

3-5 juillet 2023 Metz

Données de mobilité et indicateurs de congestion

Une application sur le sillon lorrain

Atelier « Données »

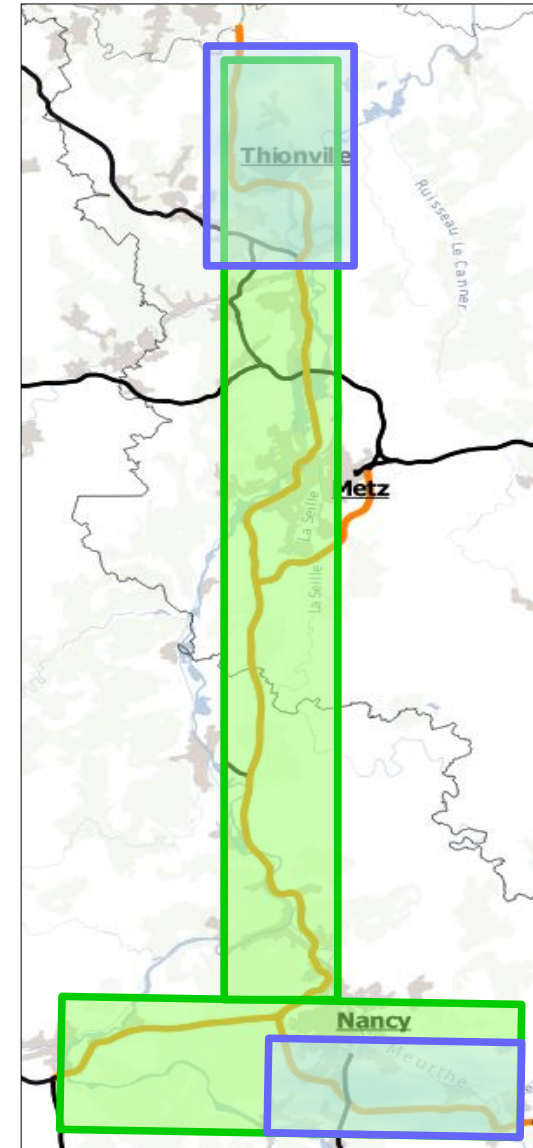
Simon Cohen (Université Gustave Eiffel)
Andy Florimond & Catherine Tergny (DIR Est)
Mingyu Zhang (MZ-Conseil)

Plan de la présentation

- Contexte
- Indicateur sur un arc élémentaire
- Indicateur sur un réseau : principes d'agrégation
- Durée journalière de congestion
- Exemple sur un réseau
- Dispositif sur le sillon lorrain
 - Exemples de résultats sur A31
 - Exemples de résultats sur A33
- Synthèse et perspectives

Contexte

- Déploiement progressif de mesures de gestion de trafic et d'information sur le sillon lorrain
 - RDV sur A31 Nord (depuis octobre 2015)
 - Affichage des temps de parcours sur A31 Nord (depuis février 2017)
 - RDV sur A33 autour de Nancy (depuis octobre 2017)
 - Affichage des temps de parcours sur l'ensemble des PMV du sillon lorrain (depuis juillet 2019) et sur le site internet de la DIR Est depuis septembre 2021



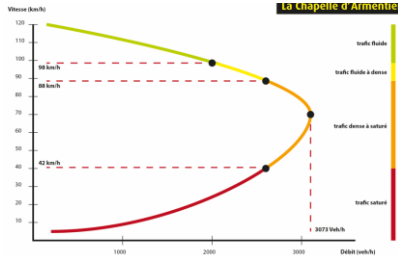
Stratégie DIR Est

- Utilisation de nouvelles sources **innovantes** de recueil de données de trafic, en complément des données des stations à boucles électromagnétiques.
- Nécessité de se doter d'un outil fiabilisé de **qualification** de la congestion et d'aide à la décision pour
 - Objectiver les conditions de circulation et suivre leur évolution ;
 - Évaluer les différentes mesures de gestion du trafic.

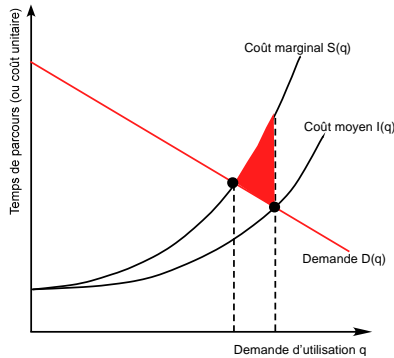


Affichage sur un PMV situé sur A31

Approches de la congestion routière



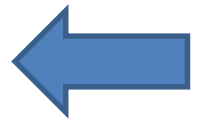
- Technique
 - Courbe débit/vitesse



- Économique
 - Coût de congestion



- Perception de l'utilisateur
 - Indicateurs de fiabilité



Indicateur TRI sur un arc élémentaire

- TRI = T r a v e R a t e I n d e x

- Au pas de temps k

$$TRI(k) = \frac{TP(k)}{TP_{libre}}$$

- Intérêt

- TRI = 1,3 pendant une période donnée signifie une augmentation du temps de parcours de 30% par rapport à la période fluide.
- Suivi temporel de l'indicateur = évolution du trafic sur une période donnée (jour, semaine, mois, année).
- Permet de déterminer la *durée journalière de congestion*.

Indicateur TRI sur un réseau

- Agrégation **temporelle** sur une **même section**
 - *Calcul de l'indicateur TRI sur une journée, une semaine, un mois, une année.*
- Agrégation **spatiale** sur **plusieurs sections**
 - *Calcul du TRI sur un arc élémentaire, un tronçon, un axe, un réseau*

Indicateur TRI : principes d'agrégation

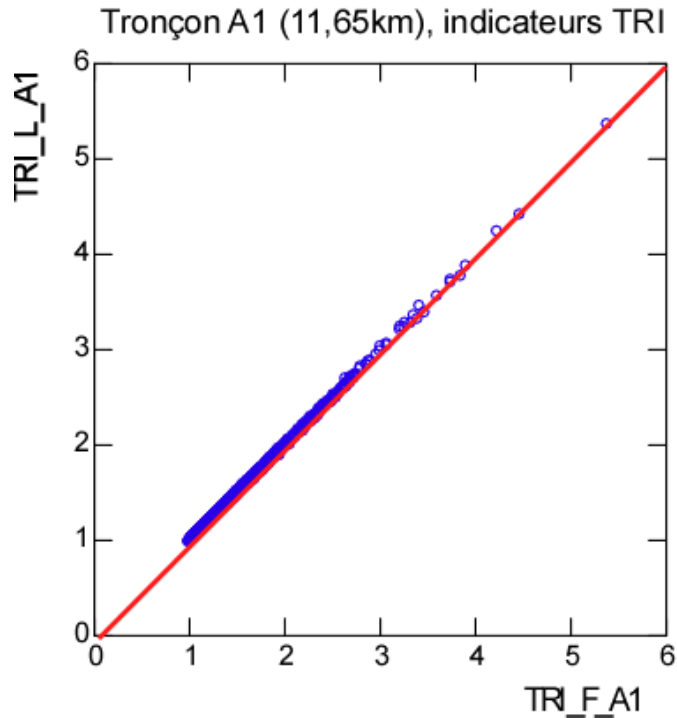
- Agrégation **temporelle** sur une **même section élémentaire**
 - Valeur moyenne pour une période (heure, jour, mois, ...)
 - Pondération temporelle par les débits, sur ***n pas de temps***

$$\overline{TRI}_{\text{période}} = \frac{\sum_{k=1}^n TRI(k)Q(k)}{\sum_{k=1}^n Q(k)}$$

- Agrégation **spatiale** sur **plusieurs sections élémentaires**
 - Valeur moyenne sur un tronçon donné (somme de plusieurs sections)
 - Pondération spatiale par les VKM (véh*km), **sur *p sections*** :

$$\overline{TRI}_{\text{axe}} = \frac{\sum_{j=1}^p TRI(j)VKM(j)}{\sum_{j=1}^p VKM(j)}$$

Vitesses limites réglementaires et calcul du TRI

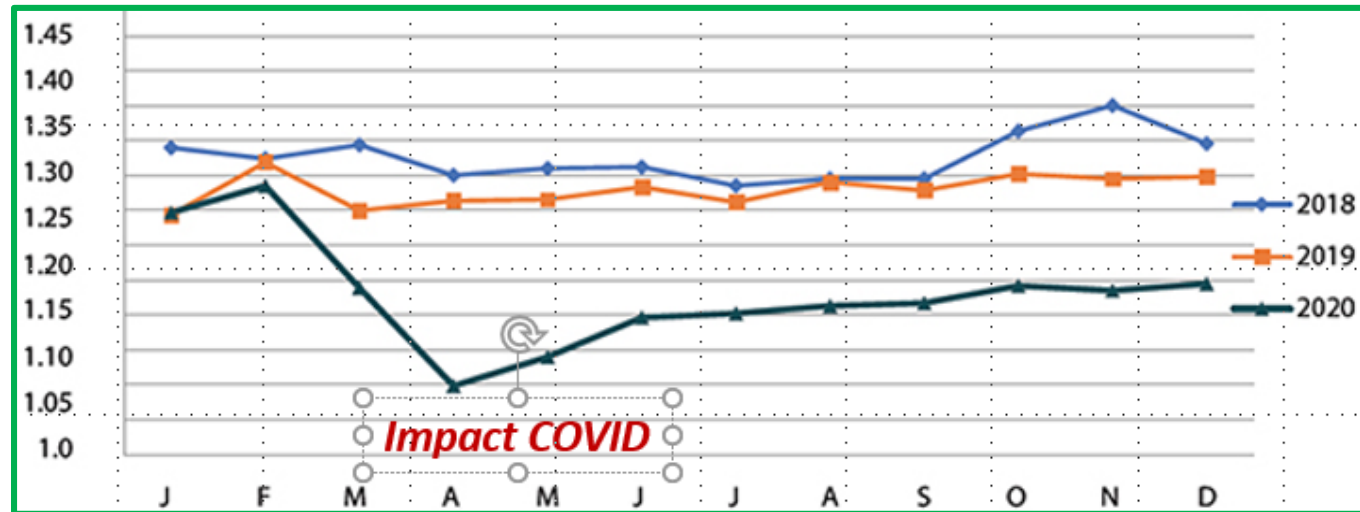
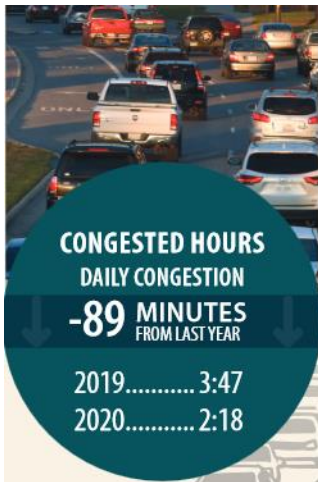
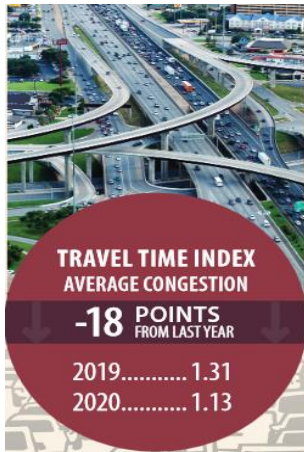


- Comparaison
 - Abscisse : TRI avec *vitesse libre calibrée*
 - Ordonnée : TRI avec *vitesse limite réglementaire*
- Dans le calcul du TRI, on peut substituer au TP_{libre} le TP_{nominal} déduit de la vitesse limite réglementaire.

Durée journalière de congestion

- Au pas de temps k , il y a congestion si $TP(k) \geq \beta TP_{\text{nominal}}$
 - Cela revient à $TRI(k) \geq TRI_{\text{critique}}$
- Rapprochement avec un seuil de ***vitesse critique à capacité***
 - Calibrage sur le réseau DIR Est : $\beta = 1,25$
- Cet indicateur correspond, par jour sur un secteur spatialement défini, au cumul moyen des périodes en congestion
 - Exemple : Une durée de 50 min/jour, signifie que le cumul des périodes de congestion est, en moyenne, de 50 min par jour (sur les 22 jours du mois hors week-ends et jours fériés).

Exemple sur un réseau



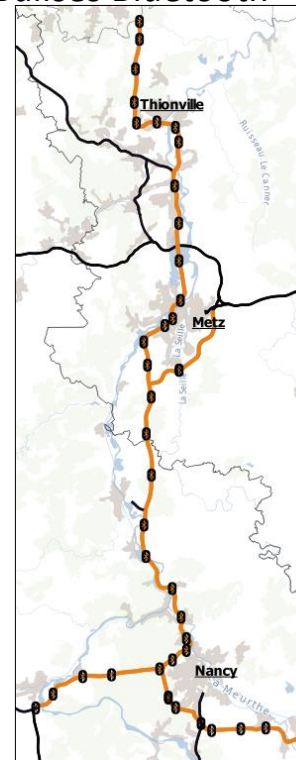
TRI mensuel, autoroutes américaines 2018-2020

(Source FHWA, 2021)

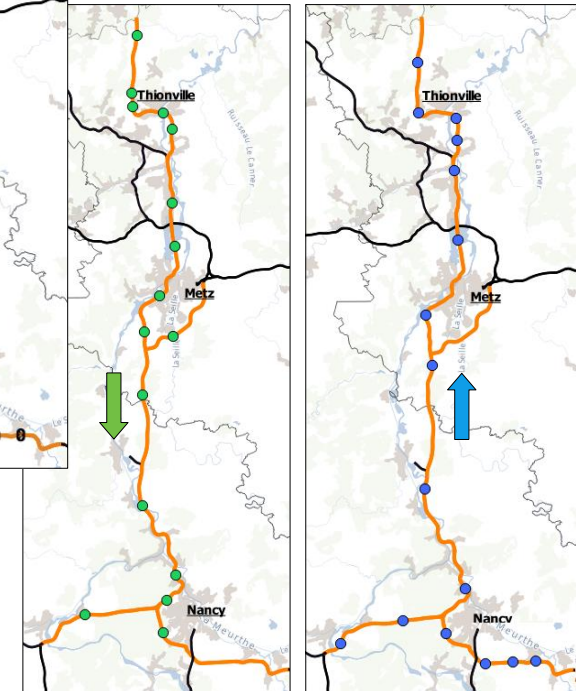
Présentation du dispositif TP de la DIR Est

- Balises Bluetooth
 - 46 balises
 - Espacement entre 700m et 7km selon les caractéristiques de l'infrastructure
- Panneaux à messages variables
 - Sur autoroutes A31 et A33 de gestion DIR Est (environ 125km)
 - Affichage sur 32 PMV (en fonction des évènements en cours)

Balises Bluetooth



PMV



Metz → Nancy

Nancy → Metz

Temps de parcours Bluetooth

■ Balises Bluetooth

- Détection des équipements Bluetooth à bord des véhicules
- Récupération des adresses MAC encryptées, horodatées
- Appariement pour obtention d'un TP
- Filtrage de valeurs anormales



■ Temps de parcours (TP_{BT})

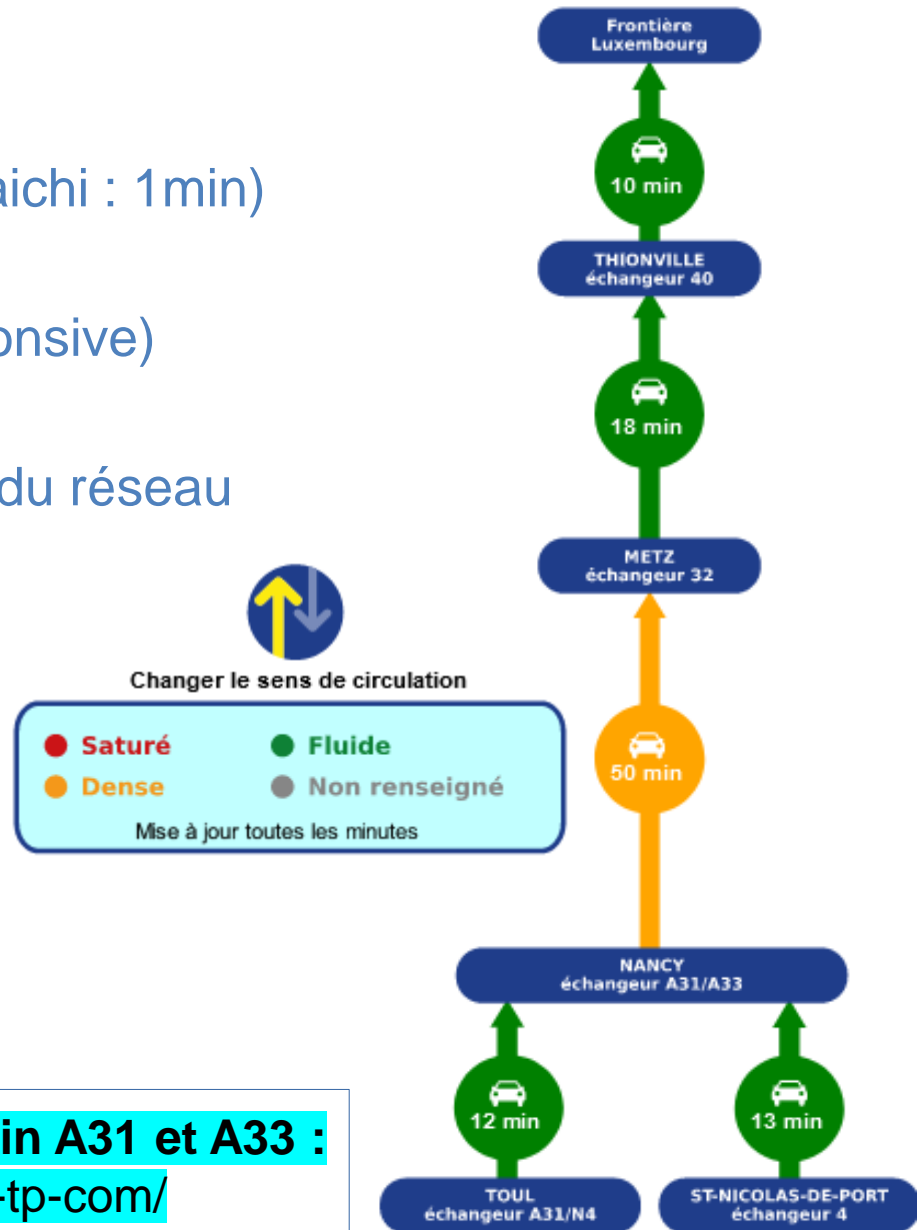
- Mesurés en fin de section
- Toutes categories de véhicules



Temps de parcours Bluetooth

■ Site internet DIR Est

- affichage en temps réel (rafraichi : 1 min)
- pour chaque sens
- sur PC ou smartphone (responsive)
- 3 niveaux de fluidité
- entre les points stratégiques du réseau



Temps de parcours sur le sillon lorrain A31 et A33 :

<https://dire-tp-com.dir-est.fr/dire-tp-com/>

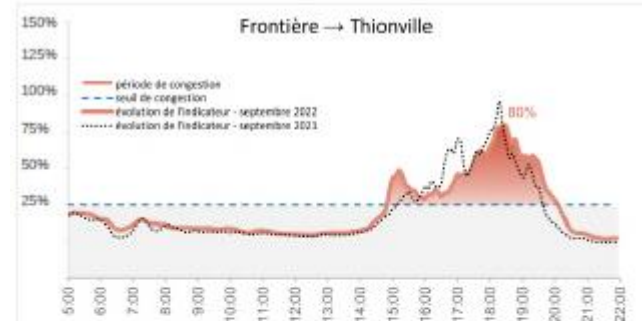
Observatoire des congestions (1)

- Deux indicateurs retenus
 - TRI et durée journalière de congestion
 - sur 8 secteurs stratégiques et à l'échelle du sillon Lorrain
- L'approche Bluetooth (ou FCD) simplifie le calcul de l'indicateur
 - Facilite l'analyse sur de grands axes ou sur des réseaux
 - Permet une meilleure disponibilité de la donnée vitesse
- Parc de stations de comptage adapté
 - Données de débit de **quelques stations (moins de 30%)** à boucles **indispensables** pour les agrégations spatio-temporelles
 - Stratégie de maintenance des stations
 - Alternative : apprentissage des débits (?)

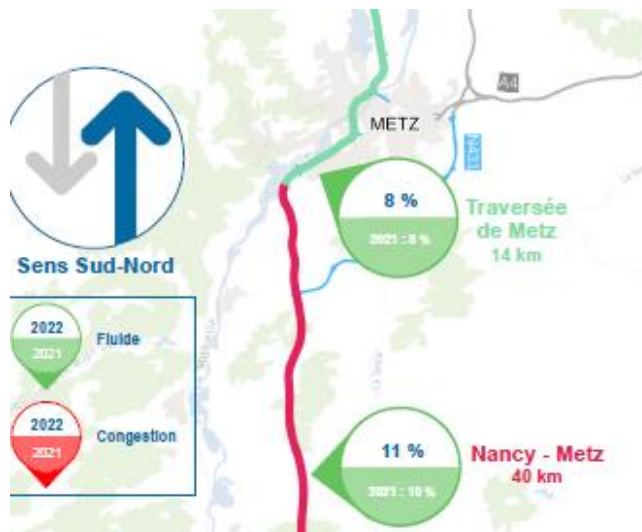


Observatoire des congestions (2)

- Courbes d'évolution du TRI :
 - par secteur stratégique
 - sur une journée type de sept 2022
 - en comparaison avec sept 2021
 - par période de 6min



- Valeurs du TRI
 - bulle sur fond de carte
 - par secteur stratégique
 - sur tout le mois de sept 2022
 - en comparaison avec sept 2021

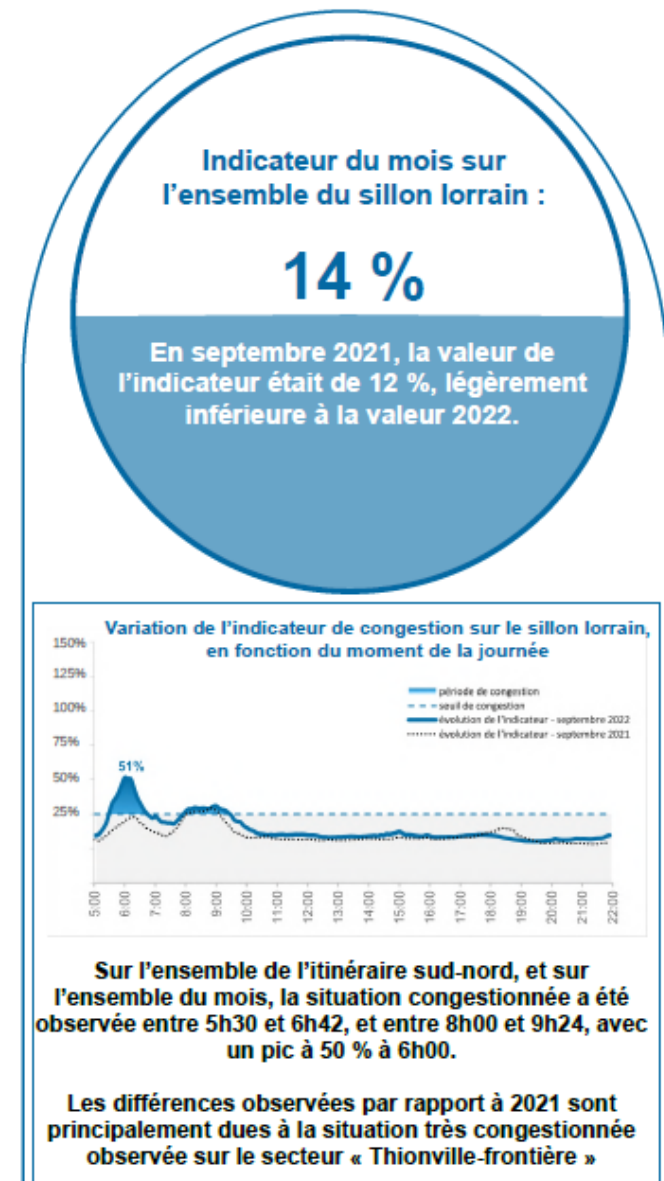


Données analysées entre 5h et 22h
Hors week-end et jours fériés

Observatoire des congestions (3)

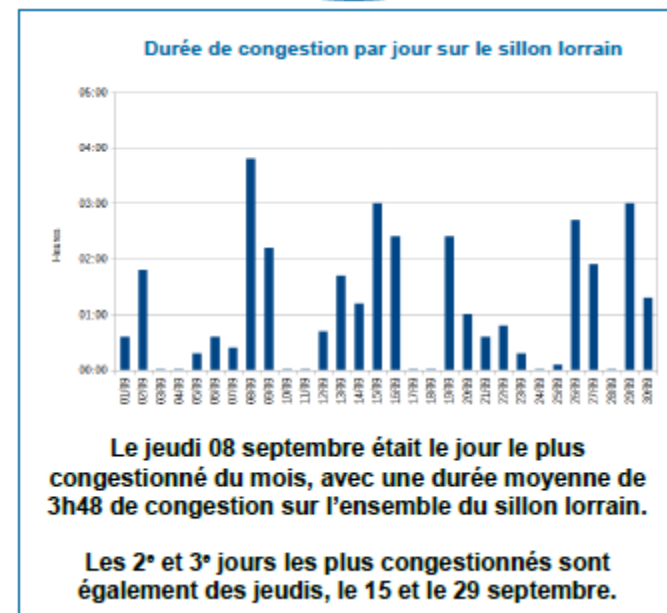
- Analyse macro
 - TRI du mois du sillon lorrain
 - pour chaque sens de circulation
 - en comparaison avec les valeurs 2021
- Courbe d'évolution du TRI
 - par période de 6min
 - en comparaison avec sept 2021
- Zone de texte
 - Interprétation des résultats
 - Éléments de contexte

Données analysées entre 5h et 22h
Hors weekend et jours fériés



Observatoire des congestions (4)

- Durées moyennes de congestion
 - Par secteur et pour tout le sillon lorrain
 - Pour chaque sens de circulation
 - En comparaison avec les valeurs 2021
- Histogramme des durées de congestion journalières
 - Permet de faire ressortir les jours les plus impactés (jeudis) et les moins impactés (mercredis)
- Zone de texte
 - Interprétation des résultats
 - Éléments de contexte



Données analysées entre 5h et 22h
Hors weekend et jours fériés

Perspectives DIR Est 2023-2024

- **Industrialiser le traitement des données TP et comptage**
 - Recueil, qualification, complétion, redressement
 - Plages temporelles variables (de quelques semaines à une année complète) et non plus exclusivement au mois.
- **Aller plus loin dans l'interprétation des résultats**
 - « Jouer » avec les données (analyse par tranche horaire, extraire les heures creuses de l'analyse)
 - Analyse des périodes de vacances, des jours/nuits sous chantiers, ...
- **Améliorer la version de calcul 2022**
 - Communication vers le grand public (c'est quoi un « TRI », plutôt parler d'indicateur de congestion)
 - Étudier 4 niveaux de congestion plutôt que 2 (analyse binaire).

Simon Cohen



Andy Florimond, Catherine Tergny



**MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE**

DIR Est
Direction
interdépartementale
des routes de l'Est

Mingyu Zhang

