicateurs substitués peuvent prédire la maladie

Figure 1



Eidson, EID, 2001

In all, dead bird clusters occurred 0–40 days (median 12) before the onset of human illness and 12–45 days (median 17) before human diagnosis.

Les groupes d'oiseaux morts sont apparus entre 0 et 40 jours (médiane 12) avant l'apparition de la maladie chez l'humain et entre 12 et 45 jours (médiane 17) avant le diagnostic chez l'humain.

Mostashari, EID, 2003

Examining Aggregate Values Can Direct Public Health Action / L'examen de valeurs agrégées permet d'orienter les mesures de santé publique

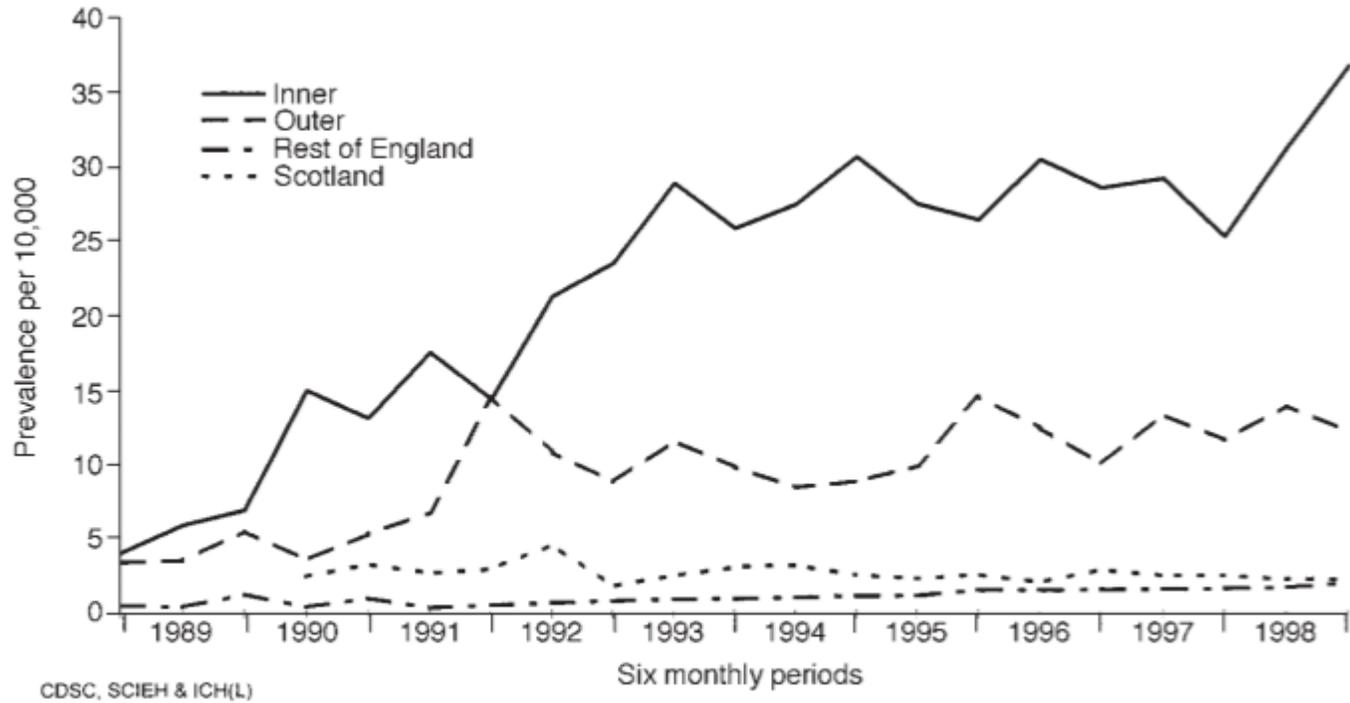
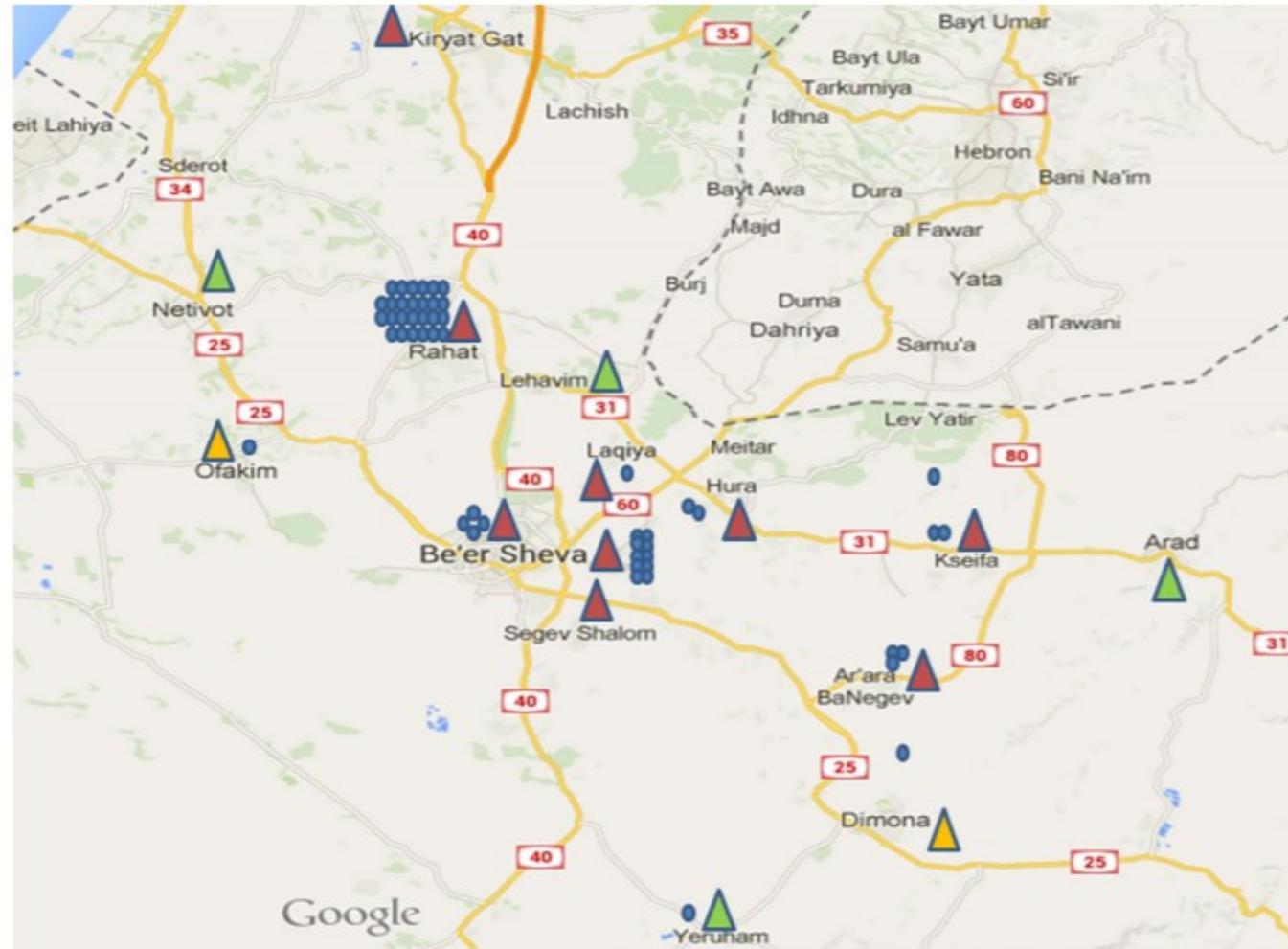


Figure 3 HIV prevalence trends in pregnant women in the UK

Nicoll, *International Journal of Epidemiology* 2000;29:1-10

Sentinel Surveillance and Identification of Populations with Ongoing Transmission to Target for Vaccination / Surveillance sentinelle et identification des populations où la transmission est active afin de cibler la vaccination



Moran-Gilad, Journal of Clinical Virology 66 (2015) 51–55

The Impact of Public Health Surveillance Can Take Time / L'impact de la surveillance de la santé publique peut prendre du temps

BRITISH MEDICAL JOURNAL

LONDON SATURDAY SEPTEMBER 30 1950

SMOKING AND CARCINOMA OF THE LUNG PRELIMINARY REPORT

BY

RICHARD DOLL, M.D., M.R.C.P.

Member of the Statistical Research Unit of the Medical Research Council

AND

A. BRADFORD HILL, Ph.D., D.Sc.

Professor of Medical Statistics, London School of Hygiene and Tropical Medicine; Honorary Director of the Statistical Research Unit of the Medical Research Council

It's a smoke-free Ottawa



CBC News · Posted: Apr 25, 2001 7:48 AM ET | Last Updated: April 25, 2001

Ottawa city council has unanimously passed a bylaw to ban smoking in restaurants, bars, and bingo parlours.

Photo credit: Nick Sinclair

<https://www.bmj.com/content/suppl/2005/07/28/331.7511.295.DC1>

Wastewater partners / Partenaires en matière d'eaux usées

- PHAC / ASPC
 - Anil Nichani
 - Michael R. Mulvey
 - Chand Mangat
 - Chrystal Landgraff
 - Jayson Shurgold
 - Aboubakar Mounchili
 - Paul Sandstrom
 - Adrienne Myers
 - Michael Becker
 - Celine Nadon
 - David Champredon
 - Aamir Fazil
 - Guillaume Poliquin
 - Heidi Wood
 - Michael Drebot
 - Nathalie Bastien
 - Patrick Chong
 - Garrett Westmacott
- ISC/FNIB -SAC/DGSPNI
 - Max Trubnikov
 - Dominique Poulin
 - Jennifer Mercer
- STATCAN
 - Audra Nagasawa
 - Thac Dung (TD) Nguyen
- ECCC
 - Shirley Anne Smyth
- The Canadian Water Network -Le Réseau canadien de l'eau
 - Bernadette Conant
 - Steven Hruday



Public Health
Agency of Canada

Agence de la santé
publique du Canada

Canada

Moving SARS-CoV-2 signals in Wastewater to Public Health Action – Laboratory Analysis| Déplacement des signaux de SRAS-CoV-2 dans les eaux usées vers les mesures de santé publique – Analyse de laboratoire



Dr. / D^r Chand S. Mangat

Dr. / D^r Michael R. Mulvey

Dr. / D^r Aboubakar Mouchili

Dr. / D^r James Brooks

Dr. / D^r Anil Nichani



Statistics
Canada

Statistique
Canada



Correctional Service
Canada

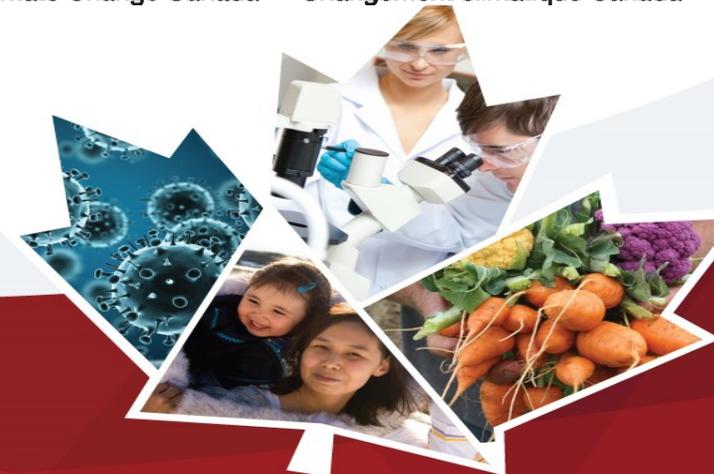
Service correctionnel
Canada



Environment and
Climate Change Canada

Environnement et
Changement climatique Canada

PROTECTING AND EMPOWERING CANADIANS
TO IMPROVE THEIR HEALTH

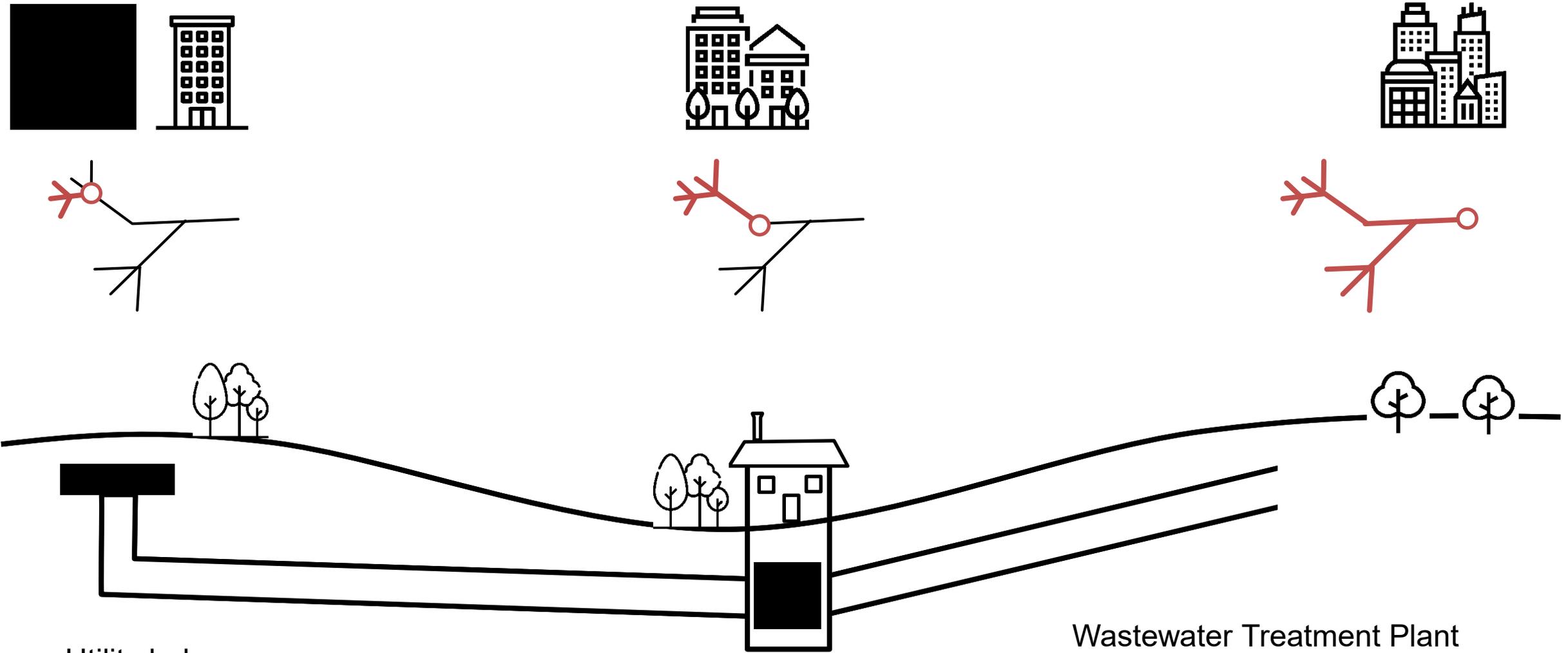


Overview

- How wastewater is collected
- Laboratory test methodology
- Can we trust wastewater signals?
- Sensitivity of wastewater signals
- Extended uses – variant analysis

Aperçu

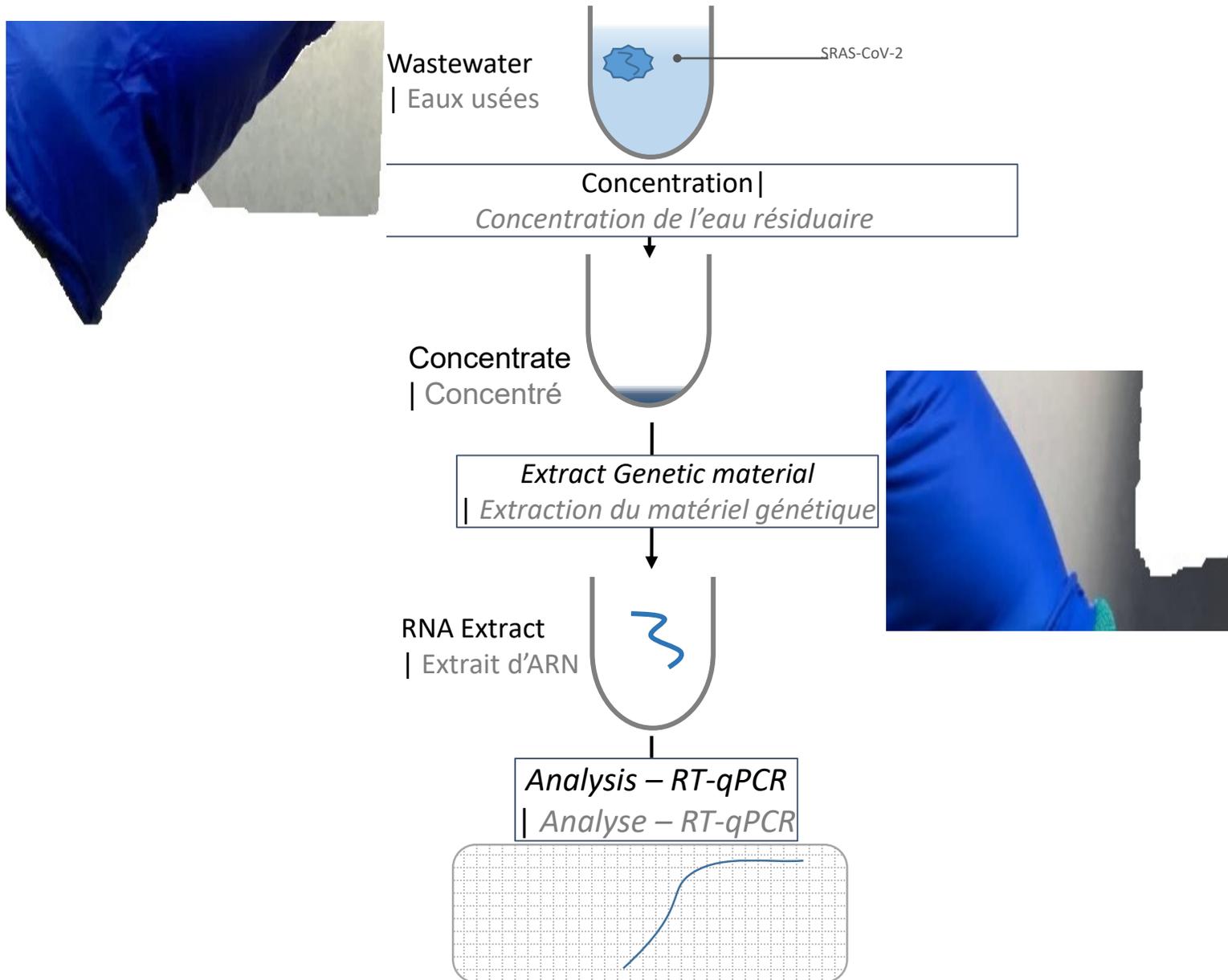
- Méthode de collecte des eaux usées
- Méthodologie de l'analyse en laboratoire
- Est-il possible de se fier aux signaux dans les eaux usées?
- Sensibilité des signaux dans les eaux usées
- Diversité des utilisations – analyse



Utility hole
| Plaque d'égout

Lift Station
| Poste de relèvement

Wastewater Treatment Plant
| Station de traitement des eaux usées



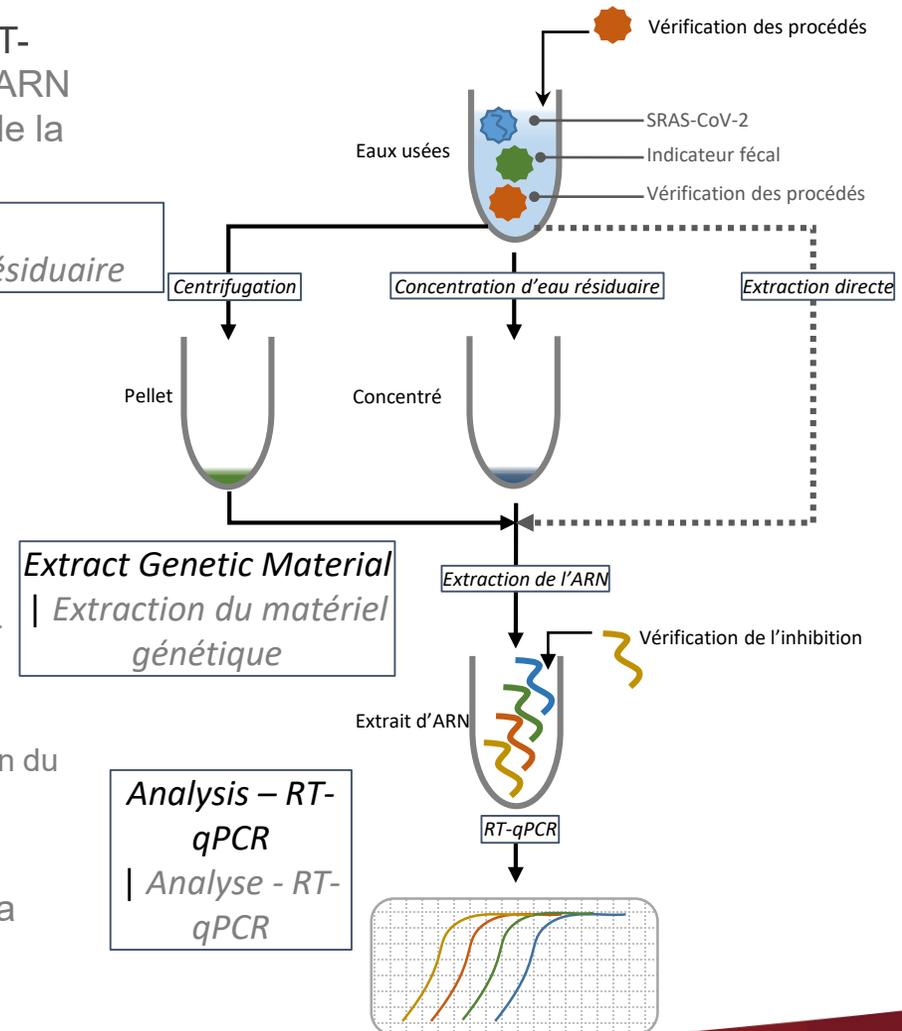
..a little more detail | ... Un peu plus de détails sur le test

- SARS-CoV-2 Specific Targets | Cibles précises du SRAS-CoV-2 
 - Principal method for detection of viral RNA is an adapted version of the RT-qPCR clinical assay (N1/N2) | Le procédé principal pour la détection de l'ARN viral est une version adaptée de l'essai clinique employant le RT-qPCR (de la neuraminidase [N] 1 ou de la N2).

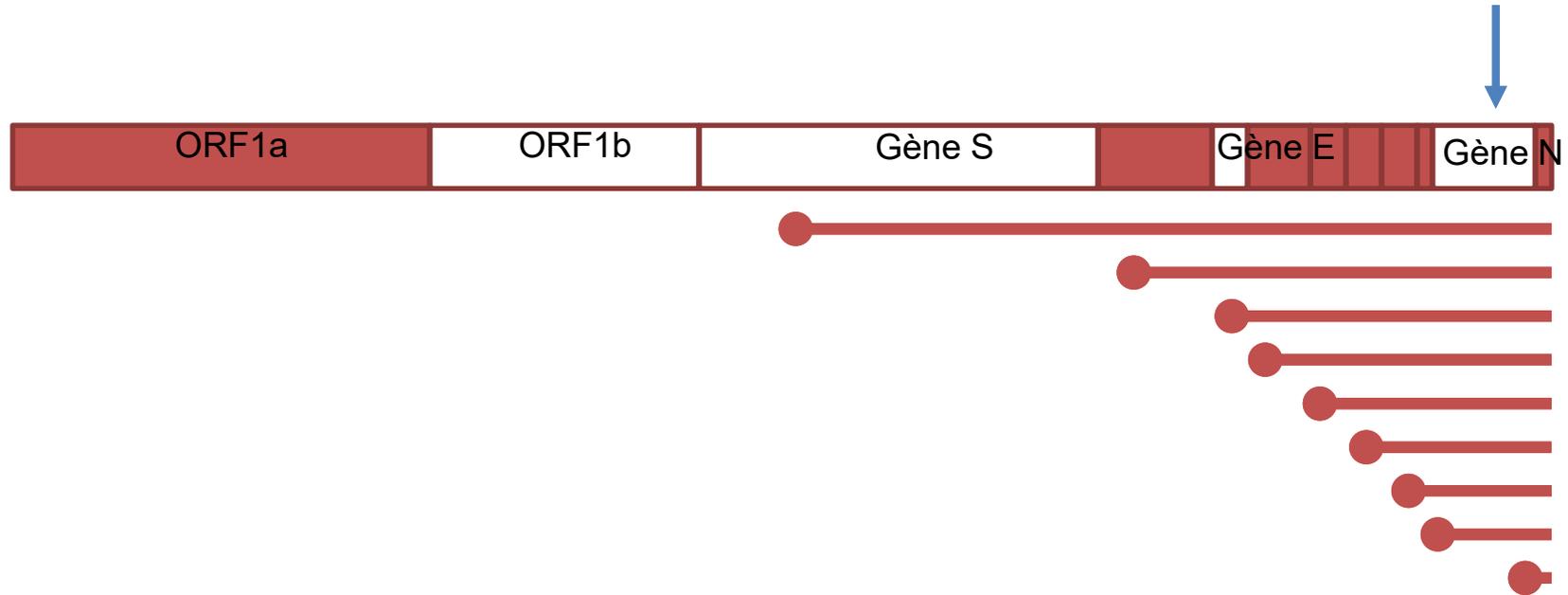
- Process Control | Vérification des procédés 
 - Exogenous control - reports on yield | Vérification exogène – rapports de rendement
 - Synthetic RNA or a highly related innocuous virus | Présence d'un ARN synthétique ou un virus inoffensif qui lui est étroitement apparenté

- Fecal Indicator Control | Vérification des indicateurs fécaux 
 - Endogenous control – reports on “human” input | Vérification endogène – rapports sur l'implication « humaine »
 - Dietary | Alimentation
 - Pepper Mild Mottle Virus (PMMV) – Other candidates | Polyvirus de marbrure commun du poivre (PMMV) – Autres candidats.

- PCR Inhibition Control | Vérification de l'inhibition de la réaction en chaîne de la polymérase (PCR)  
 - Indicate interferences in assay | Indique s'il y a eu des ingérences lors de l'essai



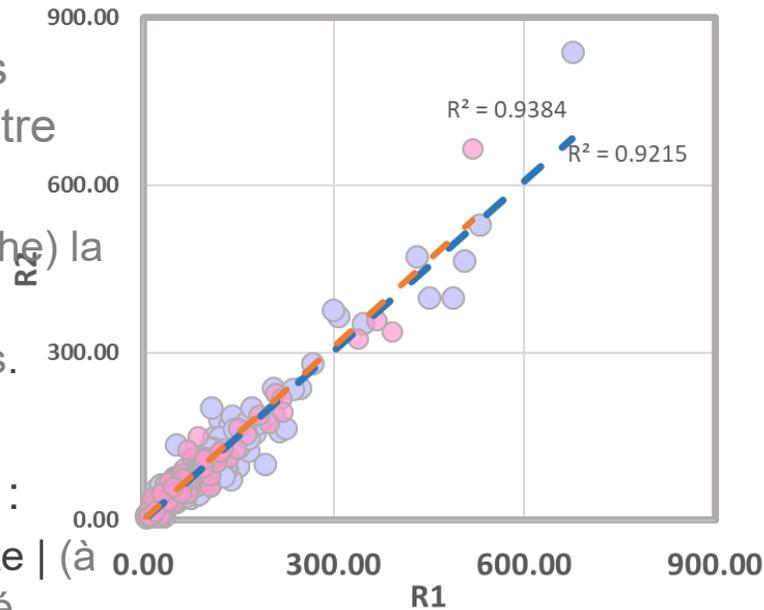
N-gene is the preferred molecular target for WW surveillance | Le gène N est la cible moléculaire privilégiée pour surveiller les eaux usées



How reproducible is wastewater data? | Les données sur les eaux usées sont-elles reproductibles?

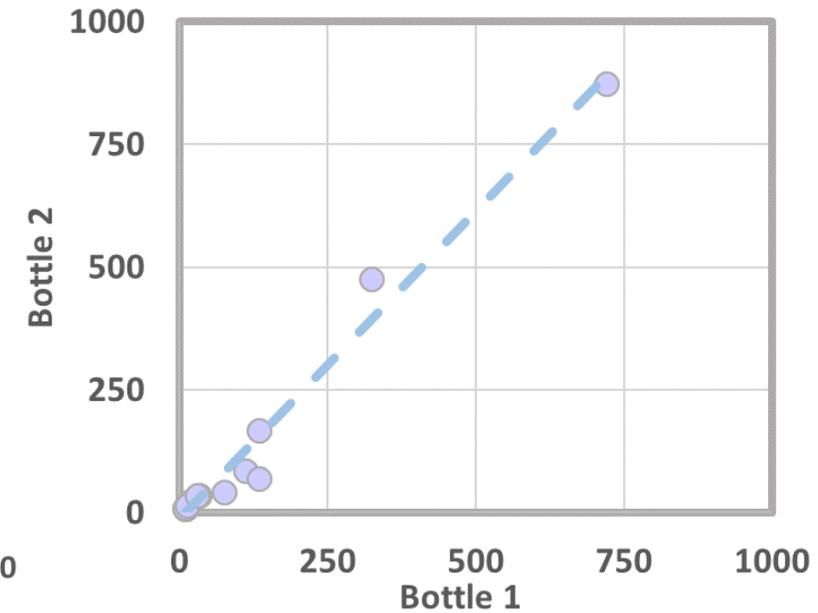
- Core analytic steps are reproducible | Les principales étapes de l'analyse peuvent être reproduites :

- (Left) PCR replicates N1 and N2 | (à gauche) la PCR réplique le N1 et le N2.
- $n \sim 1400$ assays | $n =$ environ 1 400 essais.



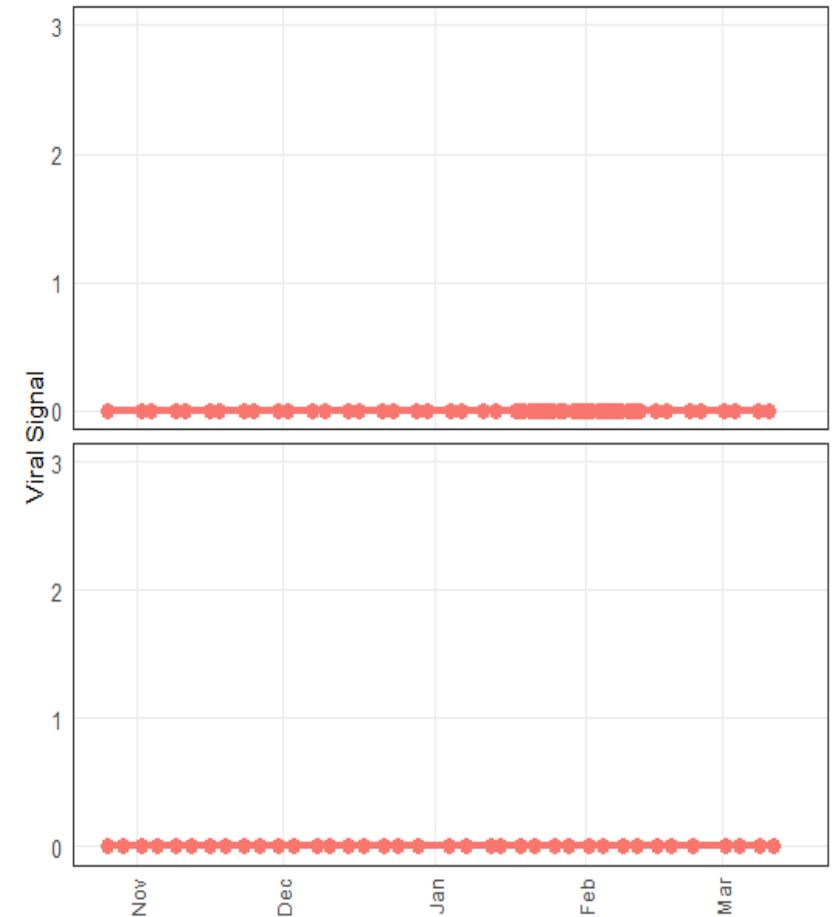
- Biological variation | Variation biologique :

- (Right) split sample testing of the same site | (à droite) un test sur un échantillon fractionné provenant du même site.
- $n = 8$ positive samples | $n = 8$ échantillons positifs.



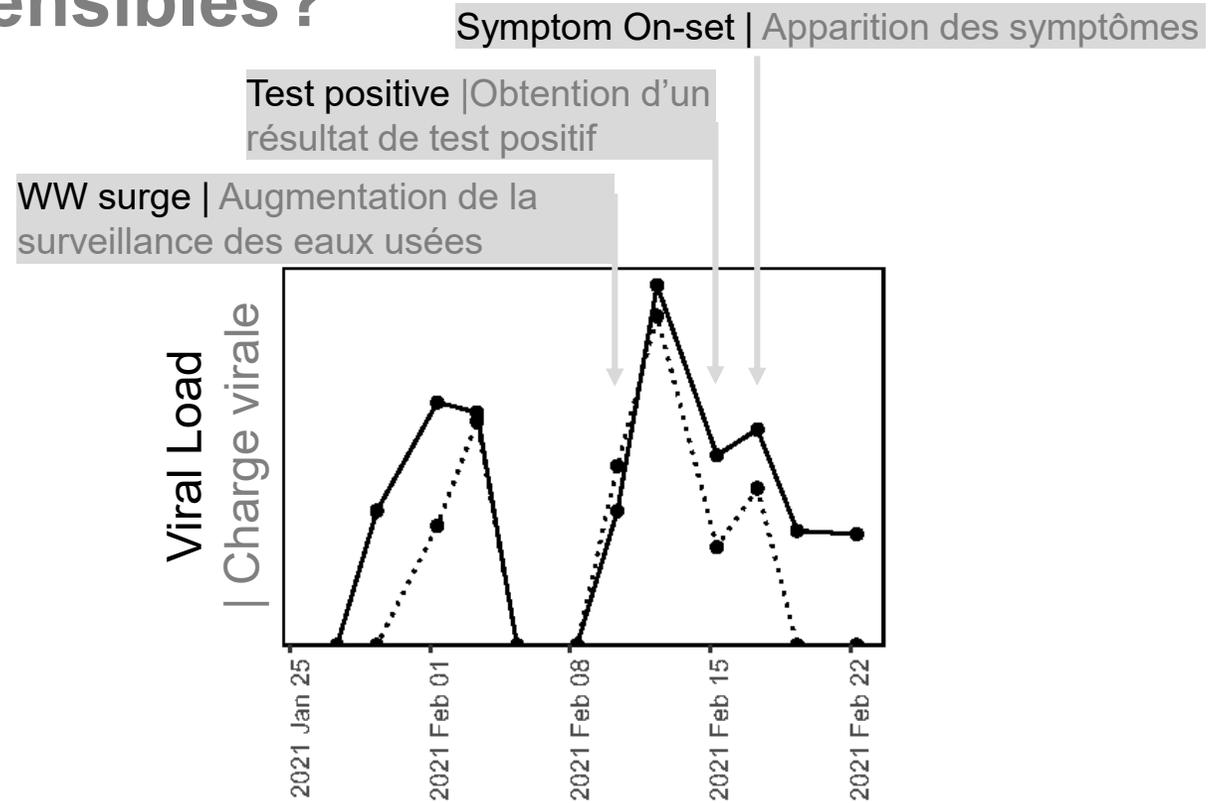
Can I trust wastewater surveillance data? | Puis-je me fier aux données de surveillance des eaux usées ?

- Low specificity and false positive rates are a hindrance to the action-ability of surveillance data. | Une précision faible et des taux de résultats faux positifs consiste une entrave à l'utilisation des données de surveillance.
- Wastewater testing for SARS-CoV-2 has very low false positive rates. | Le dépistage du SRAS-CoV-2 dans les eaux usées dénote de très faibles taux de résultats faux positifs.
- The clinical “heart of the assays are designed for high-specific across human pathogens | La base « clinique » des essais est de détecter des agents pathogènes humains très précis
 - The high biological diversity of WW is the ultimate stress test. | L'importante diversité biologique des eaux usées est l'ultime test de stress.
- Very low detection rates in surveillance of remote communities with no known cases | Présence de taux de détection très faibles lors de la surveillance des eaux usées de collectivités éloignées qui n'ont détecté aucun cas.
- 0 detections in 101 assays over 4 months of surveillance in COVID-19 free communities. | Rien n'a été détecté lors de 101 essais réalisés pendant 4 mois de surveillance dans des collectivités qui n'ont pas été touchées par la COVID-19.



How sensitive is wastewater signal? | À quel point les signaux dans les eaux usées sont-ils sensibles?

- Confirmed sensitivity of WW sampling by PHAC-NML | La sensibilité de l'échantillonnage des eaux usées a été confirmée par le Laboratoire national de microbiologie (LNM) de l'Agence de la santé publique du Canada (ASPC)
 - 1 case in 400 – institutional sampling | 1 cas sur 400 échantillons – échantillonnage réalisé par le laboratoire.
 - 1 case in 12,000 - small sewershed | 1 cas sur 12 000 échantillons – dans de petits égouts.
 - 1 case in 10,000 – large urban center | 1 cas sur 10 000 échantillons – dans de grands centres urbains.



Establishing the Platform to Move Forward – Inter-laboratory Studies | Déterminer la plate-forme pour progresser – Études interlaboratoires

COVID-19 Wastewater Coalition - Pilot Phase 1 Interlab Study and Labs Developing Methods in Canada



Laboratories

- Labs Participating in the National Coalition Phase 1 Interlab Study
- Labs Actively Working on a Method for SARS-CoV-2 in Wastewater
- National Coordinating Lab - National Microbiology Lab

Last Updated: October 6, 2020



Phase 1 Inter-Laboratory Study

Comparison of Approaches to Quantify SARS-CoV-2 RNA in Wastewater

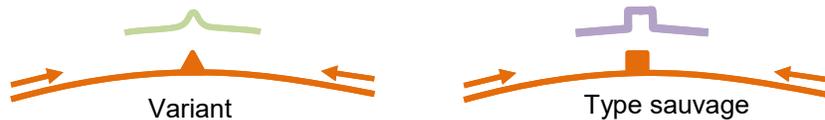
Canadian COVID-19 Wastewater Coalition



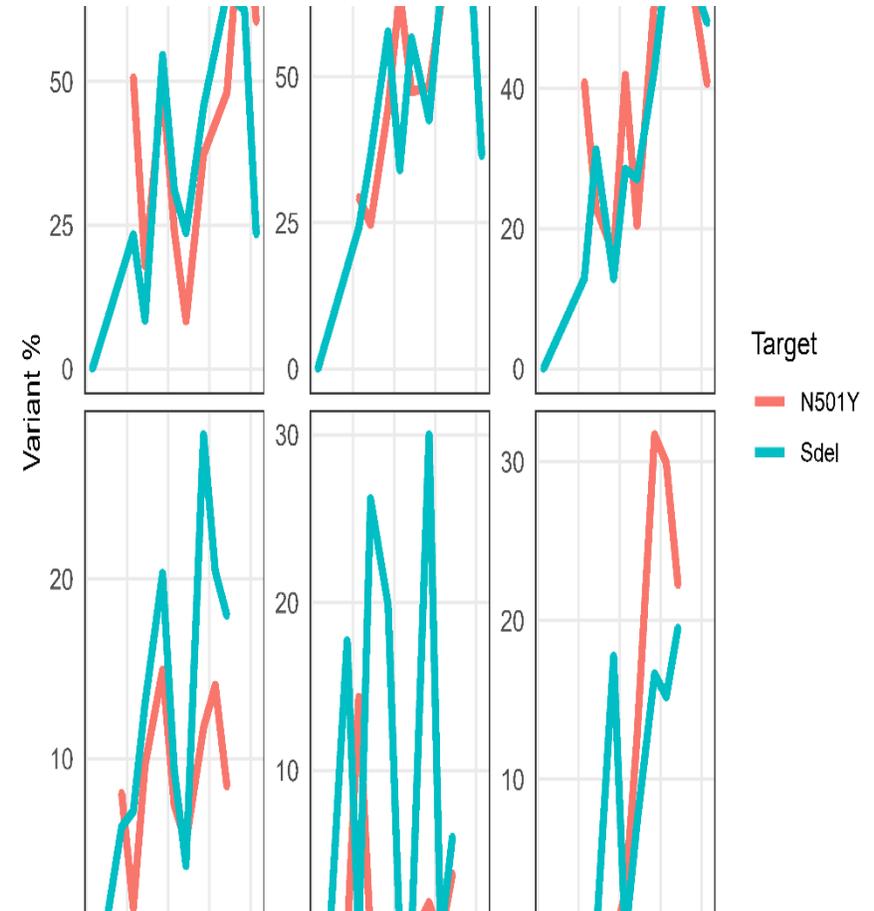
November 2020

Variants| Variants

- Establishing the Platform to Move Forward – Inter-laboratory Studies | Le LNM de l'ASPC est en train de mettre au point un test contre les mutations du gène S (delta 69-70, N501Y), des caractéristiques de certains variants émergents du SRAS-CoV-2 qui suscitent des inquiétudes :
 - Test is highly specific | Essai très précis



- 190 samples across all surveillance streams have been tested by this method. | 190 échantillons provenant de toutes les eaux surveillées ont été testés avec cette méthode.
- delta69-70 & N501Y have been detected in major metropolitan areas | delta 69-70 et N501Y ont été détectés grâce à cette méthode dans de grandes régions métropolitaines



**Canada (37.7M)
or 22% of population
covered | Canada (37,7 M)
ou 22 % de la population
touchée**

**Northwest Territories |
Territoires du Nord-Ouest**

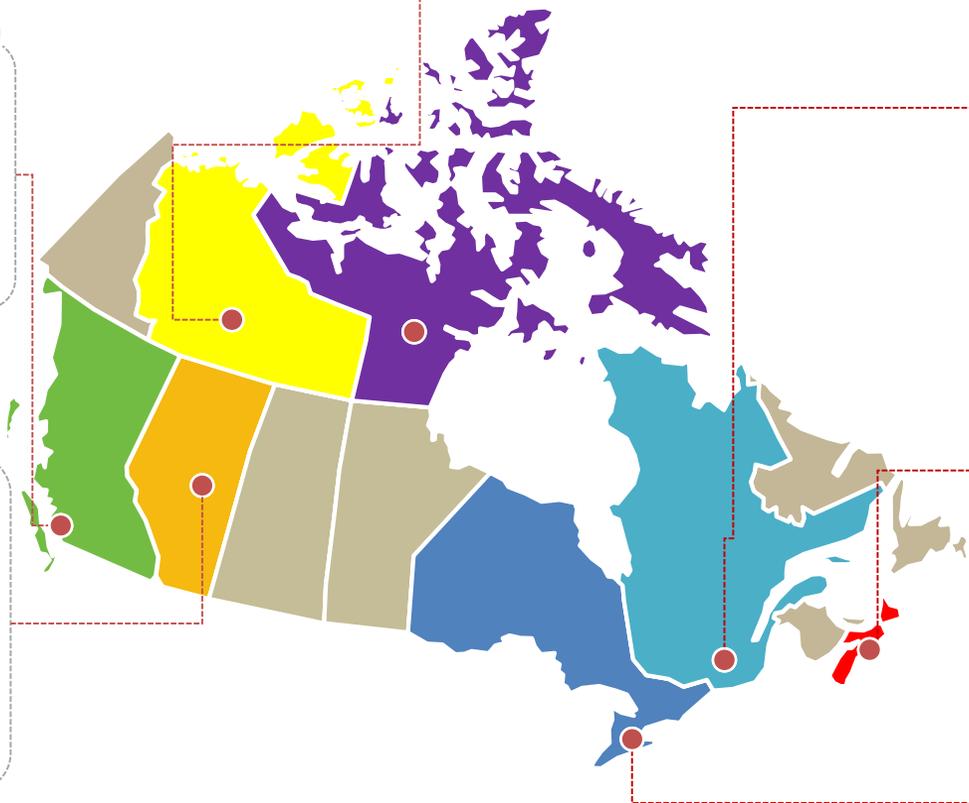
- Yellowknife + 4 other communities | Yellowknife et 4 autres communautés
- Grab samples | Échantillons prélevés au hasard
- 50% of population (total pop: 45,000) | 50 % de la population affectée (population totale : 45 000)

**British Columbia
| Colombie-Britannique**

- Vancouver
- 5 WW plants | 5 usines de traitement des eaux usées
- 2.5 million people | 2,5 millions de personnes

Alberta

- Edmonton
- 1 WW Plant | 1 usine de traitement des eaux usées
- 1 million people | 1 million de personnes



**Services
correctionnels
Canada**

- 2 sites | 2 sites
- 400-800 people | Entre 400 et 800 employés

Québec

- Montreal | Montréal
- 2 WW plants | 2 usines de traitement des eaux usées
- 2 million people | 2 millions de personnes

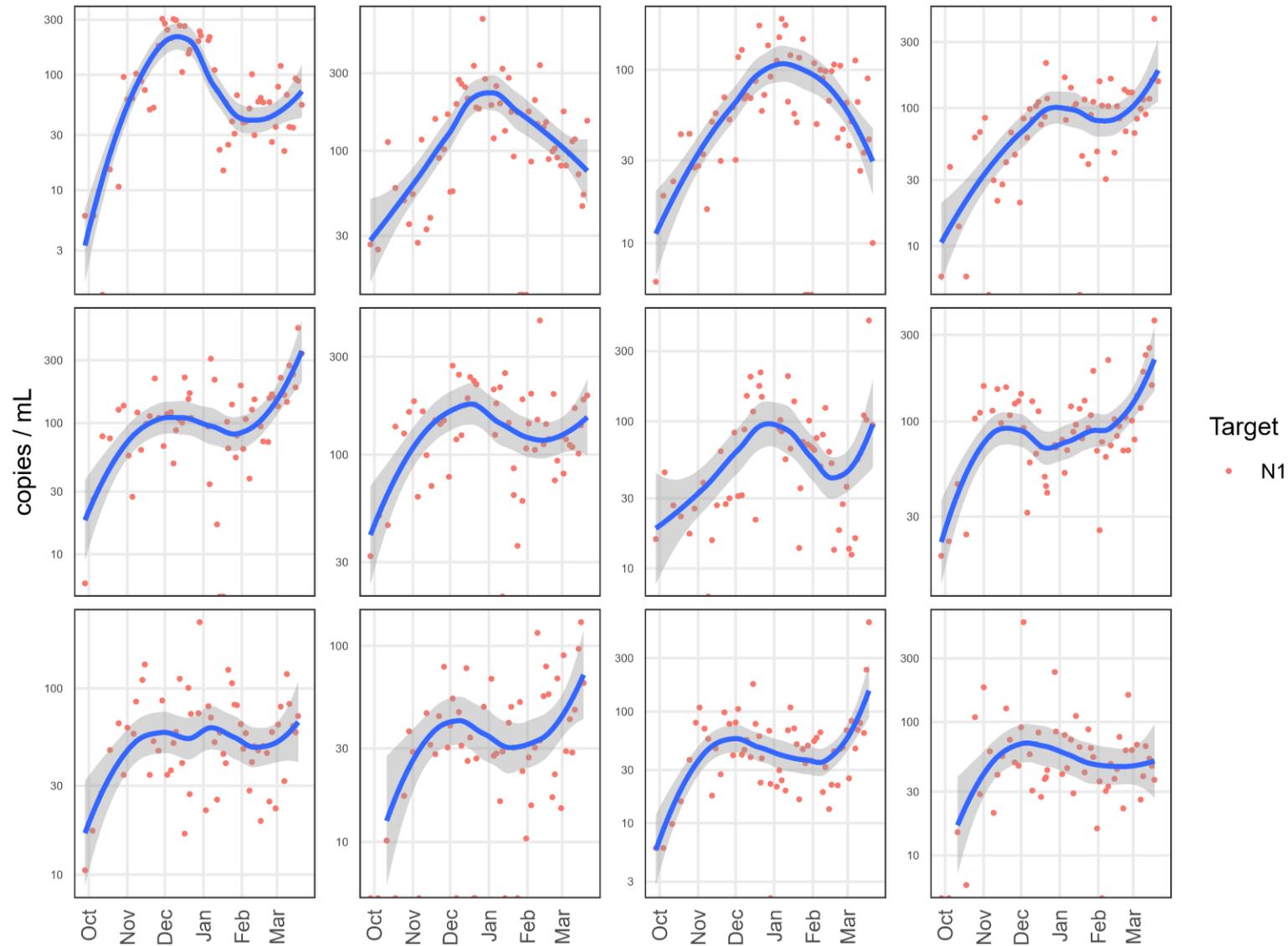
Nouvelle-Écosse

- Halifax
- 3 WW plants | 3 usines de traitement des eaux usées
- 0.2 million people | 0,2 million de personnes

Ontario

- Toronto
- 4 WW Plants | 4 usines de traitement des eaux usées
- 2.8 million people | 2,8 millions de personnes

**Current Sites in the Government of Canada Wastewater Surveillance
| Sites actuels de surveillance des eaux usées du gouvernement du Canada**



Lab | Laboratoire

- Jade Daigle
- Ravinder Lidder
- Dave Spreitzer
- Stacie Langner
- Shelley Peterson
- Walter Demcek
- Quinn Wonitowy
- Codey Dueck
- Umar Mohammed
- Graham Cox

• PHAC | ASPC

- D^r Guillaume Poliquin
- D^r Steven Guercio
- D^r Paul Sandstrom
- D^{re} Adrienne Myers
- D^r Michael Becker
- D^{re} Tracie EisBrenner
- D^{re} Aleisha Reimer

chand.mangat@canada.ca

• PHAC cont.d | ASPC (suite)

- D^r David Champredon
- D^r Aamir Fazil
- Jayson Shurgold
- Howard Swerdfeger
- D^r Chrystal Landgraff
- D^r Celine Nadon

• GNWT | GTNO

- D^r Kami Kandola
- D^r Andy Deli Pizzi
- Heather Hannah
- Justin Hazenberg
- Diep Duong
- Bruce Stuart
- Angélique Ruzindana

• OCSO/OSSI | Bureau du conseiller scientifique principal/Officier de la sécurité des systèmes d'information

- D^r Pascal Michel
- Mette Cornelisse
- Manon Fleury

STATCAN | Statistique Canada

- Audra Nagasawa
- Thac Dung Nguyen
- Ron Gravel

ECCC | Environnement et Changement climatique Canada

- Shirley Anne Smythe
- Steven Teslic

• CSC | SCC

- D^r James Worthington
- Olivia Varsaneux
- Debra Ann Richardson

• Canadian Water Network | Réseau canadien de l'eau

- D^r Steven Hruday
- D^r Bernadette Conant



Metagenomic Sequencing of Municipal wastewater for SARS-CoV-2 Variant Surveillance

Séquençage métagénomique des eaux usées municipales pour la
surveillance des variants du SARS-CoV-2

Presented by/ **Présenté par:** Chrystal Landgraff, Ph.D.

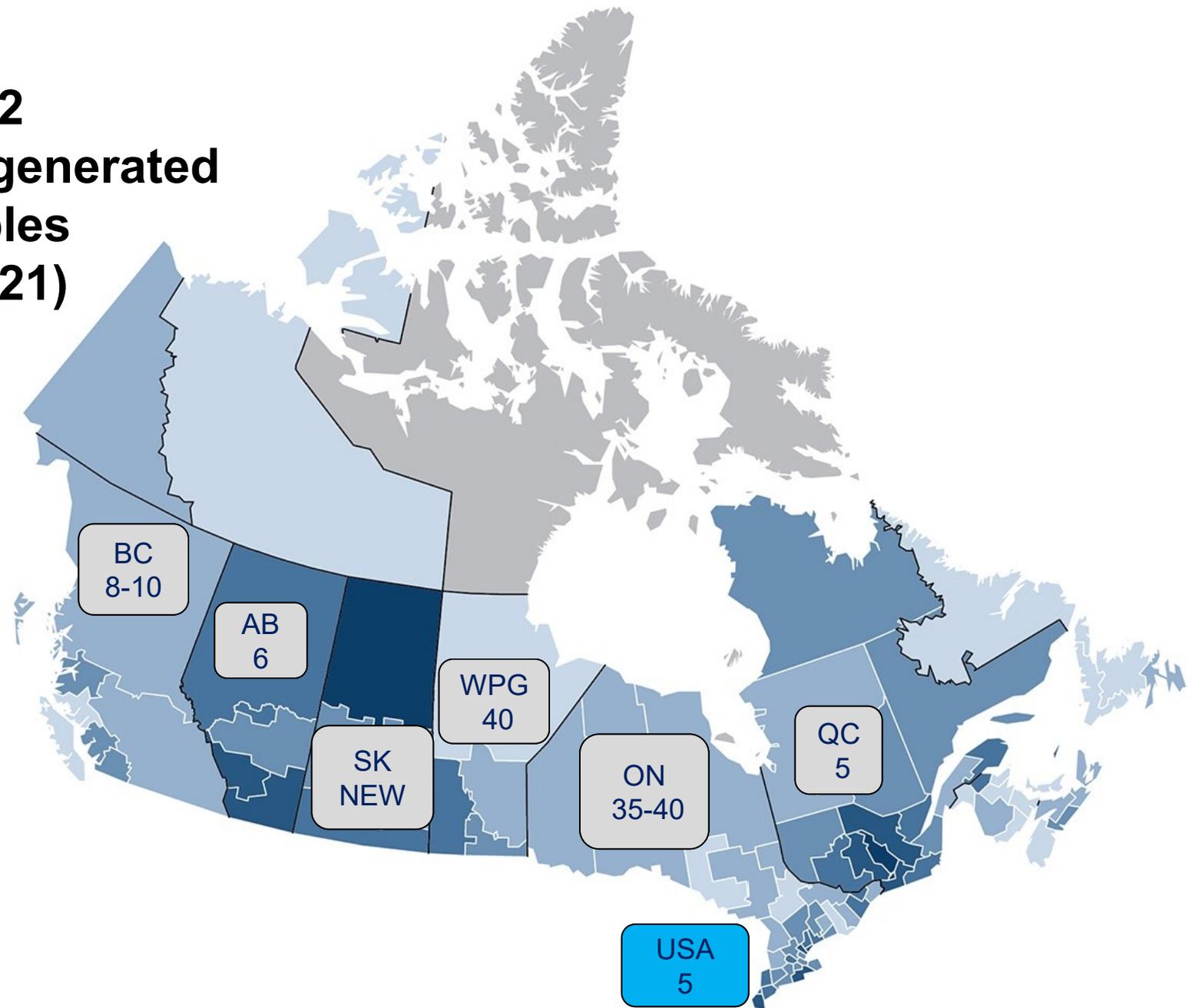
Division of Enteric Diseases, NML-PHAC/ **Division des maladies entériques, LNM-ASPC**

April 1, 2021/ **le 1^{er} avril 2021**



Number of SARS-CoV-2 sequences / province generated from wastewater samples (effective March 25, 2021)

Nombre de séquences SARS-CoV-2/province générées à partir d'échantillons d'eaux usées (en vigueur le 25 mars 2021)



Filter and Concentrate/
filtrer et concentrer

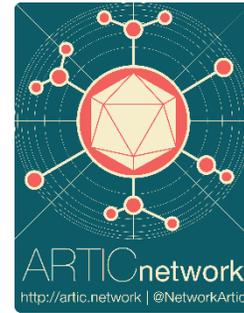
Extract/Extraire

Detect/Détecter

Amplify/Amplifier

Sequence/Séquencer

Identify/Identifier



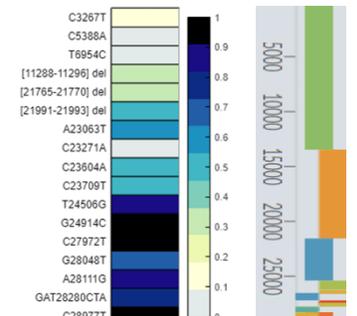
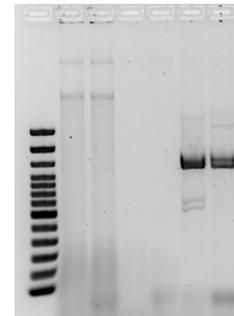
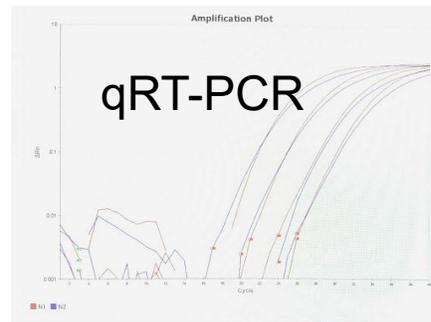
protocols.io



VCFParser



1000-
fold/concentré
1000x



PHAC-Wastewater Sequencing Criteria

Critères de séquençage des eaux usées de l'ASPC

- Samples are first tested for presence of SARS-CoV-2 using the CDC N1 and N2 qRT-PCR assay to determine the C_T value. Les échantillons sont d'abord testés pour vérifier la présence du SARS-CoV-2 en utilisant le test qRT-PCR CDC N1 et N2 pour déterminer la valeur C_T .
 - $C_T > 35$: not suitable for sequence ne convient pas pour le séquençage
 - $C_T \leq 34$: samples is selected for sequencing échantillons sélectionnés pour le séquençage
 - $C_T < 33$: highly suitable for sequencing convient très bien pour le séquençage
- SARS-CoV-2 genomic material is amplified using a multiplexed tiled amplicon method (ARTIC or Freed) Le matériel génomique du SRAS-CoV-2 est amplifié à l'aide d'une méthode par amplicon multiplexées de séquençage (ARTIC ou Freed)
 - Series of PCR reactions that “walk” across the genome Série de réactions PCR qui « marchent » à travers le génome
 - ARTIC: 400-bp amplicons or Freed: 1200-bp amplicons

Wastewater Sequencing Reaction and Analysis

Réaction et analyse du séquençage des eaux usées

- The PCR products are sequenced using an Illumina (MiSeq) or Oxford Nanopore Technology (MinION) platform. Les produits PCR sont séquencés à l'aide d'une plateforme Illumina (MiSeq) ou Oxford Nanopore Technology (MinION).
- Sequencing data is assembled into a majority base called **consensus genome** using custom bioinformatic pipelines available on Github. Les données de séquençage sont assemblées selon le nucléotide majoritaire appelée **consensus génome** à l'aide de pipelines bioinformatiques disponibles sur Github.
- Variant calling is performed on all the sequencing data for the detection and to estimate the proportion of variants in the wastewater sample. L'appel de variants est effectué sur toutes les données de séquençage pour la détection et l'estimation de la proportion de variants dans l'échantillon d'eaux usées.
- Variant calling detects mutations present in the consensus-level genome (majority base call) and at the subconsensus level (minority base calls). L'appel de variants détecte les mutations présentes dans le génome au niveau du consensus (appel de base majoritaire) et au niveau du sous-consensus (appel de base minoritaire).

Current Variants of concern circulating in Canada

Variants préoccupants actuels circulant au Canada

B.1.1.7 (20I/501Y.V1): Detected in UK, reported in December 2020 \

Détecté au Royaume-Uni et rapporté en décembre 2020

- Key mutations- Spike protein: del 69/70, del Y144, **N501Y**, A570D, P681H
- mutations clés de péplomère S
- ~ 50 % increase in transmissibility rate d'augmentation du taux de transmissibilité
- 9998 confirmed cases in Canada cas confirmés au Canada

P.1 (20J/501Y.V3): Detected Japan/Brazil in January 2021

Détecté au Japon et au Brésil et rapporté en janvier 2021

- Key mutations -Spike protein: **E484K**, K417N/T,**N501Y**
- 469 confirmed cases in Canada

B.1.351 (20H/501Y.V3): Detected in South Africa, reported December 2020

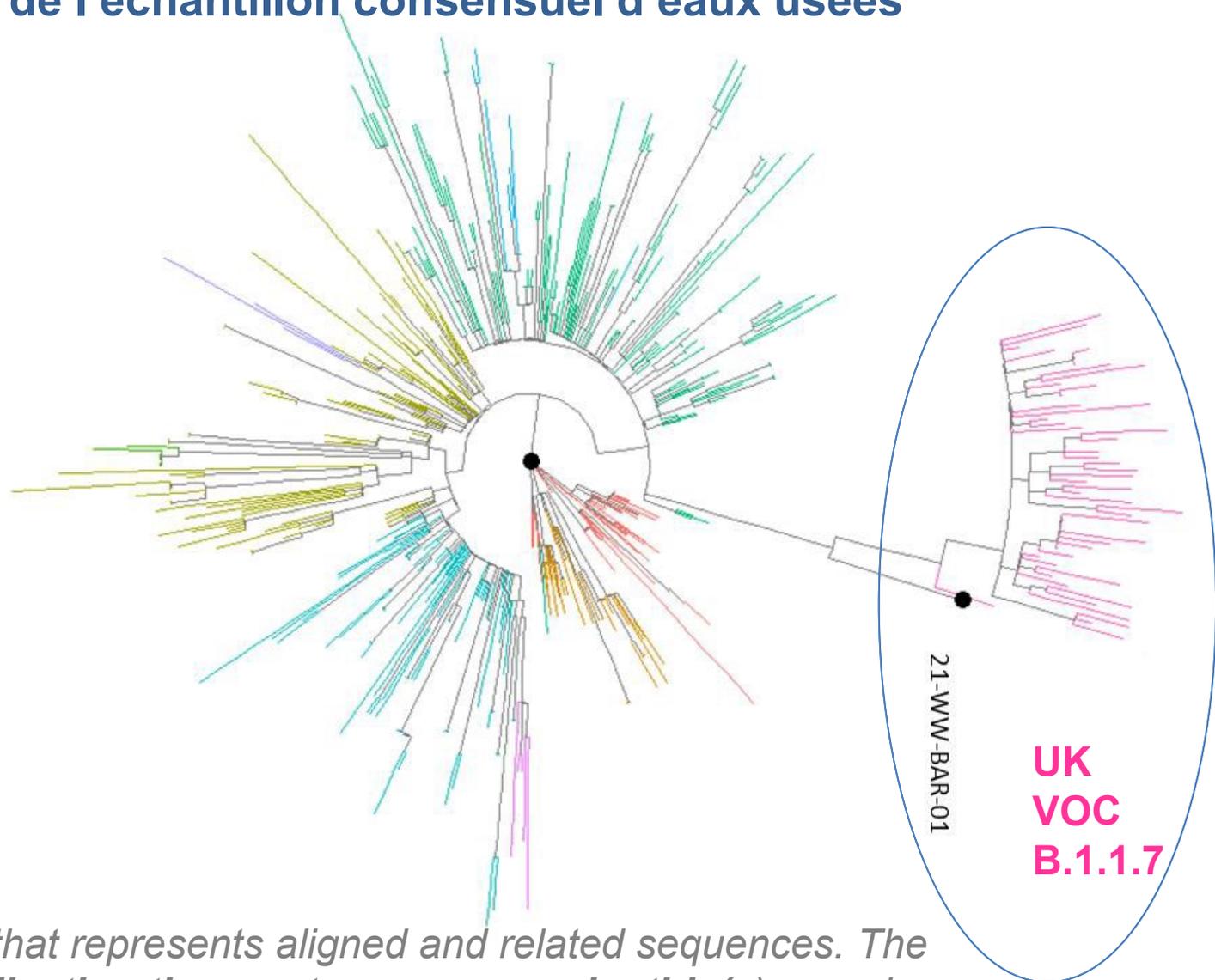
Détecté en Afrique du Sud et rapporté en décembre 2020

- Key Mutations-Spike protein: K417N, **E484K**, **N501Y**
- 313 confirmed cases in Canada

Phylogenetic analysis of the wastewater consensus sample

Analyse phylogénétique de l'échantillon consensuel d'eaux usées

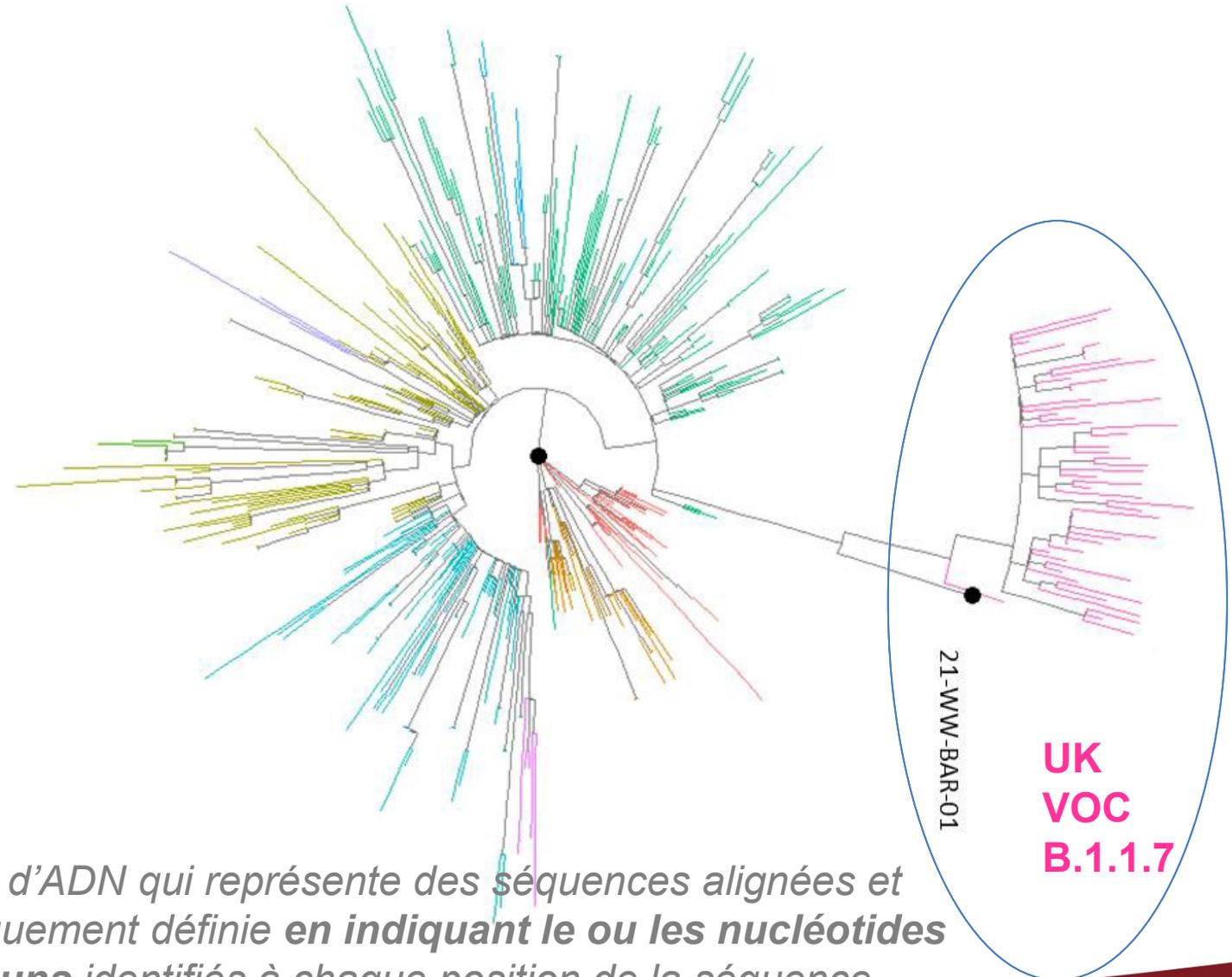
Figure 1. Maximum-Likelihood Tree of 536 Canadian sequences and 49 B.1.1.7 sequences sampled from the GISAID EpiCov database. Tree is rooted to the Wuhan Hu-1 reference genome (GenBank accession # MB908947.3). Branches are coloured according to assigned Nextclade lineages. The position of the wastewater consensus sequence, 21-WW-BAR-01, is indicated on the tree and represented by a black node.



A consensus sequence is a sequence of DNA that represents aligned and related sequences. The consensus sequence is typically defined by indicating the most common nucleotide(s) or amino acid residue(s) identified at each position of the sequence.

Analyse phylogénétique de l'échantillon consensuel d'eaux usées

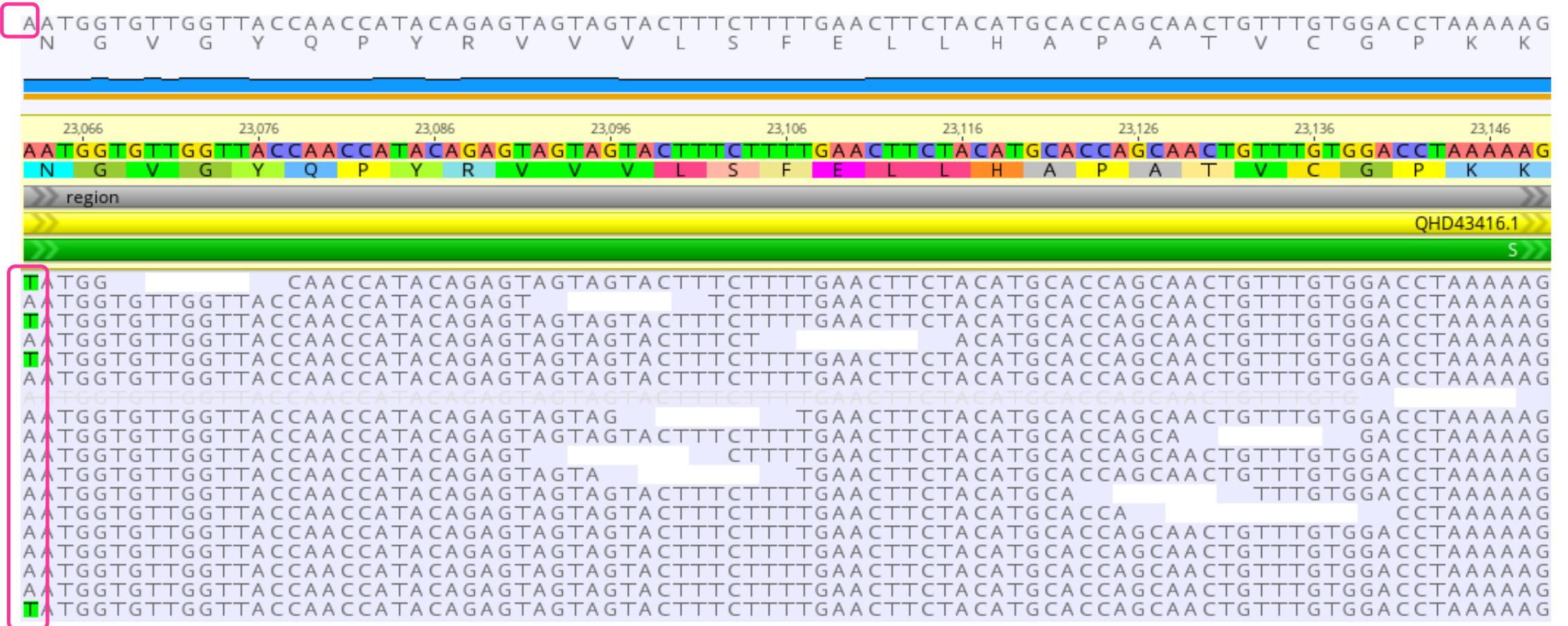
Figure 1. Arbre de maximum de vraisemblance de 536 séquences canadiennes et 49 séquences de B.1.1.7 échantillonnées dans la base de données EpiCov du GISAID. L'arbre est ancré au génome de référence Wuhan Hu-1 (numéro d'accèsion GenBank MB908947.3). Les branches sont colorées en fonction des lignées Nextclade attribuées. La position de la séquence consensus des eaux usées, 21-WW-BAR-01, est indiquée sur l'arbre et représentée par un nœud noir.



Une séquence consensus est une séquence d'ADN qui représente des séquences alignées et apparentées. La séquence consensus est typiquement définie en indiquant le ou les nucléotides ou résidus d'acides aminés les plus communs identifiés à chaque position de la séquence.

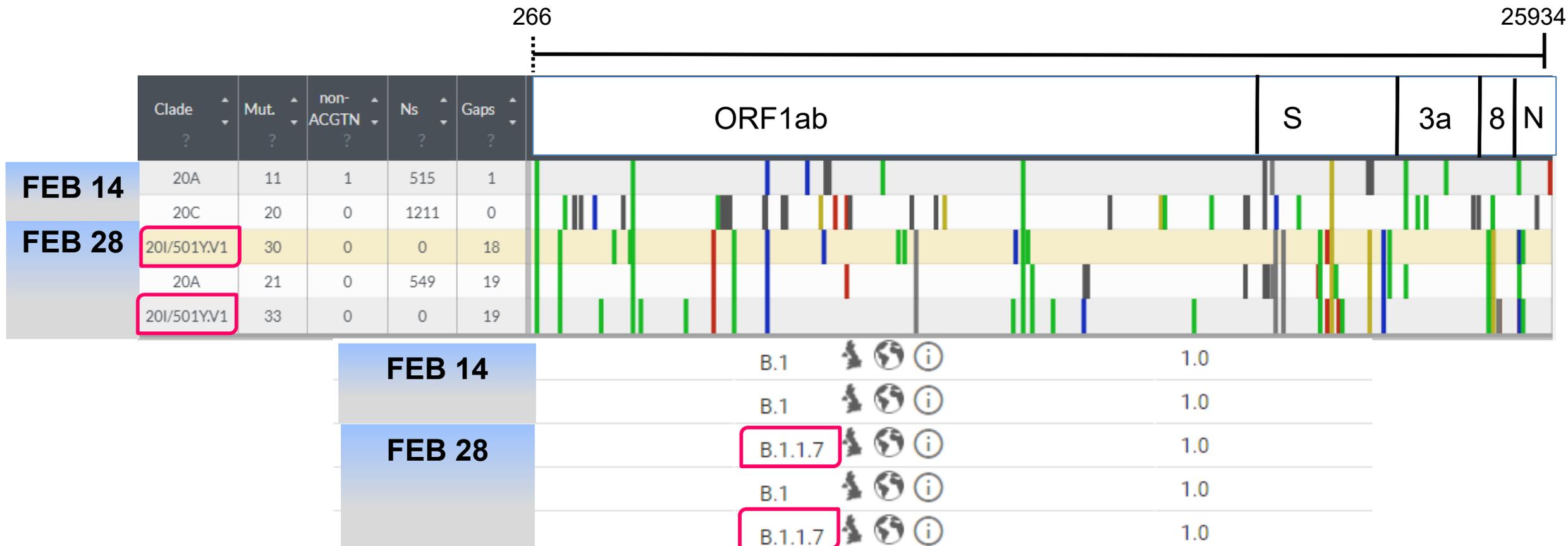
Variant Calling (iVAR) enables identification of mutations (variants) across the genome

L'appel de variant (iVAR) permet d'identifier les mutations (variants) dans le génome



Clade assignment of wastewater consensus sequences obtained from samples collected from a major Canadian city on Feb 14 and 28st, 2021

Affectation de clade des séquences consensus des eaux usées obtenues à partir d'échantillons prélevés dans une grande ville canadienne les 14 et 28 février 2021



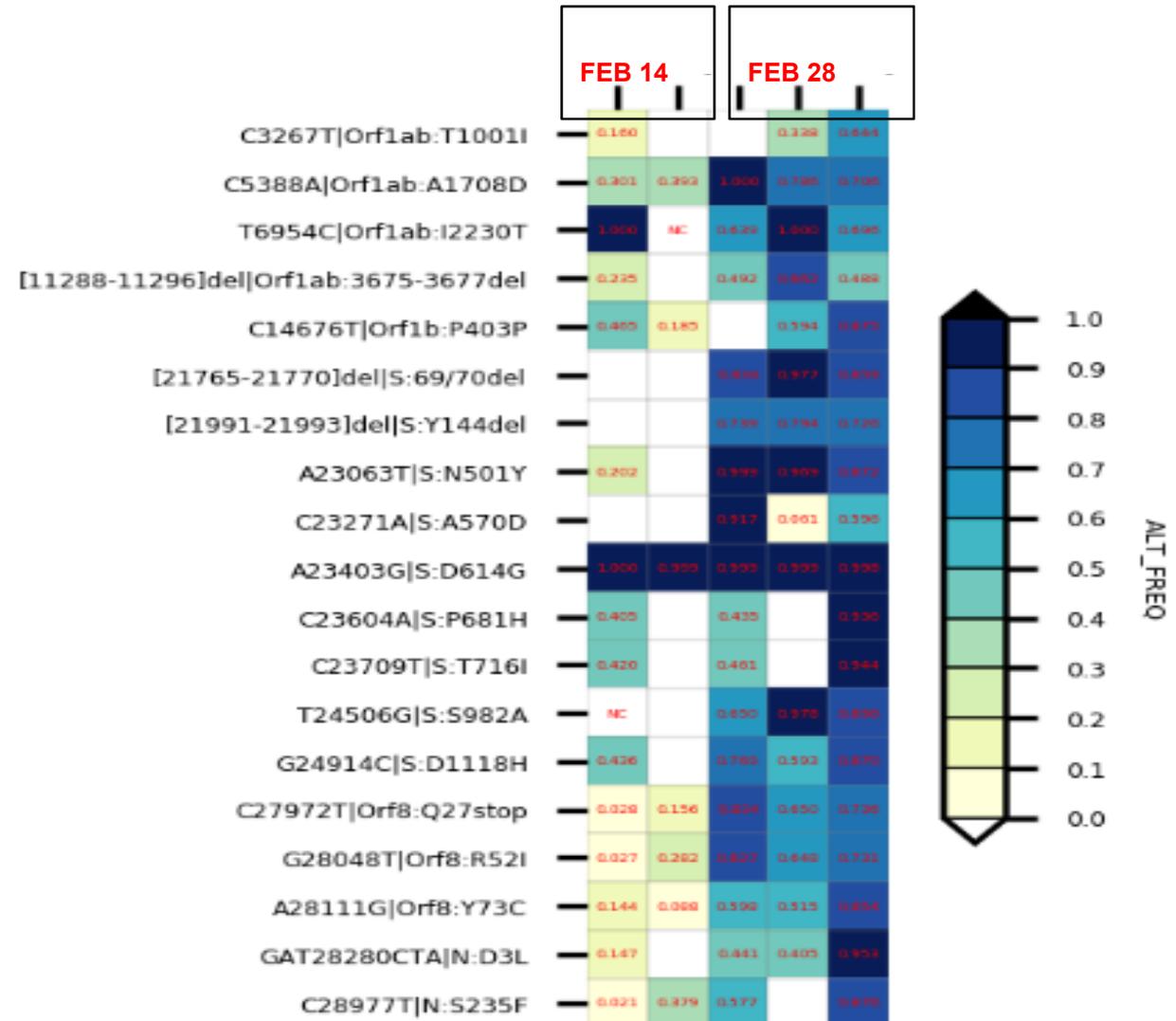
Heat Map depicting the frequency of detection of the B.1.1.7 defining mutations in wastewater samples collected between February 14-28, 2021 from wastewater treatment plants located in a major Canadian centre

Feb 14: Frequency of N501Y was 0.2 (20 % of sequencing reads have this mutation)

Feb 21: Frequency of N501Y was 0.87-0.99 (87% to 99% of sequencing reads have this mutation)

14 fév. : La fréquence de N501Y était de 0,2 (20 % des lectures de séquençage présentent cette mutation)

21 fév. : La fréquence de N501Y était de 0,87-0,99 (87 à 99 % des lectures de séquençage présentent cette mutation)



Wastewater screening of other variants of interest or concern

Dépistage dans les eaux usées d'autres variants intéressants ou préoccupants

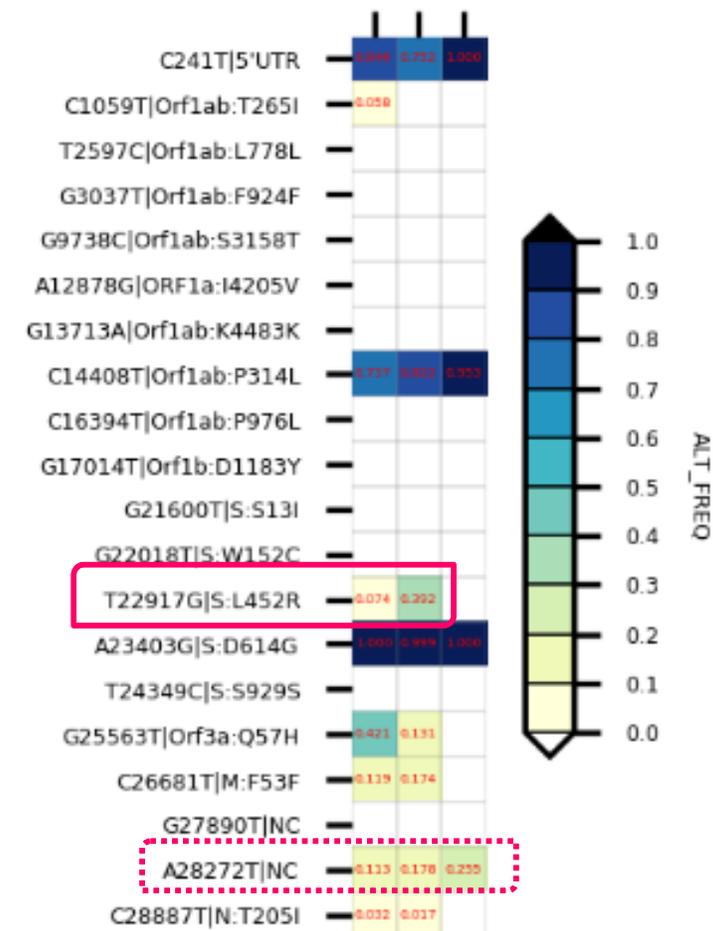
B.1.427/429 Detected in California, reported in January 2021

DéTECTÉ en Californie, rapporté en janvier 2021

- Key mutations - Spike protein: D614G, **L452R**
- ~ 20 % increase in transmissibility rate
d'augmentation du taux de transmissibilité

Detection of Spike mutation L452R in wastewater from a major Canadian centre on Feb 14 and 21, 2021

- Feb 14: present in 7.4% of reads
- Feb 21: present in 29% of reads



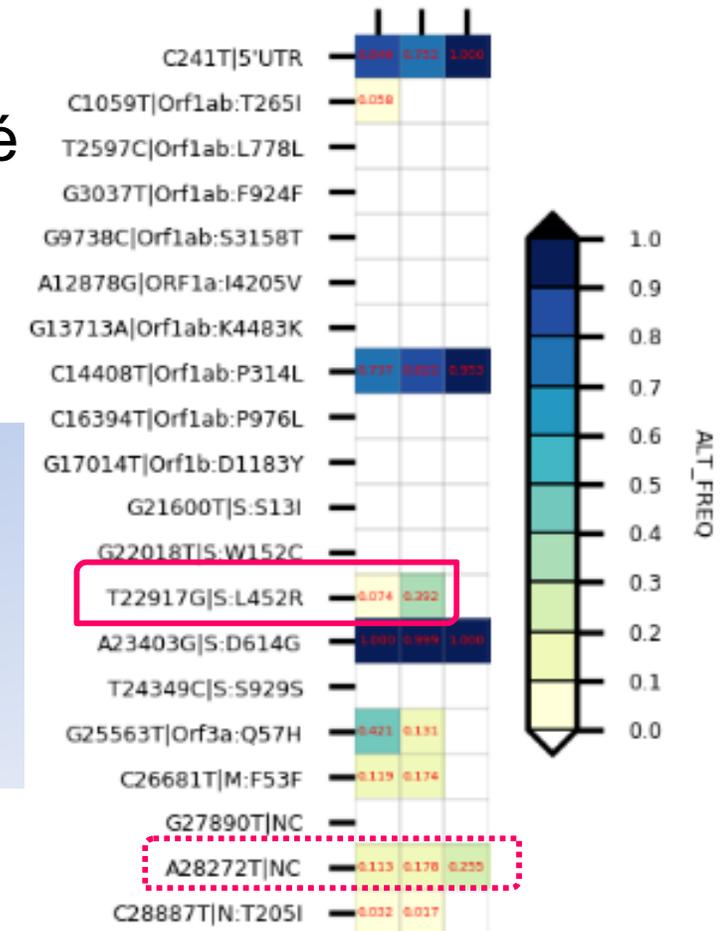
Dépistage dans les eaux usées d'autres variants intéressants ou préoccupants

B.1.427/429 Détecté en Californie, signalé en janvier 2021

- Mutations clés – protéine S : D614G, **L452R**
- ~ 20 % d'augmentation du taux de transmissibilité
- aucun cas confirmés au Canada

Détection de la mutation L452R de la protéine S dans les eaux usées d'un grand centre canadien les 14 et 21 février 2021

- 14 février : présent dans 7,4 % des lectures
- 21 février : présent dans 29 % des lectures



Summary and Key Points

Wastewater sequencing is demonstrating high potential to:

- Detect important mutations associated with variants of concern and the proportion of a variant of in the wastewater over time
- Wastewater sequencing is generating data that can be used for retrospective analysis and surveillance of new and emerging variants of concern
- Wastewater sequencing may detect signals of important lineages prior to their detection via clinical surveillance

Considerations:

- Sequencing and bioinformatics analysis is time-consuming and needs to be improved to inform timely public health decision making
- Wastewater sequence is a composite snapshot of all SARS-CoV-2 lineages circulating within a community and it may be difficult to determine lineages circulating at low level prevalence within a community
- Sequencing of low-prevalence samples does not yield high genome breadth of coverage

Résumé et points clés

Le séquençage des eaux usées présente un fort potentiel pour :

- Détecter les mutations importantes associées aux variants préoccupants et la proportion d'un variant dans les eaux usées au fil du temps.
- Le séquençage des eaux usées génère des données qui peuvent être utilisées pour l'analyse rétrospective et la surveillance de variants nouveaux et émergents préoccupants.
- Le séquençage des eaux usées peut détecter des signaux de lignées importantes avant leur détection par la surveillance clinique.

Considérations :

- Le séquençage et l'analyse bio-informatique prennent beaucoup de temps et doivent être améliorés pour permettre une prise de décision rapide en matière de santé publique.
- Le séquençage des eaux usées est un instantané composite de toutes les lignées de SRAS-CoV-2 circulant dans une communauté et il peut être difficile de déterminer les lignées circulant à faible prévalence dans une communauté.
- Le séquençage d'échantillons à faible prévalence ne permet pas d'obtenir une couverture élevée du génome.

Acknowledgements/Remerciements

PHAC NML-Enterics Wastewater Sequencing

- Ruth Wang
- Matthew Wells
- Jennifer Ali
- Cody Buchanan
- Erin Robert
- Justin Schonfeld
- Kyrylo Bessonov
- James Robertson
- Celine Nadon

PHAC NML-ARNI Wastewater Surveillance

- Anil Nichani
- Michael Mulvey
- Chand Mangat
- James Brooks

Statistics Canada/Statistique Canada

- Audra Nagasawa

National Wastewater Collaborators

- Xiao-Li Pang (AHS)
- John Giesy (University of Saskatchewan)
- Yuwei Xie (University of Saskatchewan)
- Mark Servos (University of Waterloo)
- Lawrence Goodridge (University of Guelph)
- Mike McKay (University of Windsor)
- Robert Delatolla (University of Ottawa)
- Tyson Graber (CHEO)
- Roger Levesque (Laval Universite)

***Thank you to everyone within the
Canadian wastewater community***

***Merci à tous les membres de la
communauté canadienne des eaux usées***



Public Health Interpretation – Preliminary Survey Results Interprétation de la santé publique - Résultats préliminaires de l'enquête

Public Health Agency of Canada – April 1,
2020

Agence de la santé publique du Canada - 1^{er}
avril 2020



Introduction | Introduction

- Jurisdictions across the world have started using wastewater based epidemiology to monitor the burden of COVID-19 and associated variants of concern
 - Wastewater based epidemiology represents an independent source of information that is derived from a pooled biological samples
 - The science is cost effective with a wide range of applications
- Les administrations du monde entier ont commencé à utiliser l'épidémiologie basée sur les eaux usées pour surveiller le fardeau de la COVID-19 et de ses variantes préoccupantes.
 - L'épidémiologie basée sur les eaux usées est une source d'information indépendante dérivée d'un ensemble d'échantillons biologiques.
 - Cette science est rentable et offre un vaste éventail d'applications.

Introduction | Introduction

- On March 17th 2021, the European Commission's science and knowledge service recommended that Member States make use of wastewater surveillance as a source of information for public health authorities
- *“Common methods for sampling, measurement and data analysis, supported by a European exchange platform should be made available and used to ensure that the collected data is reliable and comparable”*
- Lessons learned in Canada show that common methods for interpretation are equally important
- Le 17 mars 2021, le service de la Commission européenne pour la science et le savoir a recommandé aux autorités de santé publique des États membres d'utiliser la surveillance des eaux usées comme source d'information.
- *« Des méthodes communes d'échantillonnage, de mesure et d'analyse des données, soutenues par une plateforme d'échange européenne, devraient être mises à disposition et utilisées pour garantir la fiabilité et la comparabilité des données collectées. »*
- Les leçons apprises au Canada montrent que les méthodes communes d'interprétation sont tout aussi importantes.

Introduction | Introduction

- We do not have all the answers – but together, we're making progress
- Examples variables to consider:
 - Type of community
 - COVID-19 status
 - Sewershed characteristics
 - Sampling method
 - Transportation
 - Laboratory methods
 - Time to results
- Nous n'avons pas toutes les réponses, mais ensemble, nous faisons des progrès.
- Exemples de variables à prendre en compte :
 - Type de collectivité
 - Statut de la COVID-19
 - Caractéristiques du bassin versant
 - Méthode d'échantillonnage
 - Transport
 - Méthodes de laboratoire
 - Délai d'obtention des résultats

Methods | Méthodes

- To help facilitate “*best practices*” in interpretation, members of the wastewater surveillance working group were asked a series of scenario based questions using a modified Delphi approach
 - 20 organizations invited
 - 9 organizations participated
 - Results are preliminary
 - No Inter-rater reliability (yet)
- Pour faciliter les « *pratiques exemplaires* » en matière d'interprétation, les membres du groupe de travail sur la surveillance des eaux usées ont été invités à répondre à une série de questions basées sur des scénarios en utilisant une approche Delphi modifiée :
 - 20 organismes invitées;
 - 9 organismes ont participé;
 - Les résultats sont préliminaires;
 - Pas de fiabilité inter-évaluateurs (pour le moment).

Group contributions to the Guide for Public Health Action

Thank you for your participation in the wastewater epidemiology for action working group. This document identifies the priority topics for development, designed to solicit input from a diverse network of stakeholders.

There is no requirement to answer all questions. We strongly recommend that you input on areas where you feel your contribution will be the strongest. All responses will be collated and presented in aggregate; opinions expressed will lay the basis for discussion at the next virtual meeting.

Feel free to distribute this questionnaire to additional stakeholders.

Responses are due by Monday March 8th
Please send to jayson.shurgold@canada.ca

Name:	<input type="text"/>
Organization:	<input type="text"/>

+

Question 1a: Non-quantifiable detects (small community)

With regard to smaller communities with no known cases and a relatively stable population (i.e. limited population mobility), how would you interpret and action (i) a single non-quantifiable detect; (ii) a series of non-quantifiable detects; (iii) a series of mixed negative and non-quantifiable detects?

(i) ...a single non-quantifiable detect

(ii) ...a series of non-quantifiable detects

Question 1 | Question 1

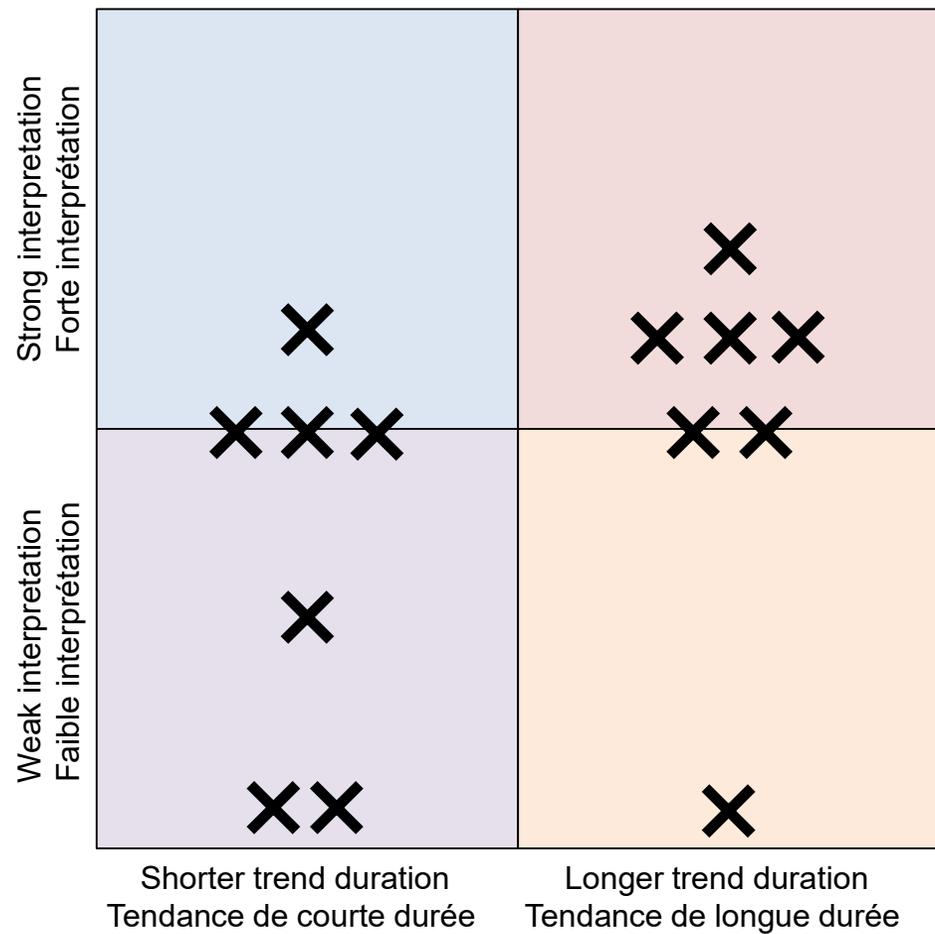
Non-quantifiable detects (small community)

With regard to smaller communities with no known cases and a relatively stable population (i.e. limited population mobility), how would you interpret and action (i) a single non-quantifiable detect; (ii) a series of non-quantifiable detects; (iii) a series of mixed negative and non-quantifiable detects?

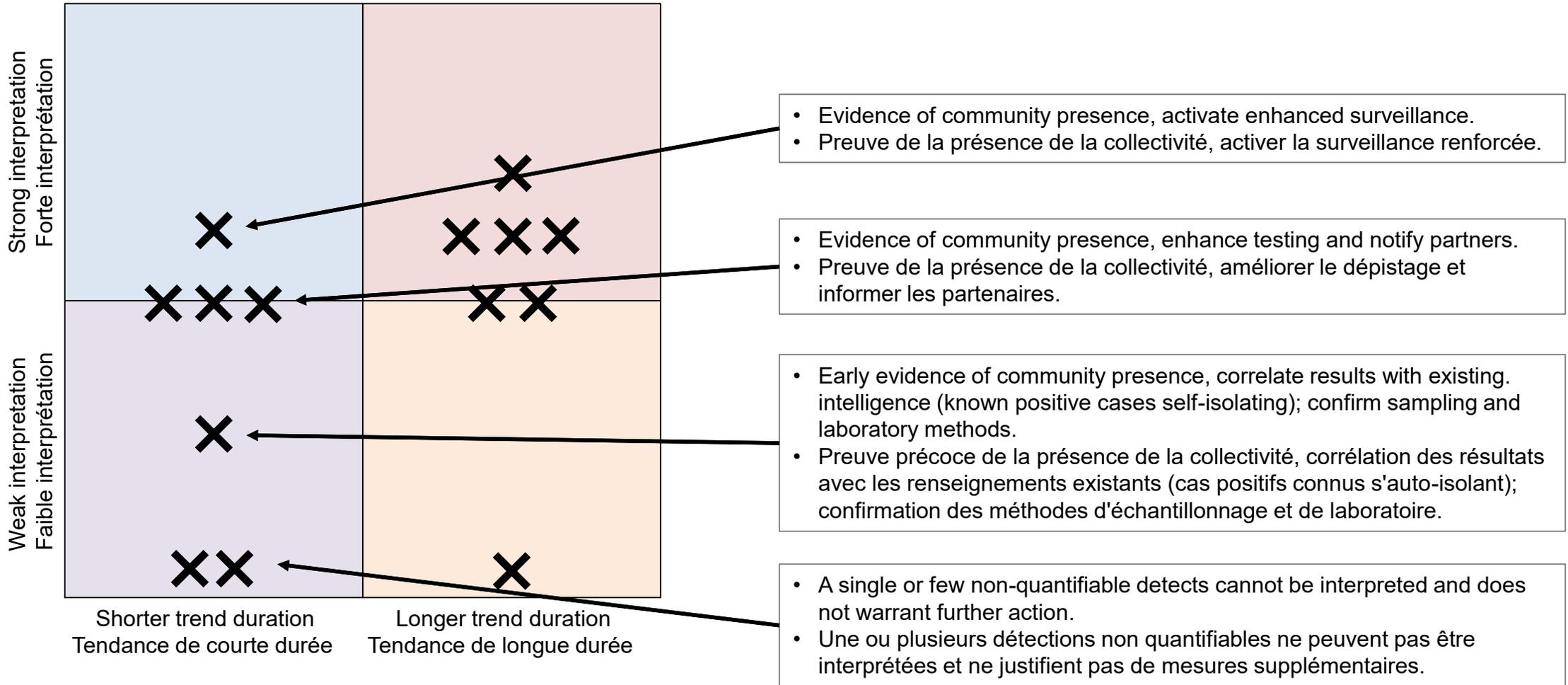
Détections non quantifiables (petite collectivité)

En ce qui concerne les petites collectivités n'ayant aucun cas connu et une population relativement stable (c.-à-d. mobilité limitée de la population), comment interpréteriez-vous et agiriez-vous dans le cas (i) d'une détection unique non quantifiable, (ii) d'une série de détections non quantifiables, (iii) d'une série de détections mixtes négatives et non quantifiables?

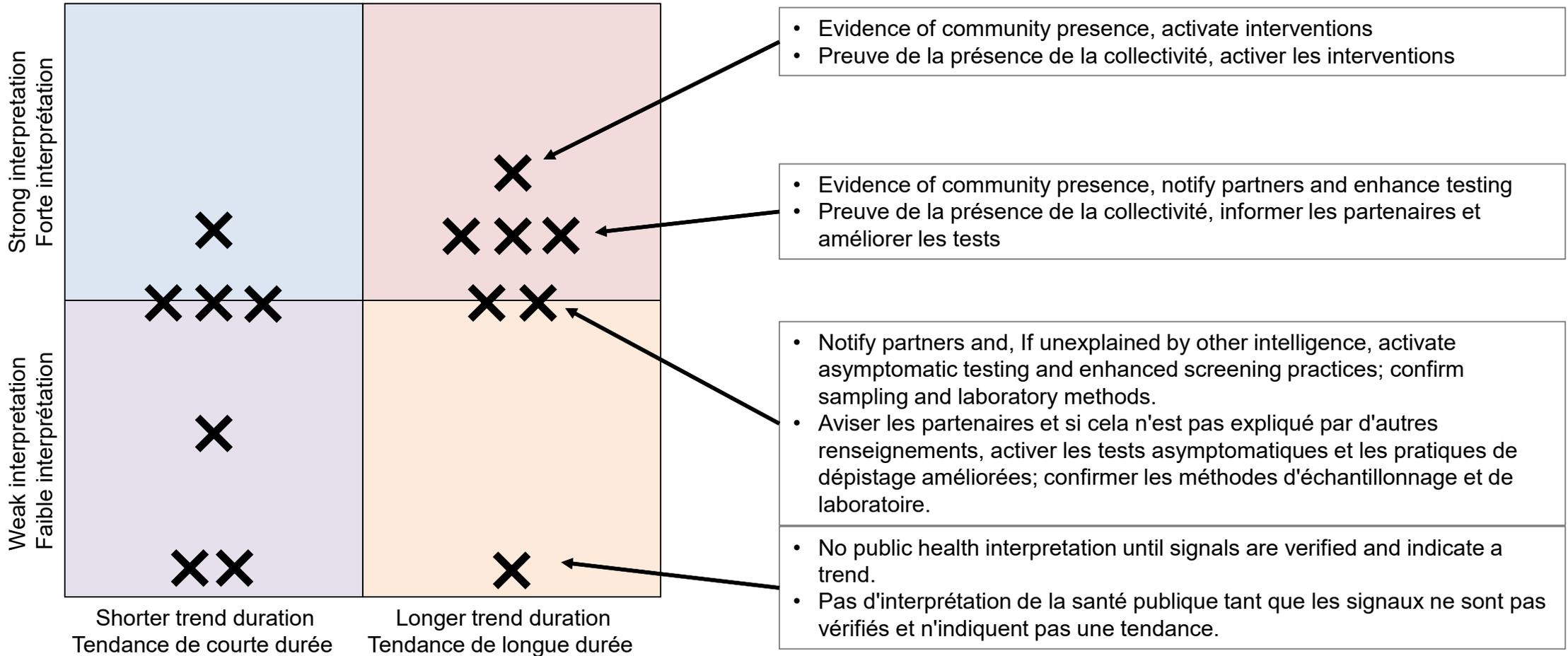
Question 1 | Question 1



Question 1 | Question 1



Question 1 | Question 1



Question 3 | Question 3

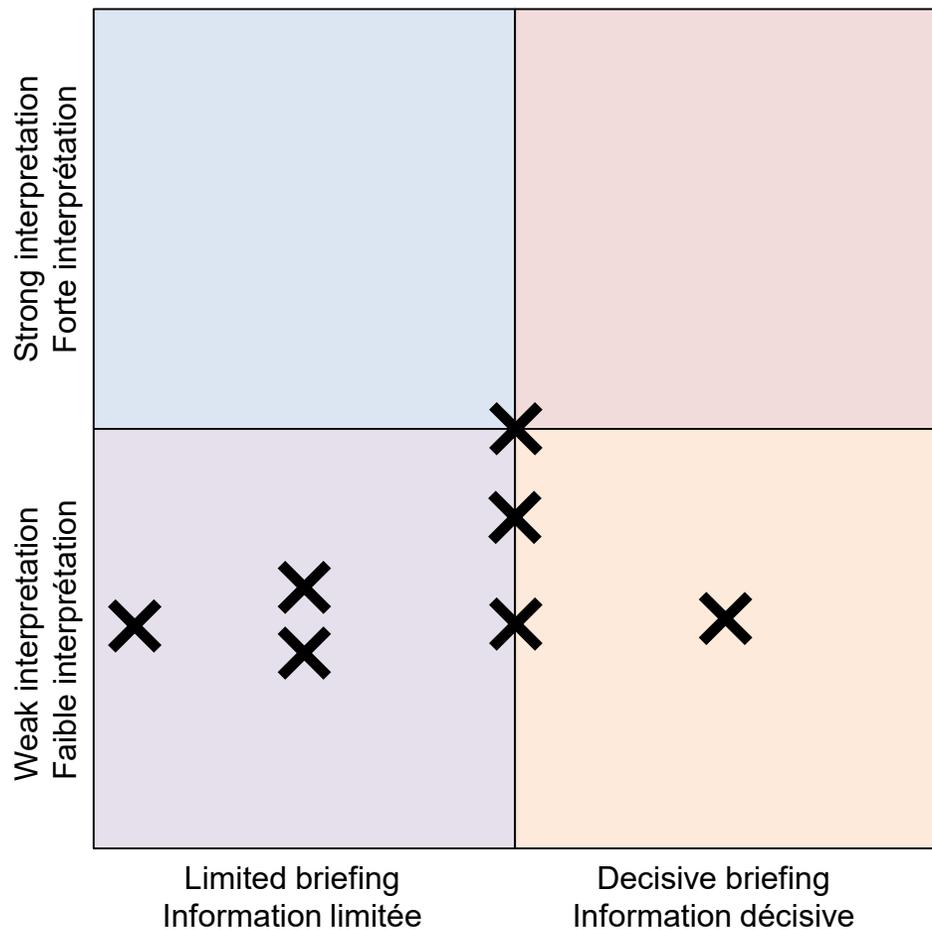
Public health action on a single positive detect in small communities

Given a small community or institution with a relatively fixed population with no known positive cases, (i) how would you interpret a single, but weak detect; and (ii), how would you present this interpretation to key decision makers (e.g. senior public health officials)?

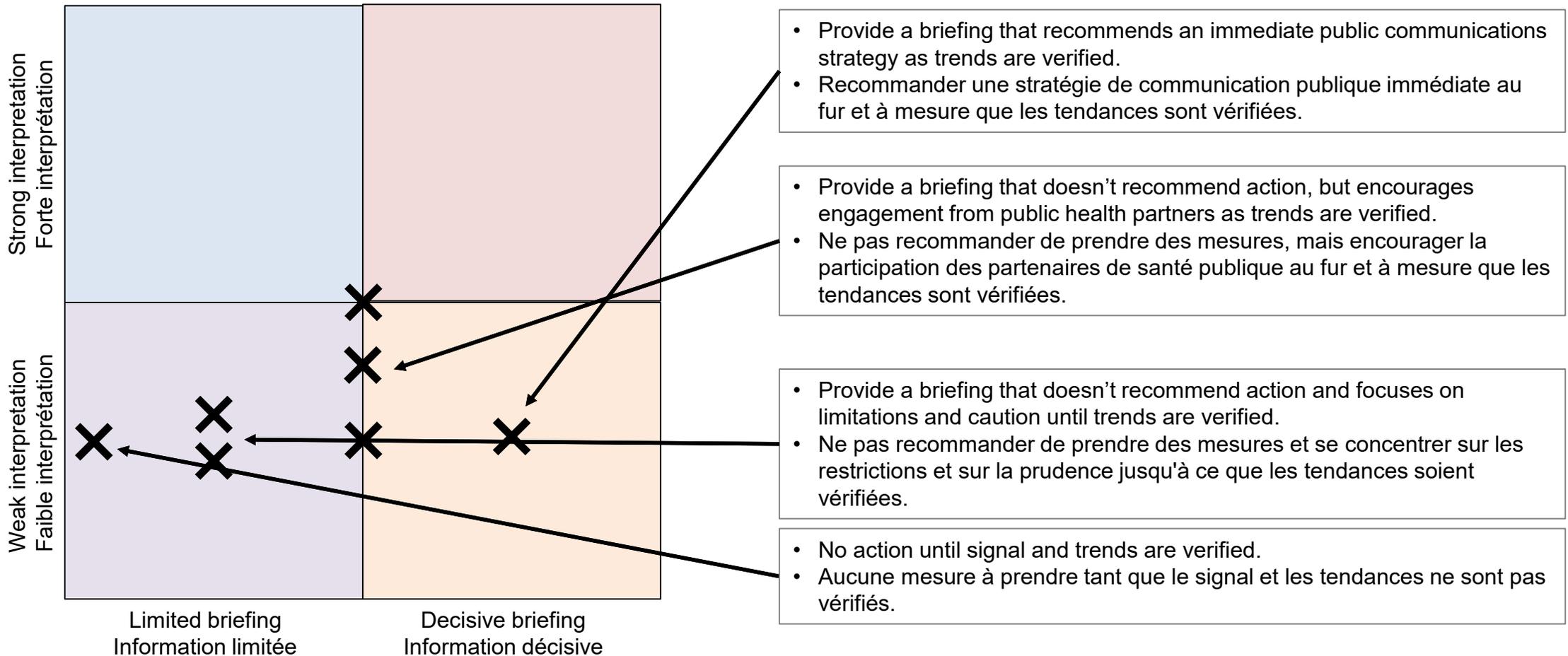
Mesures de santé publique pour une détection positive unique dans les petites collectivités

Dans le cas d'une petite collectivité ou d'un établissement dont la population est relativement fixe et où aucun cas positif n'est connu, (i) comment interpréteriez-vous une détection unique, mais faible et (ii) comment présenteriez-vous cette interprétation aux principaux décideurs (p. ex. aux hauts responsables de la santé publique)?

Question 3 | Question 3



Question 3 | Question 3



Question 4 | Question 4

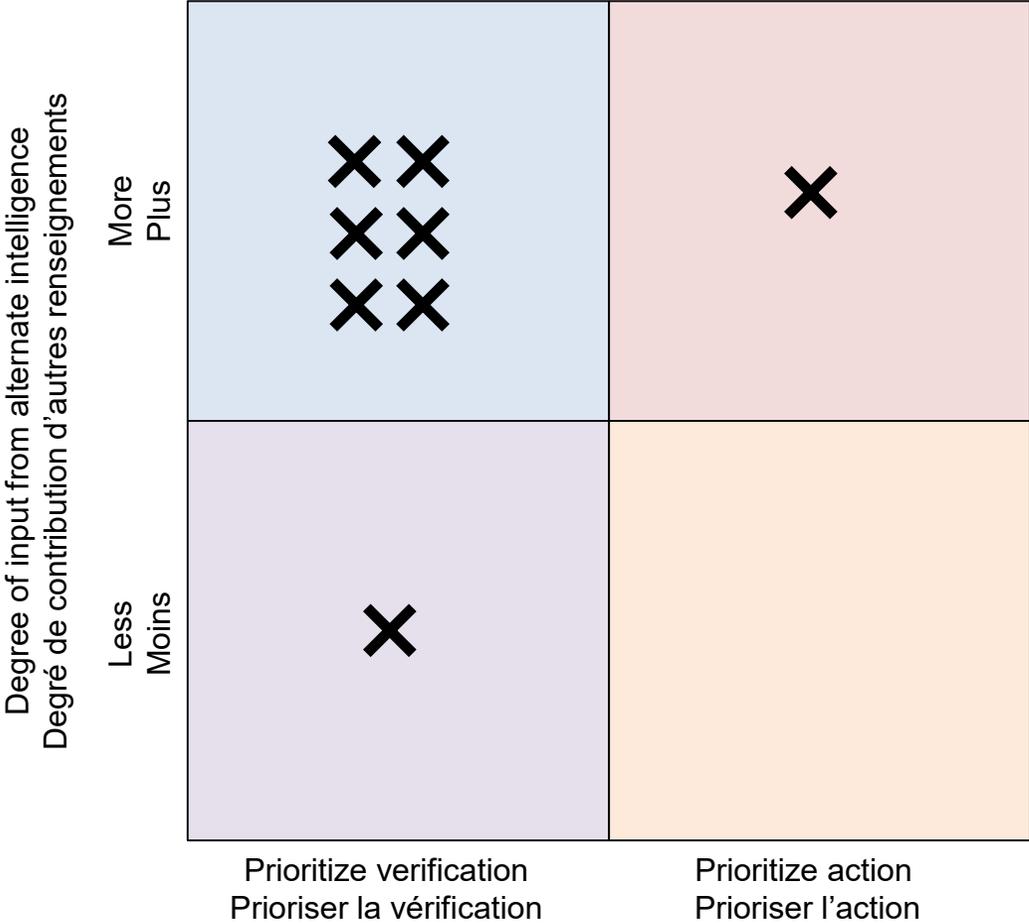
Magnitude and interpretation of signal variation in a large community

Given a large community with a transient population that has an established, but stable, rate of community transmission, (i) how would you determine a threshold for action (i.e. a limit to the observed variation of wastewater signal, positive or negative)? (ii) Does this threshold require multiple days of observation, and if so, (iii) how do you balance timely action against signal accuracy?

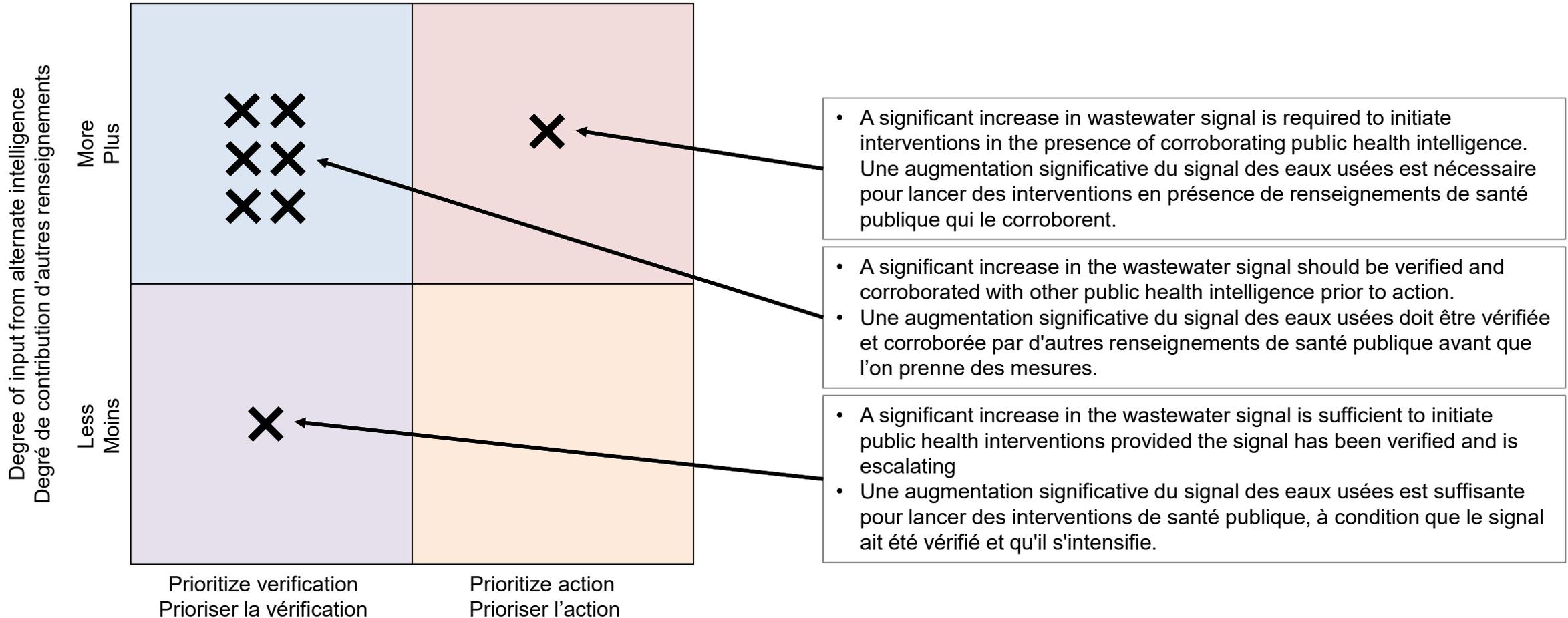
Ampleur et interprétation de la variation du signal dans une grande collectivité

Dans le cas d'une grande collectivité dont la population est transitoire et dont le taux de transmission est établi, mais stable, (i) comment détermineriez-vous un seuil concernant les mesures à prendre (c.-à-d. une limite à la variation positive ou négative observée pour signaler les eaux usées)? (ii) Ce seuil exige-t-il plusieurs jours d'observation et, dans l'affirmative (iii) comment équilibrer la rapidité d'action et la précision du signal?

Question 4 | Question 4



Question 4 | Question 4



More to come... | À suivre...

- The analysis is ongoing, further results will be presented at the next Epi Interpretation Working Group meeting
 - Please join the conversation
 - Results will form the basis of the next version of the Epi Interpretation chapter of the Guide to Public Health Action
 - Contact: jayson.shurgold@canada.ca
- L'analyse est en cours, de nouveaux résultats seront présentés à la prochaine réunion du groupe de travail sur l'interprétation de l'épidémie.
 - Prenez part à la conversation.
 - Les résultats serviront de base à la prochaine version du chapitre sur l'interprétation de l'EPI du Guide d'action en santé publique



uOttawa

WASTEWATER COVID-19 SURVEILLANCE & PUBLIC HEALTH USE IN OTTAWA | SURVEILLANCE DE LA COVID-19 DANS LES EAUX USÉES ET UTILISATION EN SANTÉ PUBLIQUE À OTTAWA

Robert Delatolla, PhD, PEng

Alex MacKenzie, Tyson Graber, Patrick D'Aoust, Elisabeth Mercier
and Xin Tian
University of Ottawa & CHEO-RI

Robert Delatolla, PhD, Ing.

Alex MacKenzie, Tyson Graber, Patrick D'Aoust, Elisabeth Mercier
et Xin Tian Université d'Ottawa et l'Institut de recherche CHEO

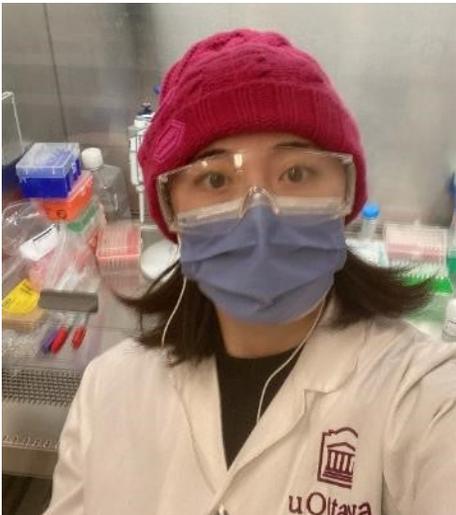
Research collaborators:

Mark Servos, University of Waterloo, Mike McKay, University of Windsor
Claire Oswald, Kim Gilbride, Ryerson University, Doug Manual, Warsame
Yusuf, Ottawa Hospital
James Brooks, Mike Mulvey, Chand Mangat, PHAC

Collaborateurs de recherche :

Mark Servos, Université de Waterloo Mike McKay, Université de Windsor
Claire Oswald, Kim Gilbride, Université Ryerson Doug Manual, Warsame
Yusuf, Hôpital d'Ottawa James Brooks, Mike Mulvey, Chand Mangat, ASPC

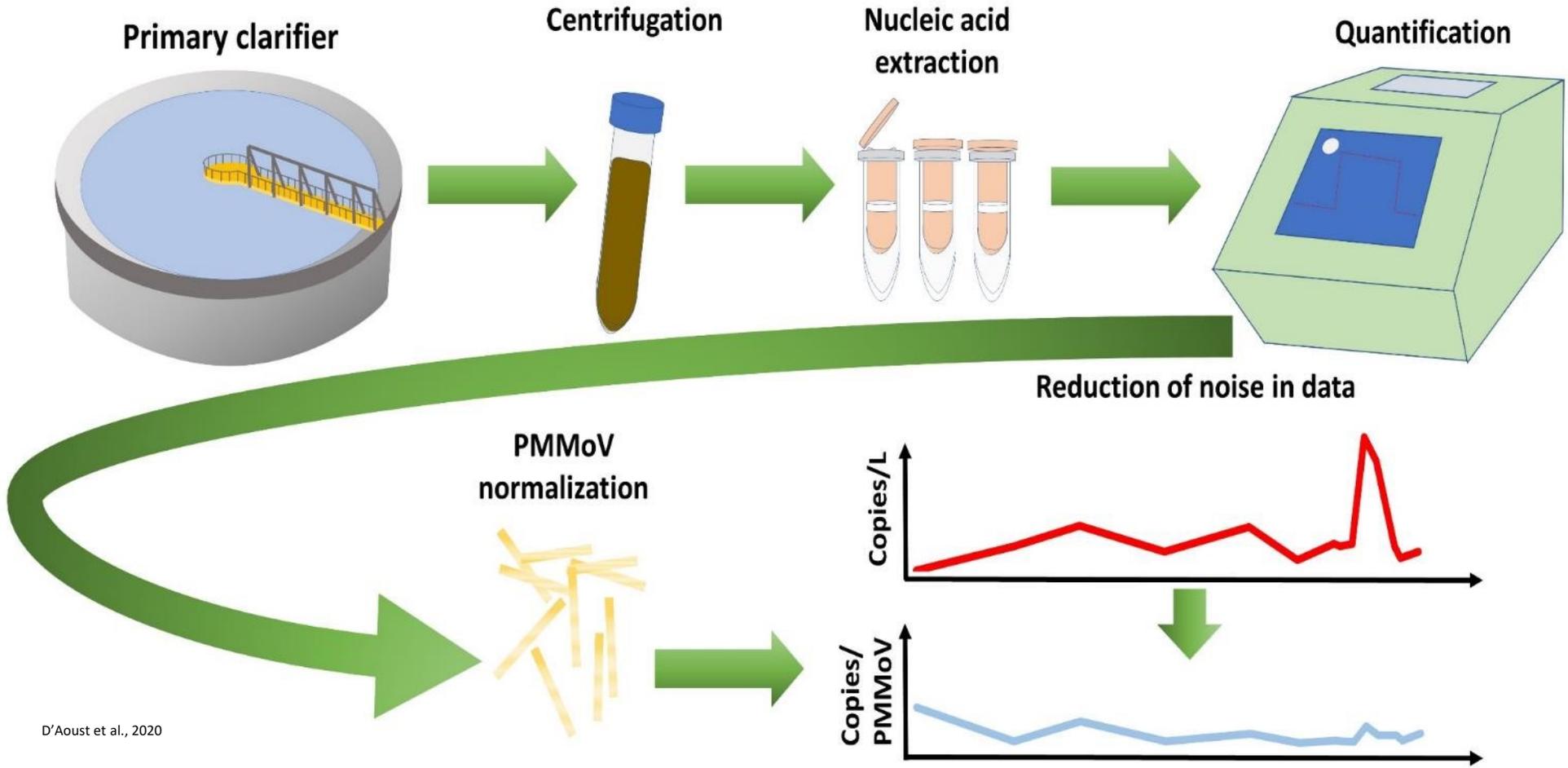
DOING THE WORK... | AU TRAVAIL...



OTTAWA STUDY | ÉTUDE D'OTTAWA



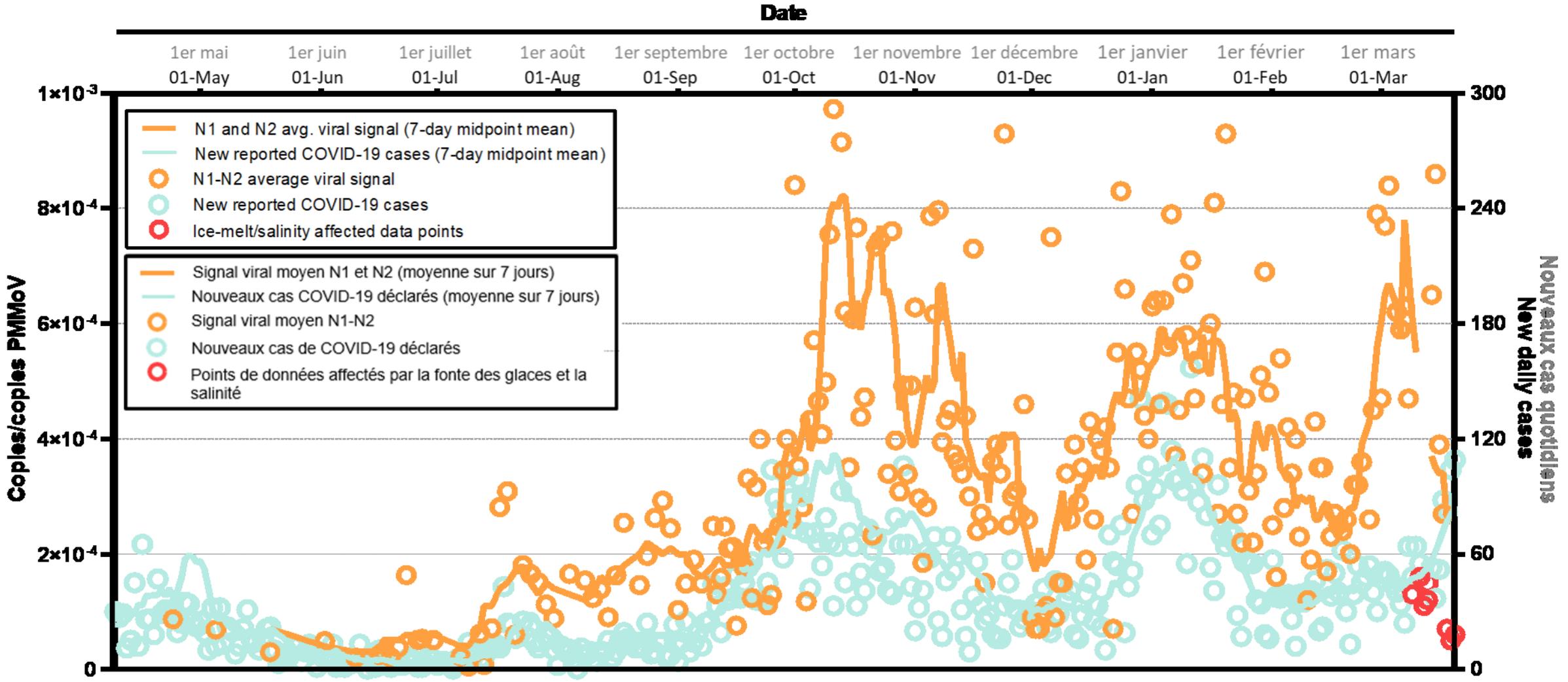
SAMPLE COLLECTION & PROCESSING | COLLECTE ET TRAITEMENT DES ÉCHANTILLONS



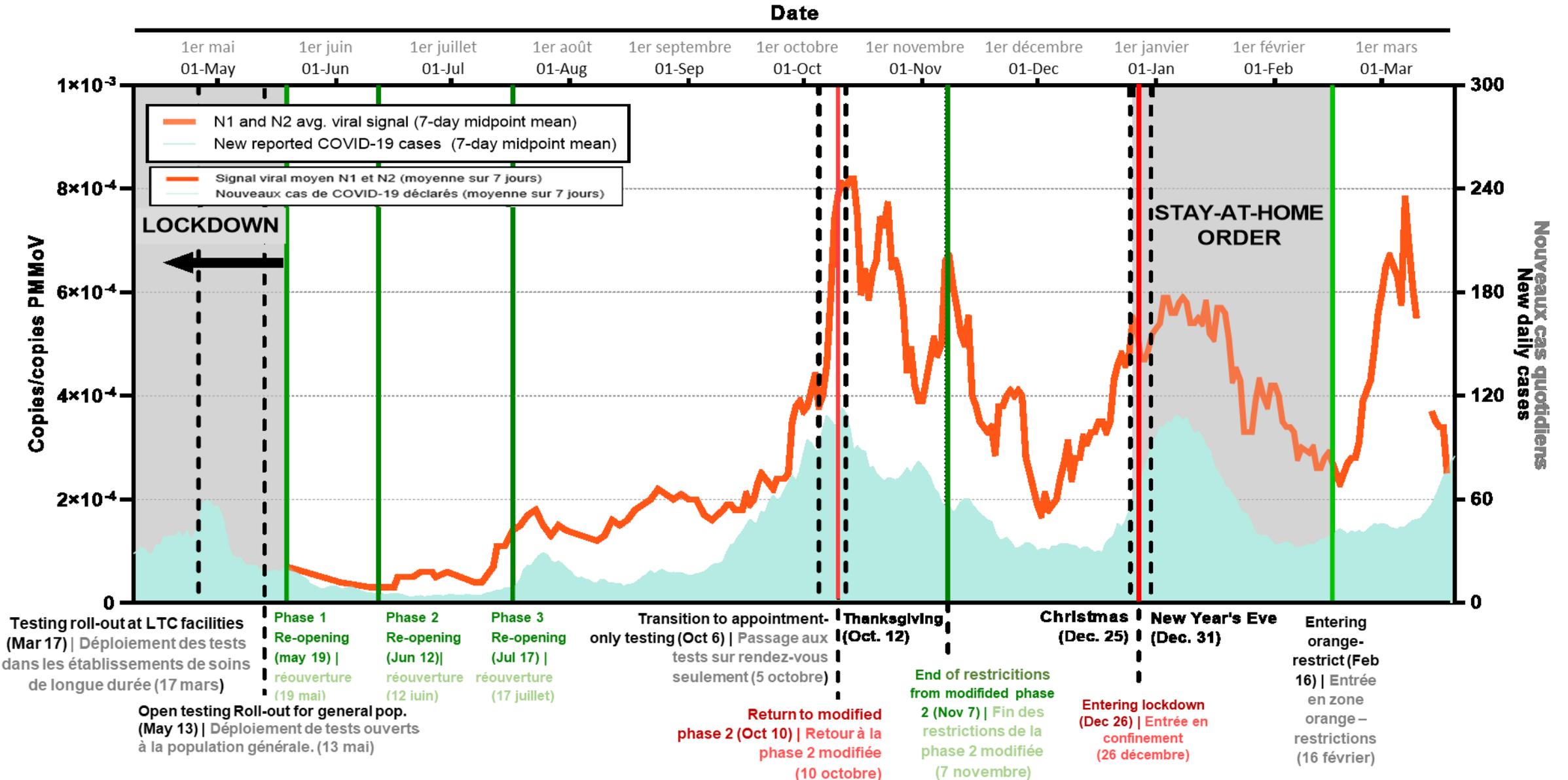
D'Aoust et al., 2020

TRACKING THE 2ND & 3RD WAVES (April – March) | SUIVRE LES 2E ET 3E VAGUES (avril - mars)

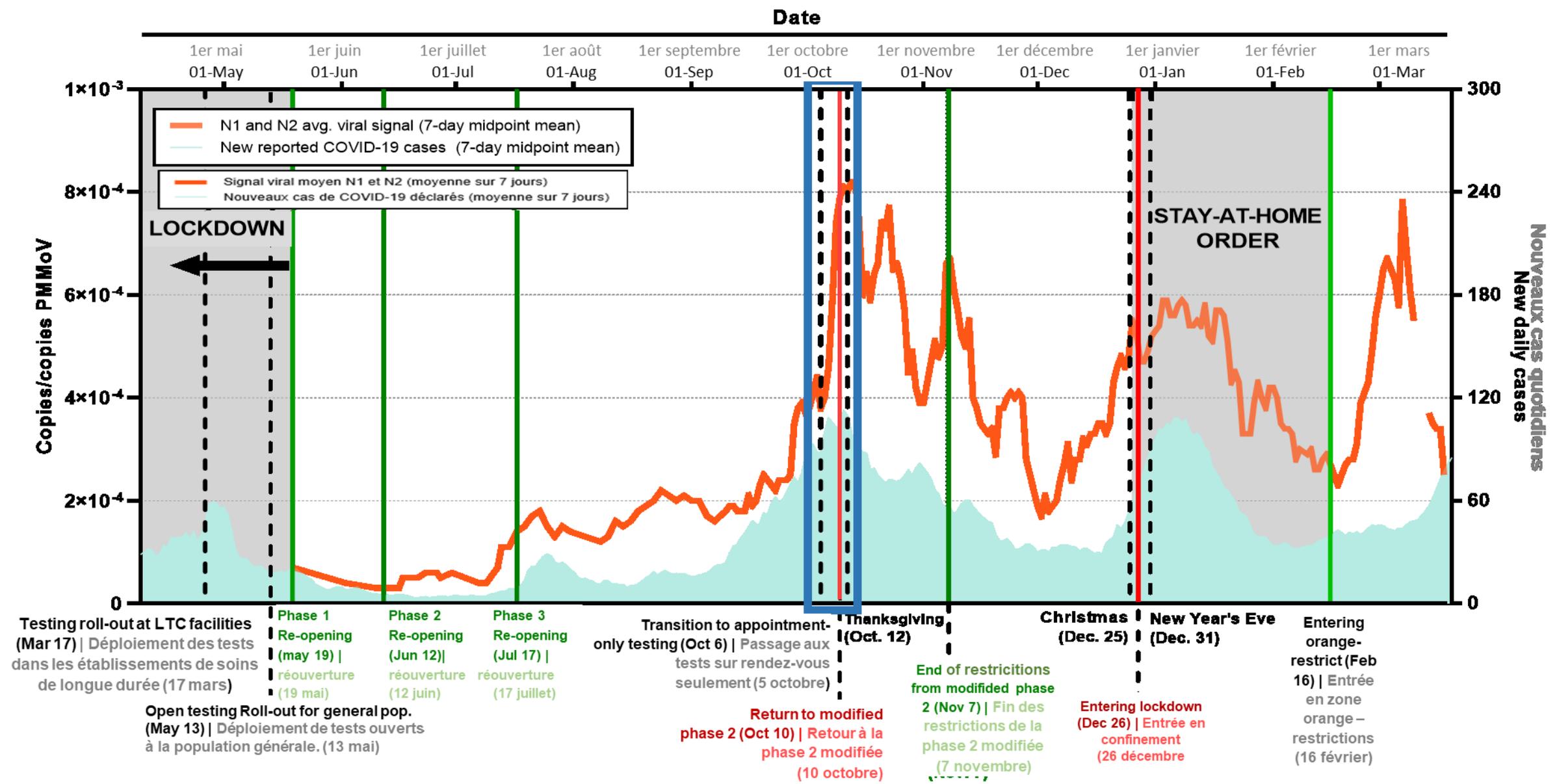
<https://613covid.ca/wastewater/>



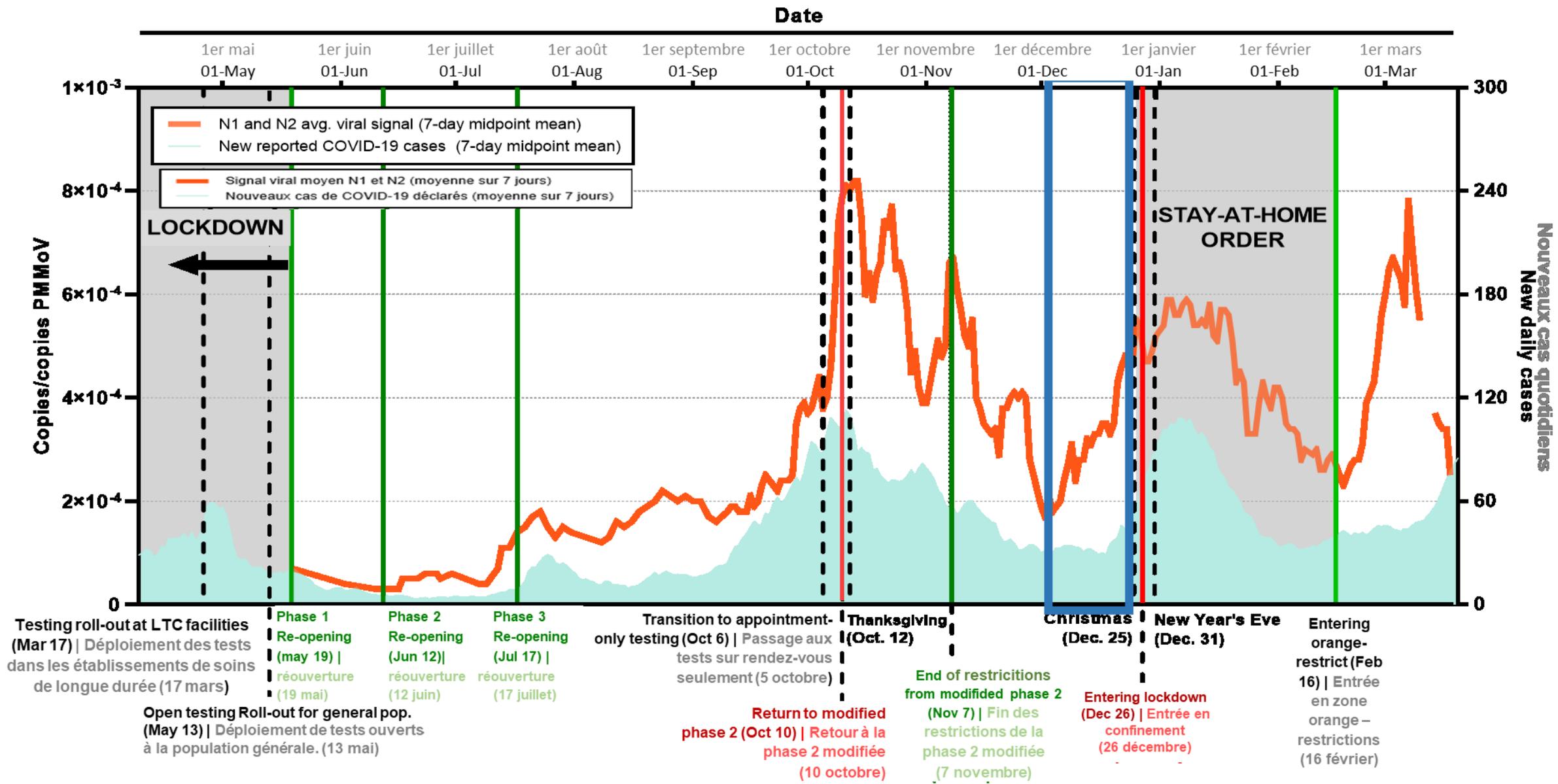
TRACKING THE 2ND & 3RD WAVES (July – March) | SUIVRE LES 2E ET 3E VAGUES (juillet - mars)



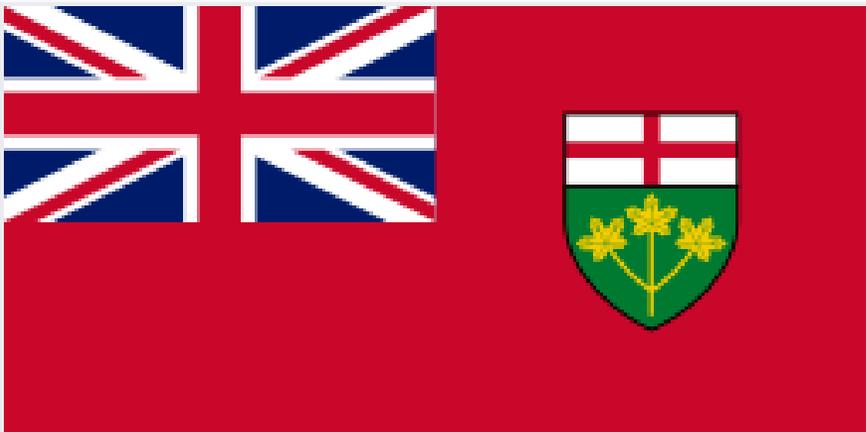
TRACKING THE 2ND & 3RD WAVES (July – March) | SUIVRE LES 2E ET 3E VAGUES (juillet - mars)



TRACKING THE 2ND & 3RD WAVES (July – March) | SUIVRE LES 2^E ET 3^E VAGUES (juillet - mars)



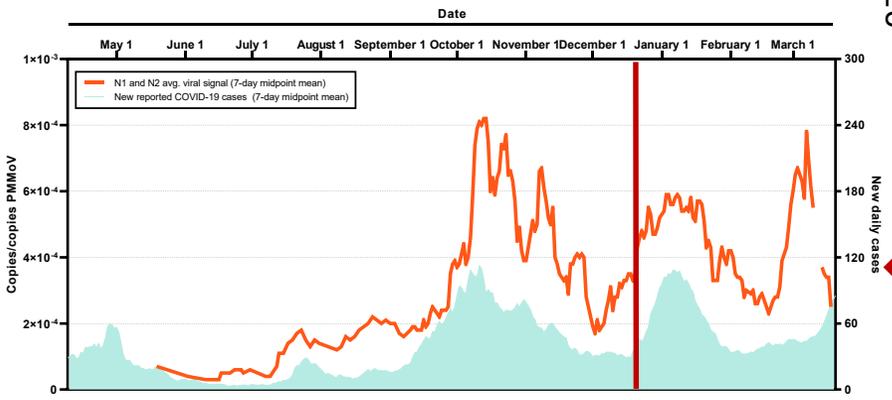
TRACKING THE 2ND WAVE – WASTEWATER AS A METRIC | SUIVI DE LA 2^E VAGUE - LES EAUX USÉES COMME INDICATEUR DE MESURE



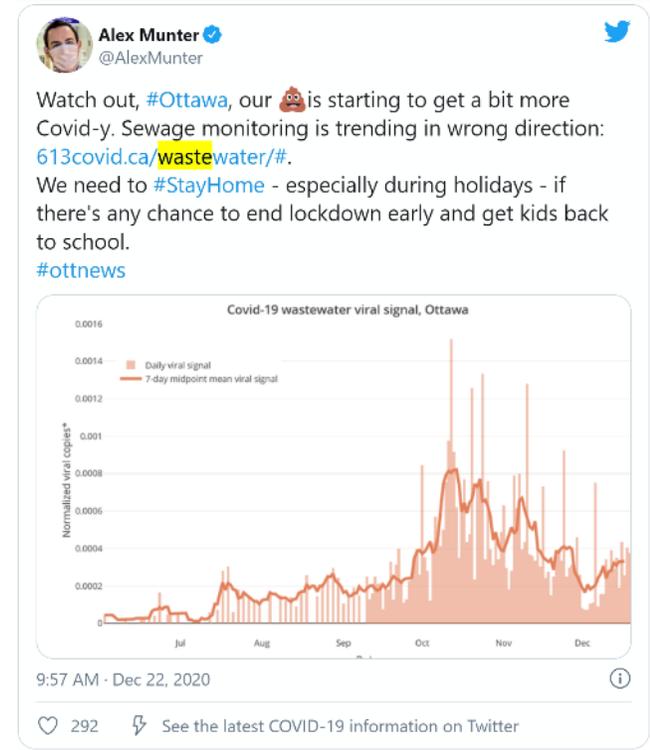
“Ford also cited a recent report from Ottawa's COVID-19 wastewater surveillance showing levels of the virus in the city's sewage rising between Dec. 2 and Dec. 17...”

« M. Ford a également cité un rapport récent du système de surveillance de la COVID-19 dans les eaux usées d'Ottawa montrant que les niveaux du virus dans les eaux usées de la ville ont augmenté entre le 2 et le 17 décembre... »

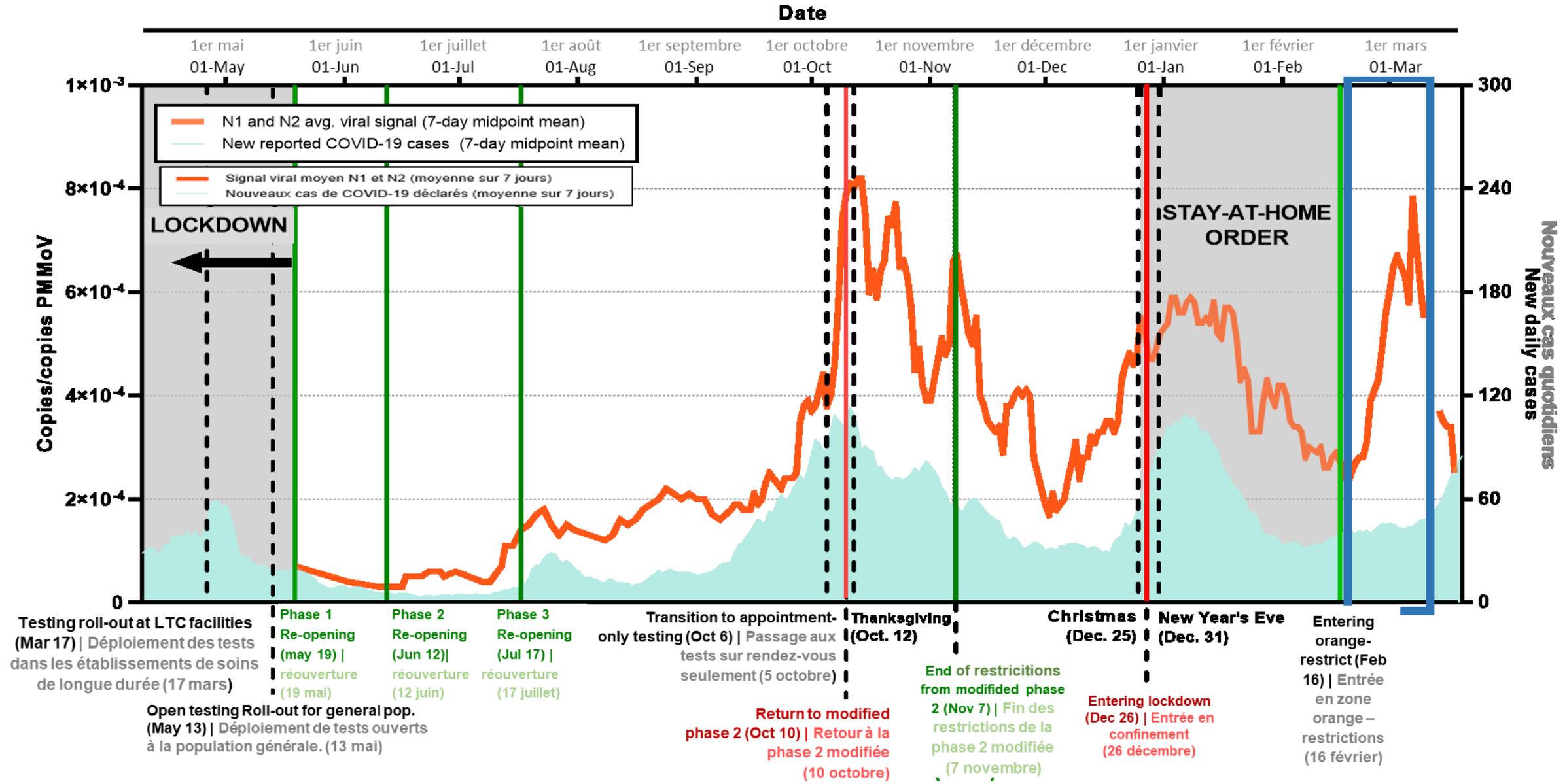
CTV News Ottawa



Dec. 28, 2020
28 décembre 2020



TRACKING THE 2ND & 3RD WAVES (July – March) | SUIVRE LES 2^E ET 3^E VAGUES (juillet - mars)



TRACKING THE 3RD WAVE – WASTEWATER AS A METRIC | SUIVI DE LA 3^E VAGUE - LES EAUX USÉES COMME INDICATEUR DE MESURE



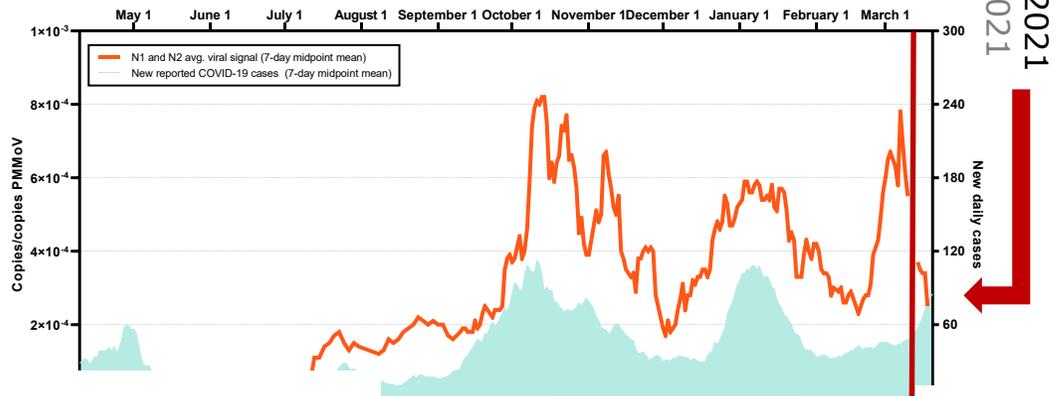
Ottawa Public Health @OttawaHealth · Mar 3

"...rates are no longer decreasing and we are close to "red" category thresholds. The wastewater signal in particular has been increasing for over a week, suggesting more people are shedding the virus" - @VeraEtches

Please read today's statement: ow.ly/CY3d30rzeO1



39 102 154



Ottawa Public Health @OttawaHealth · Mar 5

A VERIFIED GOVERNMENT ACCOUNT IS TWEETING ABOUT POOP. WHAT A TIME TO BE ALIVE.



Ottawa Public Health @OttawaHealth · Mar 5

So, poop. Poop happens.

In fact, while not everyone gets tested, EVERYBODY POOPS.

And you can detect COVID in poop. So, when you poop, if you poop COVID into Ottawa's sewage system, it will end up at Ottawa's sewage treatment plant.

All of that happens within a day. (5/8)

6 82 557



Ottawa Public Health @OttawaHealth · Mar 5

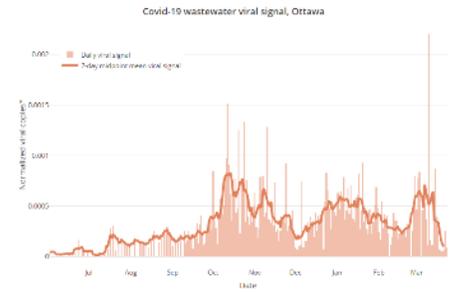
Don't worry: we don't know whose poop it is. It's not labelled.

And it takes COVID-loaded poop from quite a few people before there is enough that the COVID-19 can be detected at the sewage treatment plant. So, yes, poop happens. (6/8)

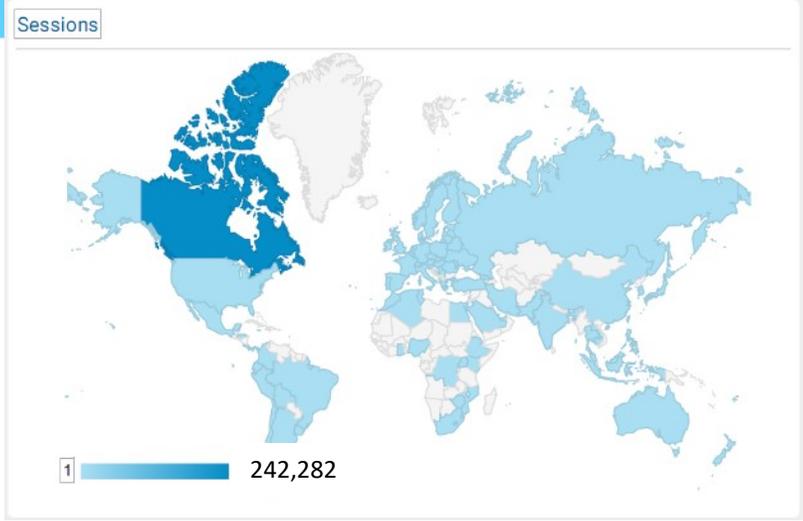
9 61 651

TRACKING THE WAVES – TRANSPARENT APPROACH 613COVID.CA | SUIVRE LES VAGUES – UNE APPROCHE TRANSPARENTE, 613COVID.CA

<https://613covid.ca/wastewater/>
https://www.ottawapublichealth.ca/en/reports-research-and-statistics/Wastewater_COVID-19_Surveillance.aspx

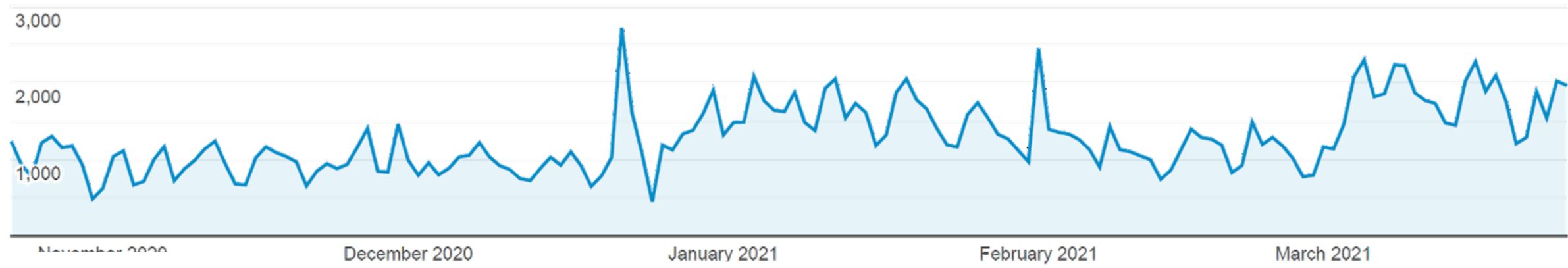


The next plot illustrates the 7-day midpoint mean in daily covid-19 wastewater viral signal. This number is the average of a week's readings: today's reading, the previous 3 days, and the subsequent 3 days. Also on the graph are various comparators (e.g. reported daily covid-19 cases, hospitalization census), which can be individually selected by toggling the menu on the right.



Country	City
Canada	Ottawa
United States	Toronto
France	Montreal
United Kingdom	Brampton
(not set)	(not set)
Switzerland	Mississauga
Australia	Guelph
Germany	Gatineau
Netherlands	Waterloo
Austria	Hamilton

● Users



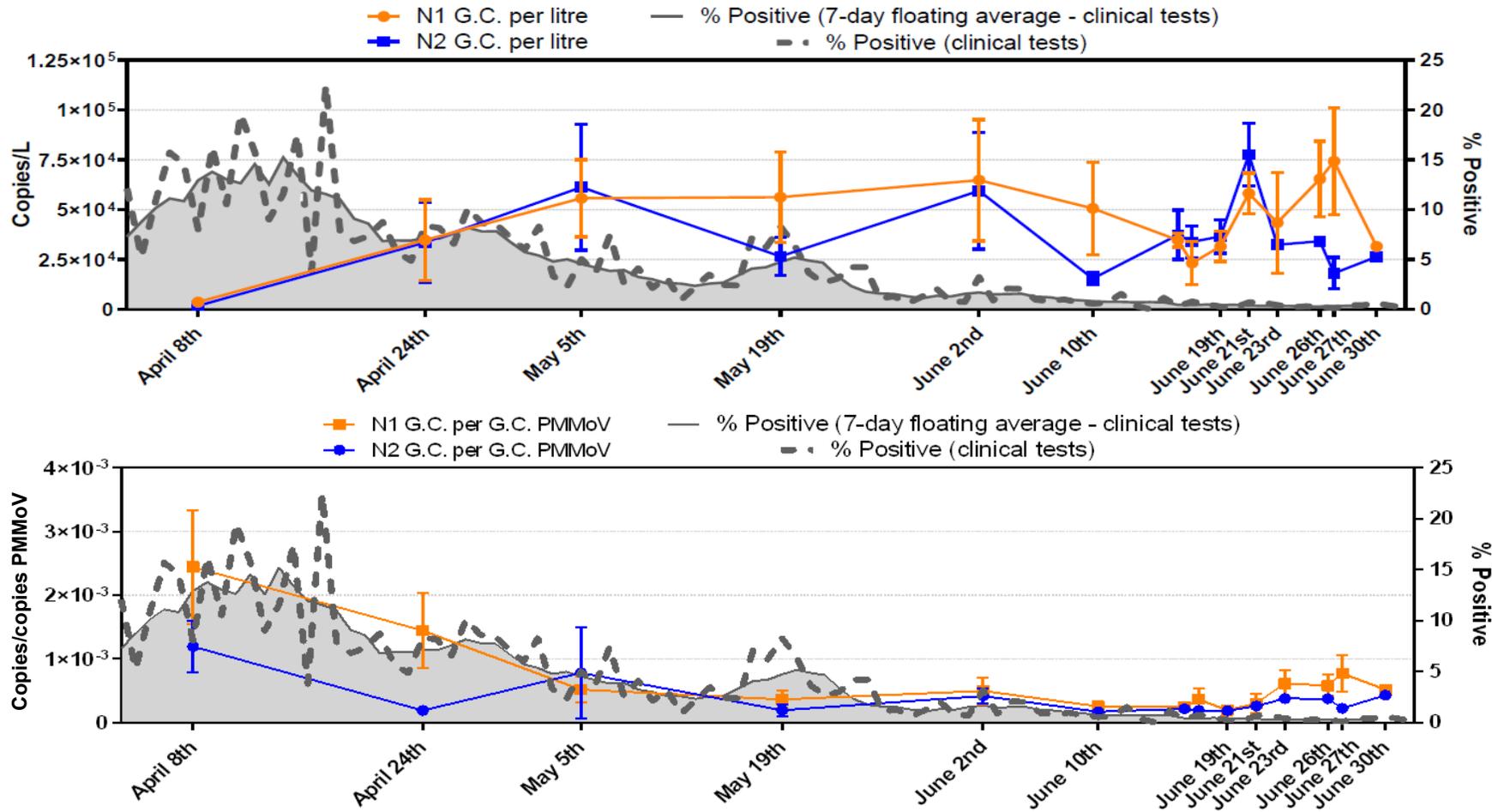
ACKNOWLEDGEMENTS & THANK YOU'S | REMERCIEMENTS



- CHEO-RI: Jian Jun Jia, Nafisa Neault, Aiman Baig
- uOttawa: Daniel Figeys, Janice Mayne, Marc Andre Langlois
- City of Ottawa: Pawel Szulc, Tyler Hicks
- Ottawa Public Health: Monir Taha, Tammy Rose, Cam McDermaid
- City of Hamilton: Andrew Grice, Rosemary Eszes
- Office of Hamilton Medical Officer of Health: Bart Harvey
- University of Waterloo: Mark Servos, Nivetha Srikanthan, Hadi Diyebi
- University of Windsor: Mike McKay
- University of Ryserson: Claire Oswald, Kim Gildbride
- Institut de recherche : Jian Jun Jia, Nafisa Neault, Aiman BaiguOttawa
- Université d'Ottawa : Daniel Figeys, Janice Mayne, Marc Andre Langlois
- Ville d'Ottawa : Pawel Szulc, Tyler Hicks
- Santé publique Ottawa : Monir Taha, Tammy Rose, Cam McDermaid
- Ville de Hamilton : Andrew Grice, Rosemary Eszes
- Bureau du médecin hygiéniste de Hamilton : Bart Harvey
- Université de Waterloo : Mark Servos, Nivetha Srikanthan, Hadi Diyebi
- Université de Windsor : Mike McKay
- Université Ryserson : Claire Oswald, Kim Gildbride

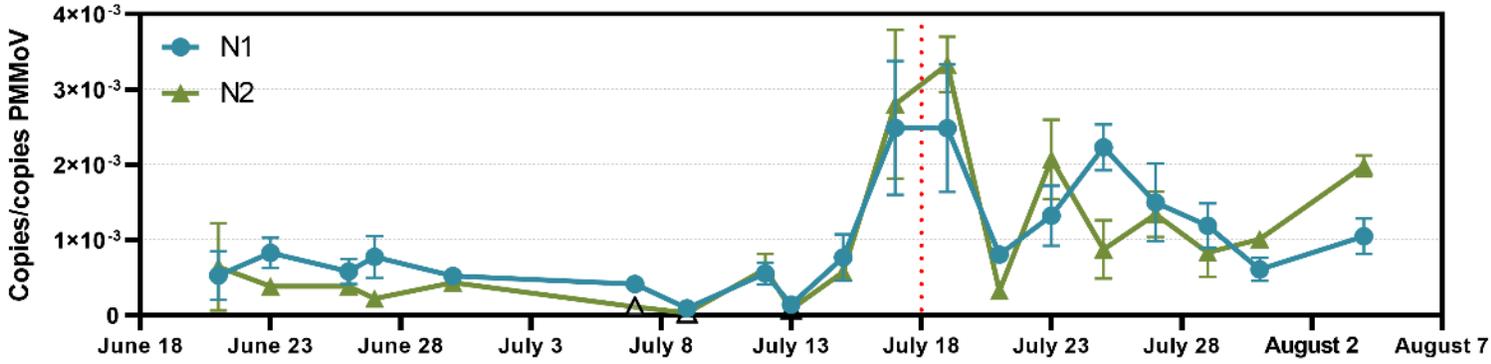


TRACKING THE DECREASE IN PREVALENCE (April to June) | SUIVRE LA DIMINUTION DE LA PRÉVALENCE (avril à juin)

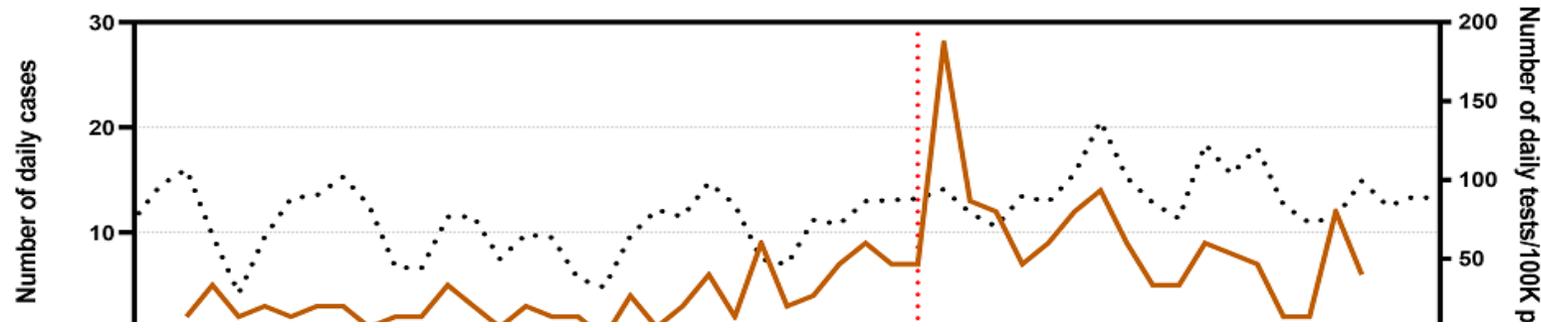


EARLY DETECTION OF THE 2ND WAVE (June – August) | DÉTECTION PRÉCOCE DE LA 2^E VAGUE (juin - août)

WW signal shows early detection | Le signal dans les EU montre une détection précoce



Detection 48 hours before increases in clinical cases | Détection 48 heures avant les augmentations de cas cliniques



Detection 96+ hours before increases in hospitalizations | Détection 96+ heures avant l'augmentation du nombre d'hospitalisations





Moving SARS-CoV-2 signals in Wastewater to Public Health Action – Lessons from the NWT



Déplacement des signaux de SRAS-CoV-2 dans les eaux usées vers les mesures de santé publique – Leçons tirées des TNO



Overview

- **Keys to success in wastewater surveillance design.**
- **Structure of SARS-CoV-2 surveillance in the NWT**
- **How wastewater testing was used in the NWT for PH action**
- **Future perspectives for wastewater testing in the NWT.**

Aperçu

- **Clés de la réussite dans la conception de la surveillance des eaux usées.**
- **Structure de la surveillance du SRAS-CoV-2 dans les TNO**
- **Comment les tests sur les eaux usées ont été utilisés dans les TNO pour les mesures de santé publique**
- **Perspectives d'avenir pour l'analyse des eaux usées dans les TNO**

- Engaged
- Accept the value of WW testing
- Interested in high quality sample collection

- Engagement
- Accepter la valeur des tests des eaux usées
- Intérêt pour la collecte d'échantillons de haute qualité

Department of Municipal and Community Affairs - Justin Hazenberg

- Community engagement
- Network Building
- Logistics
- Engineering support for sample point selection and equipment installation

Ministère des Affaires municipales et communautaires – Justin Hazenberg

- Engagement communautaire
- Création de réseaux
- Logistique
- Assistance technique pour la sélection des points d'échantillonnage et l'installation de l'équipement

Department of Environment and Natural Resources/Taiga Lab- Diep Duong, Bruce Stuart

- Field officers to assist with sampling
- Co-ordination of logistics
- Future laboratory support

ministère de l'Environnement et des Ressources naturelles/Laboratoire Taïga – Diep Duong, Bruce Stuart

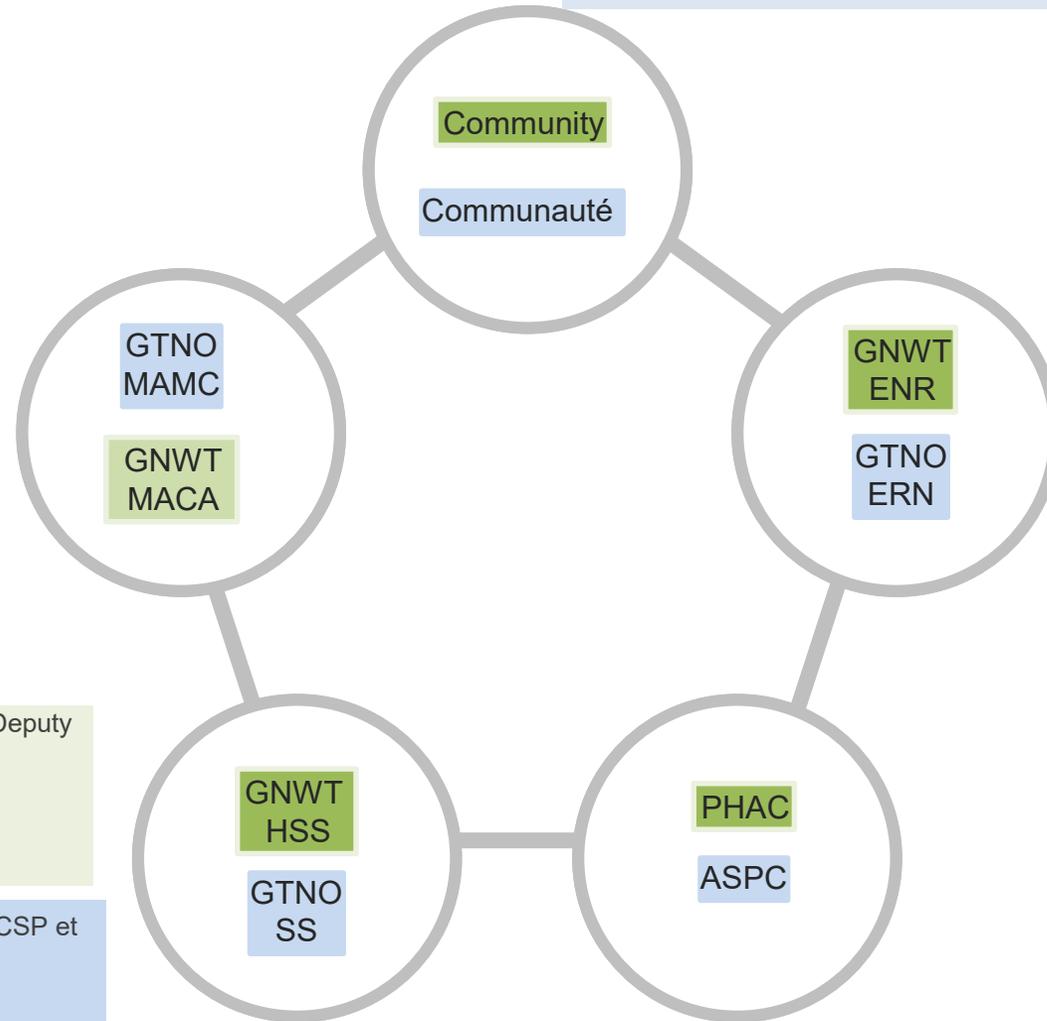
- Des agents de terrain pour aider à l'échantillonnage
- Coordination de la logistique
- Soutien futur aux laboratoires

OCPHO - Drs. Kami Kandola CPHO & Andy Deli Pizzi Deputy CPHO & Heather Hannah

- Data quality and interpretation
- Public health response & link to clinical data
- Public communication

BACSP –Dr Kami Kandola, ACSP et Andy Deli Pizzi, SACSP et Heather Hannah

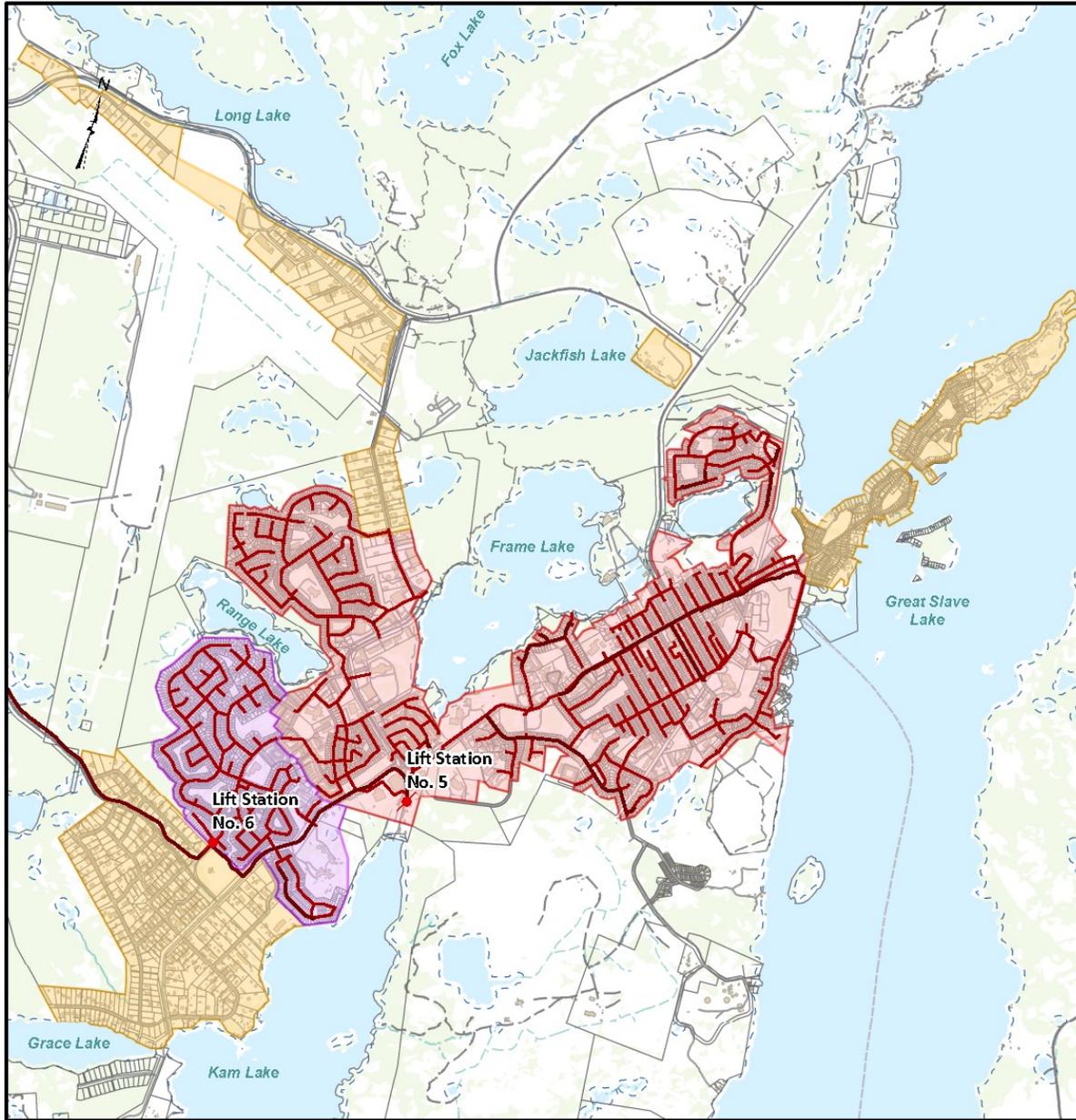
- Qualité et interprétation des données
- Réponse de la santé publique et lien avec les données cliniques
- Communication publique





- Diverse climate and geology
- Access varies from year round road to winter road to annual sealift
- Sampling from 6 + 2 communities
- Informing re-opening planning

- Climat et géologie diversifiés
- L'accès varie entre une route ouverte toute l'année, une route d'hiver et un transport maritime annuel
- Échantillonnage auprès de 6 + 2 collectivités
- Contribuer à la planification de la réouverture



3:05 LTE

Sample collection for waste water

Community name *

Sampling Location *
Location in the community where the sampling happens

Type of sample *
 Autosampler Grab sample

Last date/time autosampler was cleaned
This should have been done the previous time a sample was taken

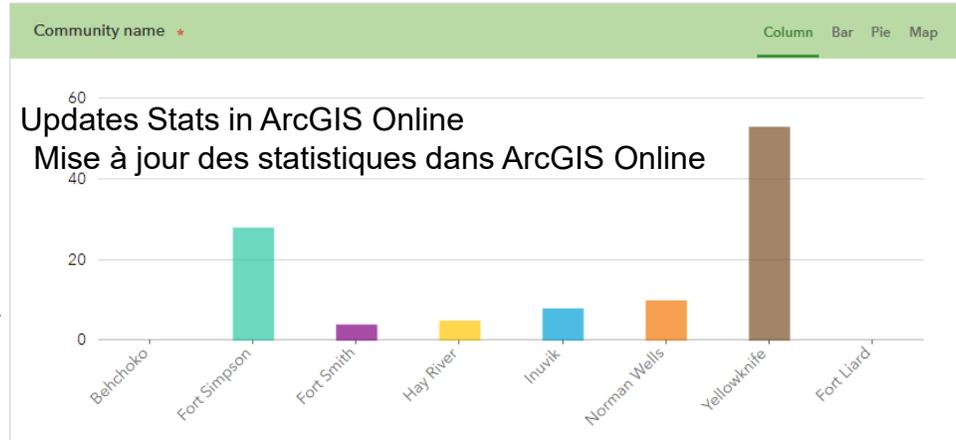
Date
Time

Name of collector *
Who is collecting the sample

Date/Time of sample collection *
Thursday, March 25, 2021
3:05 P.M.

Sample ID

Power Automate



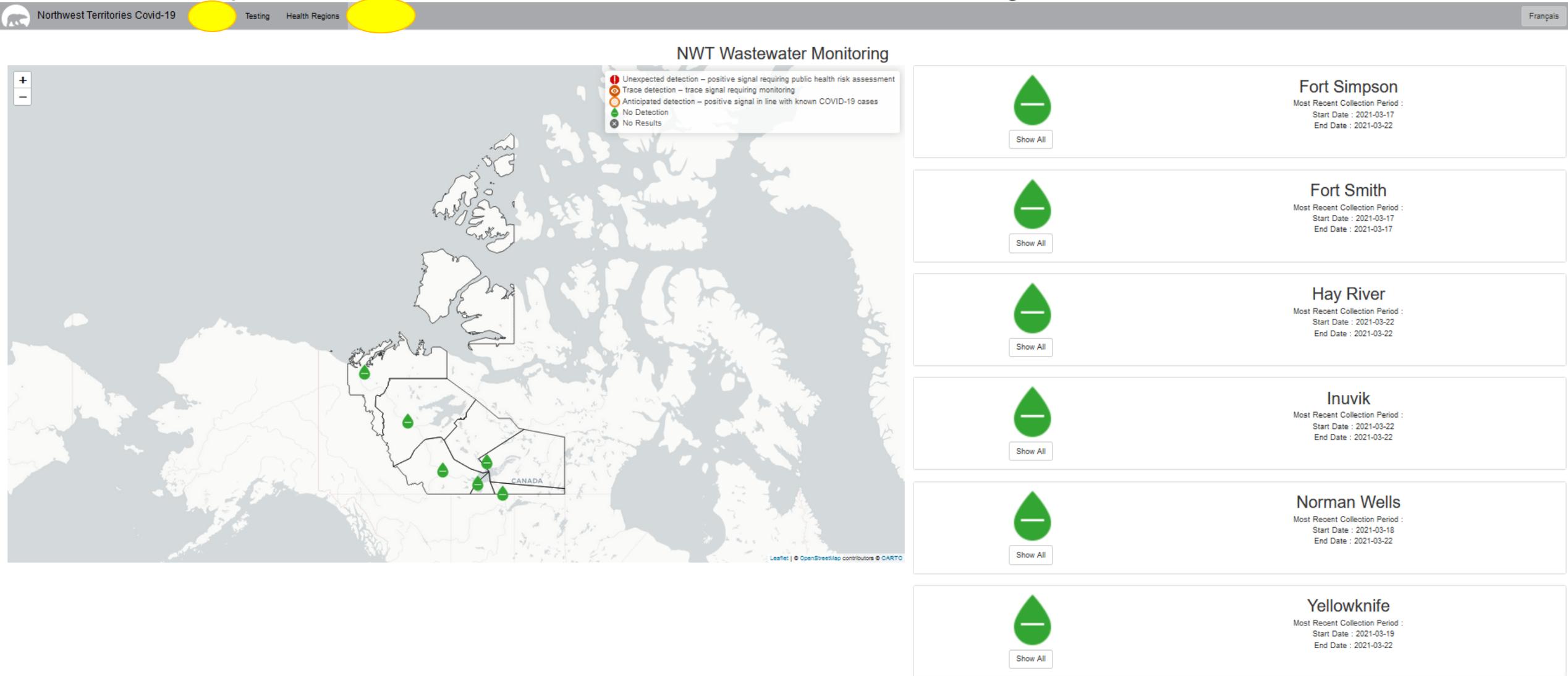
Air waybill to Edmonton	Sample ID	Location	Sample Date
40977462	YK-LS5-2021-03-24	YK	Wednesday, March 24, 2021
40977462	YK-LS6-2021-03-24	YK	Wednesday, March 24, 2021
518-35288385	IN-J96-2021-03-25	IN	Thursday, March 25, 2021

Updates Google sheet for tracking
Mise à jour de la feuille Google pour le suivi

Emails notification when updated
Notification par courriel des mises à jour

Shawn Larocque
et/and Peter Houweling, NWT/TNO

Clinical and WW data on same dashboard, different tabs Données cliniques et sur les eaux usées sur le même tableau de bord, onglets différents



- **Unanticipated** surges detected:
 - Yellowknife (Bottom) (December 2020)
 - Hay River (Top) (January 2021)
 - GNWT issued follow-up testing which uncovered previously unknown positive cases
 - January to March signals were **anticipated** and attributed to known isolating cases.
- Results clearly demonstrate the value of ‘early warning’ surveillance in remote/Northern communities to detect and prevent COVID-19

•Détection de hausses **imprévues** :

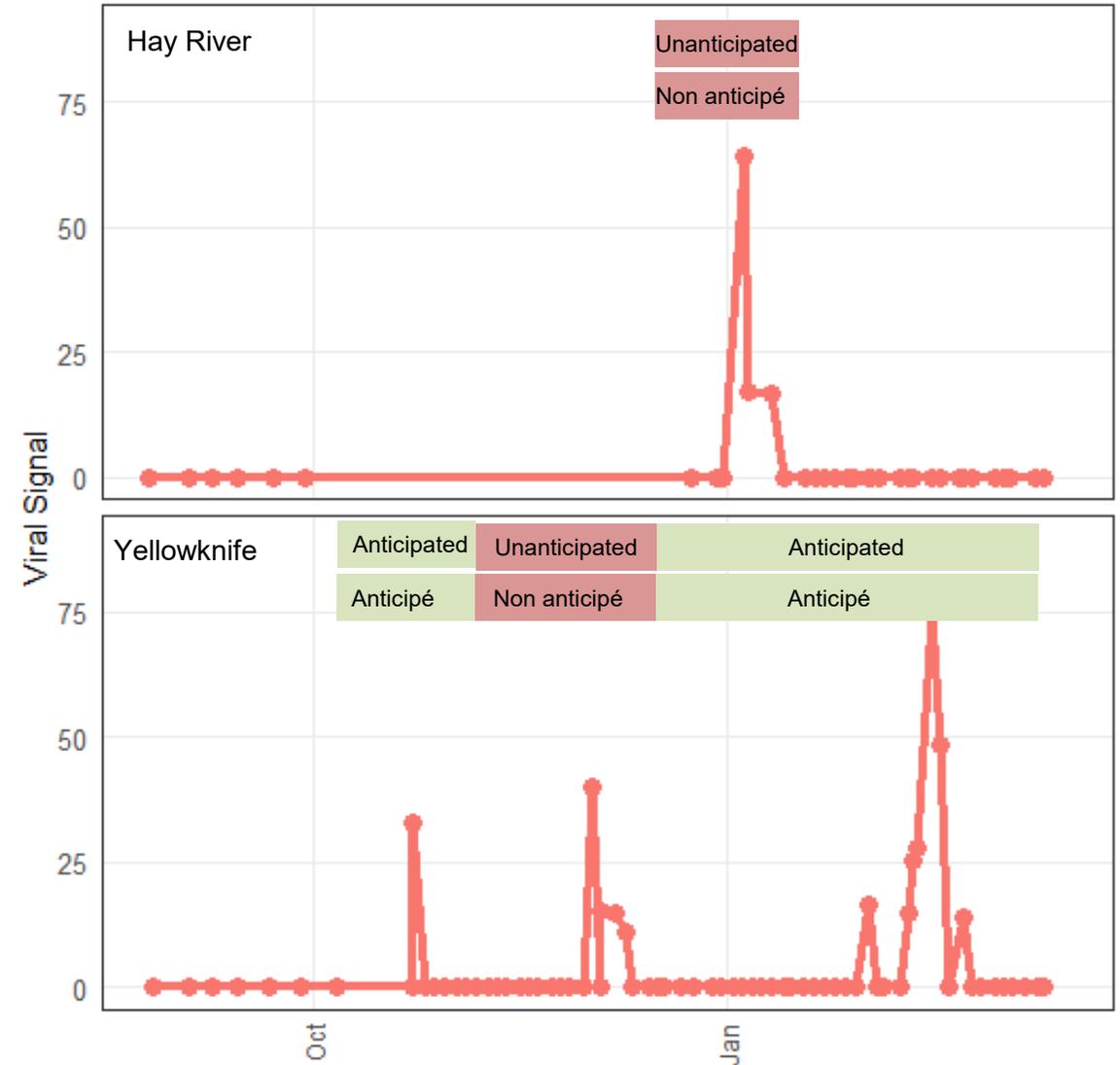
Yellowknife (bas) (décembre 2020)

Hay River (haut) (janvier 2021)

•Le GTNO a publié des tests de suivi qui ont révélé des cas positifs inconnus jusqu’alors.

Les signaux de janvier à mars ont été **anticipés** et attribués à des cas isolés connus.

▪Les résultats démontrent clairement l’intérêt d’une surveillance « d’alerte précoce » dans les communautés éloignées/nordiques pour détecter et prévenir la COVID-19.



Public Health Action from Wastewater data

Mesures de santé publique à partir des données sur les eaux usées



Health and Social Services

Anyone at Any Stage of Self-Isolation
November 30 Through December 9
in Yellowknife: Arrange for Testing

News Type: Advisories

Wastewater Surveillance Signals Undetected COVID-19 in Yellowknife

YELLOWKNIFE December 9, 2020 – Wastewater samples analyzed in Yellowknife from November 30 to December 2, 2020 has signaled undetected COVID-19.

Wastewater testing basics

Wastewater is collected from the City of Yellowknife regularly.

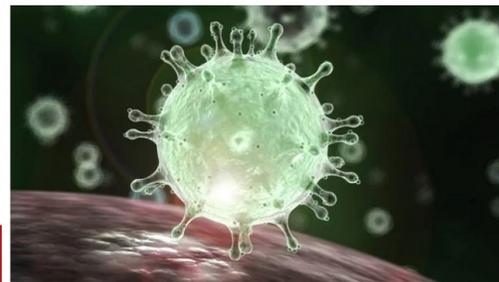
In these results, public health can see if COVID-19 is present or absent. When there are cases of COVID-19, public health would expect to get results back with COVID-19 in the results.

North

All recent travellers to Yellowknife asked to get tested after COVID-19 signaled in wastewater

Anyone who was self-isolating in Yellowknife from Nov. 30 until the present should get a COVID-19 test

CBC News · Posted: Dec 09, 2020 12:18 PM CT | Last Updated: December 10, 2020



CBC | MENU

COVID-19 Local updates Watch live COVID-19 tracker Vaccine tracker

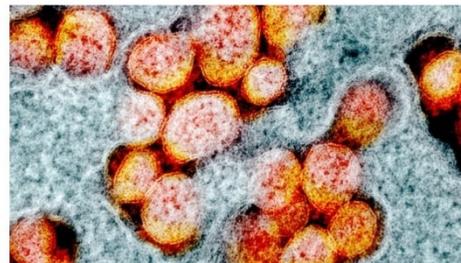
NEWS Top Stories Local The National Opinion World Canada Politics Indigenous

North

Wastewater samples point to possible undetected COVID-19 in Hay River

People who were self-isolating in area from Jan. 1-6 being asked to get tested

CBC News · Posted: Jan 14, 2021 12:21 PM CT | Last Updated: January 14



A wastewater monitoring program detected an 'unanticipated signal' of COVID-19 in Hay River, N.W.T., officials say. (INMID Integrated Research Facility/Reuters)



Health and Social Services

Anyone at Any Stage of Self-Isolation
January 1 to Present in Hay River or
K'atlo'deeche First Nation: Arrange
for COVID-19 Testing

News Type: Advisories

Source of Positive Wastewater Signal Remains Undetected.

Testing available in Hay River on weekend.

HAY RIVER January 16, 2021 – The Public Health Agency of Canada's National Microbiology Laboratory reports a persistent positive COVID-19 signal in Hay River wastewater collected on January 11, 2021. The signal is from at least one person with a COVID-19 infection.

Testing in the previous 48 hours has not determined the source and Public Health officials are extending the hours of a dedicated clinic to test people, as well as the range of people in self-isolation being asked to get tested.

Future of Wastewater Testing

- Investigation of trucked sewage networks
- TAIGA lab roll-out of testing
- Mobile/field testing
- Emerging variants

L'avenir de l'analyse des eaux usées

- Enquête sur les réseaux de ramassage des eaux usées par camion
- Déploiement des tests dans le Laboratoire TAÏGA
- Tests itinérants/sur le terrain
- Variantes émergentes

- **GNWT**

- Dr. Kami Kandola
- Dr. Andy Deli Pizzi
- Dr. Heather Hannah
- Justin Hazenberg
- Diep Duong
- Bruce Stuart
- Angelique Ruzindana
- Diana Gibson
- Shawn Larocque

- **Community's of:**

- Hay River
- Fort Simpson
- Fort Smith
- Inuvik
- Norman Wells
- Yellowknife
- Fort Liard
- Behchokò

- **PHAC**

- Dr. Chand S. Mangat
- Dr. Michael Becker
- Dr. James Brooks
- Dr. Anil Nichani
- Dr. Michael Mulvey
- Dr. Aboubakar Mouchili
- Jayson Shurgold
- Dr. Paul Sandstrom
- Dr. Adrienne Meyers