



## PLAN DE LA PRÉSENTATION

# PRÉSENTATION DE L'OBJECTIF GLOBAL

- COMBINAISON DES APPROCHES DE RÉSILIENCE
- **É** VALUATION DE SITUATIONS PERTURBÉES (SIMU - DATA)
- **É** VALUATION DE STRATÉGIES DE MITIGATION DES EFFETS

### PRÉSENTATION DE L'ÉTAT DE L'ART

- PRÉSENTATION DES DEUX APPROCHES DE RÉSILIENCE
- A NALYSE DES MESURES DE RÉSILIENCES (TOPO - DYNA)
- PRÉSENTATION DES MODÉLI-SATIONS DE PERTURBATIONS

# PRÉSENTATION DES PREMIERS RÉSULTATS

- PONDÉRATION DE LA BETWEENNESS CENTRALITY
- CORRÉLATION DE LA BC AUX MESURES DE TRAFIC (FLUX)
- A NALYSE DE LA DEGREE HETEROGENEITY

# PRÉSENTATION DES **FUTURS TRAVAUX**

- DÉFINIR UN ENSEMBLE DE MESURES POUR LA RÉSILIENCE
- **É** TUDIER DIFÉRENTES PERTURBATIONS - STRESS TEST
- **É** LABORER DES STRATÉGIES POUR MITIGER LES EFFETS

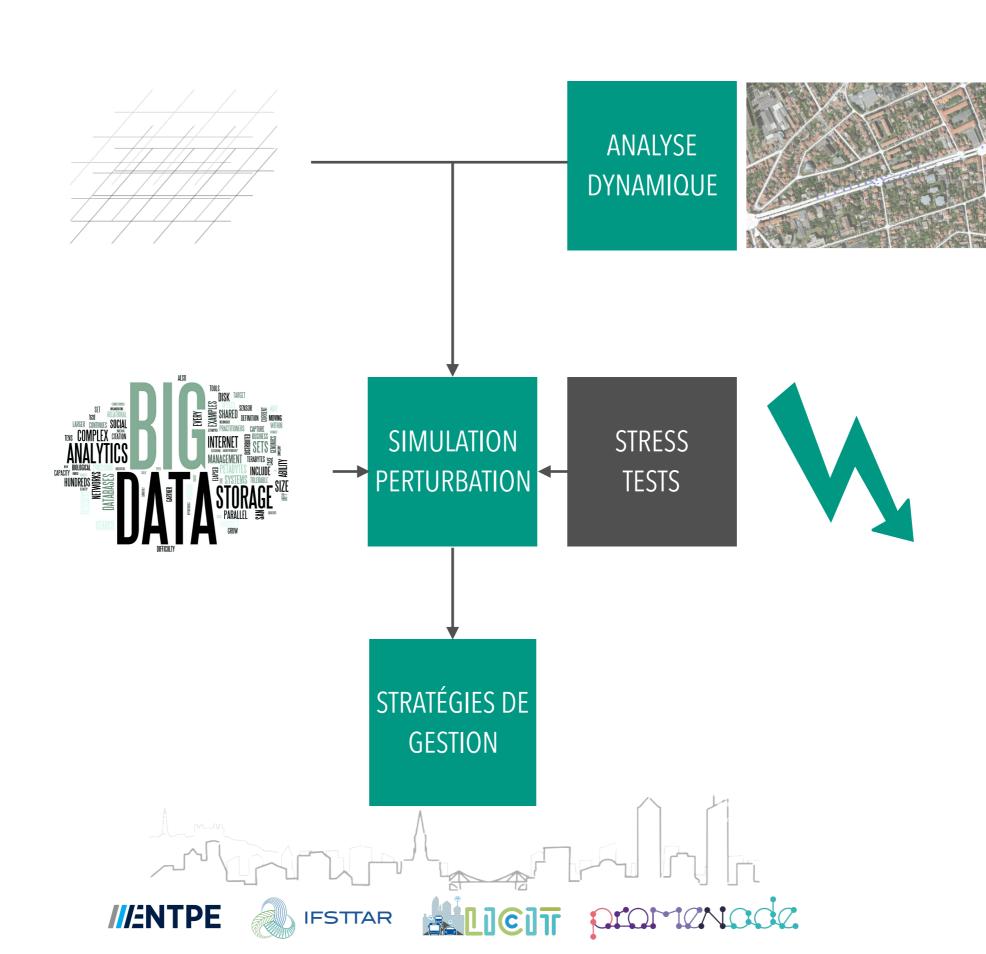




# PRÉSENTATION DES OBJECTIFS

ANALYSE TOPOLOGIQUE

DONNÉES MULTISOURCES





# PRÉSENTATION DE L'ÉTAT DE L'ART





APPROCHE **TOPOLOGIQUE** THÉORIE DES GRAPHES

VULNÉRABILITÉS TOPOLOGIQUES



APPROCHE **DYNAMIQUE** 

THÉORIE DU TRAFIC
VULNÉRABILITÉS DYNAMIQUES/TRAFIC



PONDÉRATION DU GRAPHE

► LIAISON DES APPROCHES





## PRÉSENTATION DE L'ÉTAT DE L'ART







APPROCHE **TOPOLOGIQUE**THÉORIE DES GRAPHES

VULNÉRABILITÉS TOPOLOGIQUES



APPROCHE **DYNAMIQUE**<u>THÉORIE DU TRAFIC</u>
VULNÉRABILITÉS DYNAMIQUES/TRAFIC



PONDÉRATION DU GRAPHE

► LIAISON DES APPROCHES



MESURES DE **CENTRALITÉS**BETWEENNESS, DEGREE, ...



MESURES DE **TRAFIC** FLUX, TEMPS DE PARCOURS, ...



PONDÉRATION DES MESURES DE CENTRALITÉS





## PRÉSENTATION DE L'ÉTAT DE L'ART



P RÉSENTATION DES MÉTRIQUES S IMULATION DE PERTURBATIONS



APPROCHE **TOPOLOGIQUE**<u>THÉORIE DES GRAPHES</u>

VULNÉRABILITÉS TOPOLOGIQUES



APPROCHE **DYNAMIQUE**<u>THÉORIE DU TRAFIC</u>
VULNÉRABILITÉS DYNAMIQUES/TRAFIC



PONDÉRATION DU GRAPHE

► LIAISON DES APPROCHES



MESURES DE **CENTRALITÉS**BETWEENNESS, DEGREE, ...



MESURES DE **TRAFIC** FLUX, TEMPS DE PARCOURS, ...



PONDÉRATION DES MESURES DE CENTRALITÉS



SUPPRESSION DE LIENS ALÉATOIRE / CIBLÉE



UTILISATION DE DONNÉES HISTORIQUES



COUPLAGE DE MODÈLES CATASTROPHE & TRAFIC



MÉTHODOLOGIE STRESS TEST

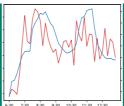




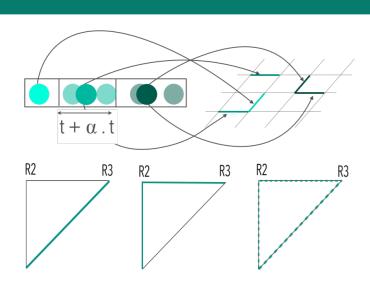
## PREMIERS RÉSULTATS: BC PONDÉRÉE

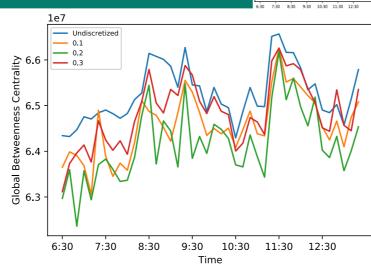
PONDÉRATION DU GRAPHE PAR LE TEMPS DE PARCOURS

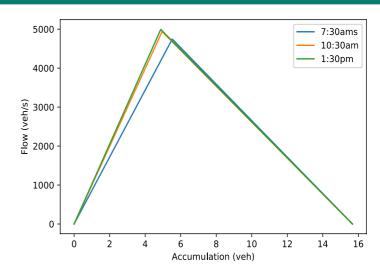
CALCUL DE LA BC PAR LIEN



#### OBSERVATION DES ÉVOLUTIONS COMPARAISON AU MFD









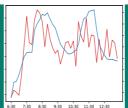


AREA BETWEENNESS CENTRALITY

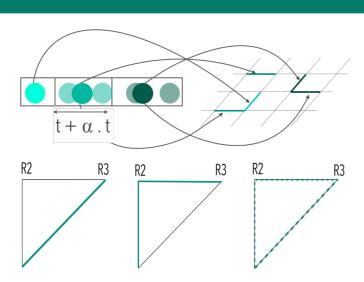
### PREMIERS RÉSULTATS: BC PONDÉRÉE

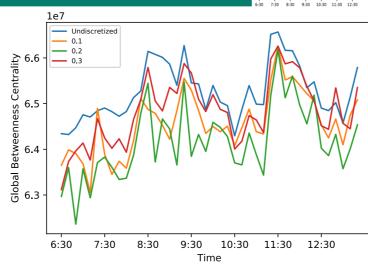


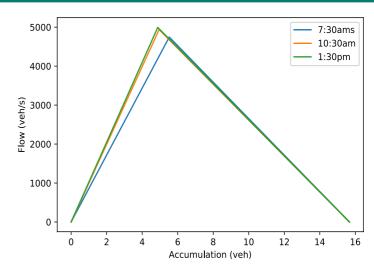




#### OBSERVATION DES ÉVOLUTIONS COMPARAISON AU MFD



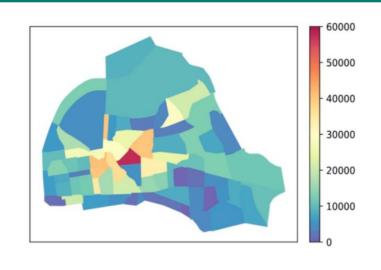


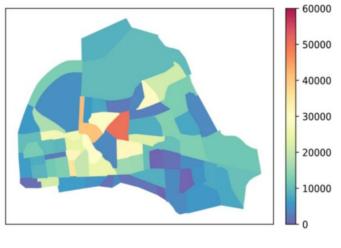


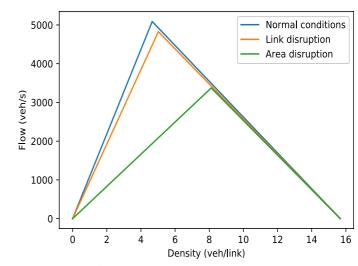
# ANALYSE DE L'IMPACT DE PERTURBATION PAR LIEN

ANALYSE DE L'IMPACT DE PERTURBATION PAR ZONE

COMPARAISON DES RÉSULTATS ET AU MFD

















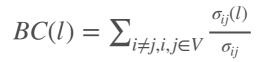
## PREMIERS RÉSULTATS: CORRÉLATION BC - FLUX

PONDÉRATION DU GRAPHE PAR TEMPS DE PARCOURS

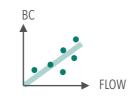
CALCUL DE LA BC PAR LIEN CORRÉLATION FLUX - BC D'UN MÊME LIEN (•)



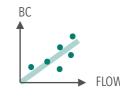
TEMPS DE PARCOURS DONNÉES SIMULÉES & RÉELLES (FCD)



DIFFÉRENTES VARIANTES
PONDÉRATION, DEMAND-AWARE, NOEUDS



INSTANT T
TOUS LES LIENS



UN LIEN DIFFÉRENTS T





## PREMIERS RÉSULTATS: CORRÉLATION BC - FLUX

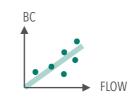
PONDÉRATION DU GRAPHE PAR TEMPS DE PARCOURS CALCUL DE LA BC PAR LIEN CORRÉLATION FLUX - BC D'UN MÊME LIEN (●)



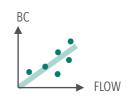
TEMPS DE PARCOURS DONNÉES SIMULÉES & RÉELLES (FCD)



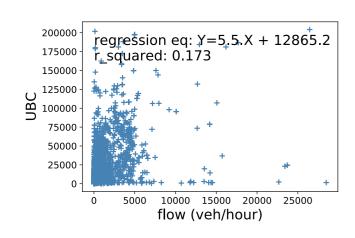
DIFFÉRENTES VARIANTES
PONDÉRATION, DEMAND-AWARE, NOEUDS

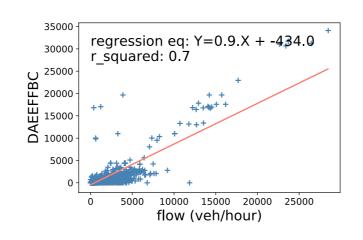


INSTANT TOUS LES LIENS



UN LIEN DIFFÉRENTS T





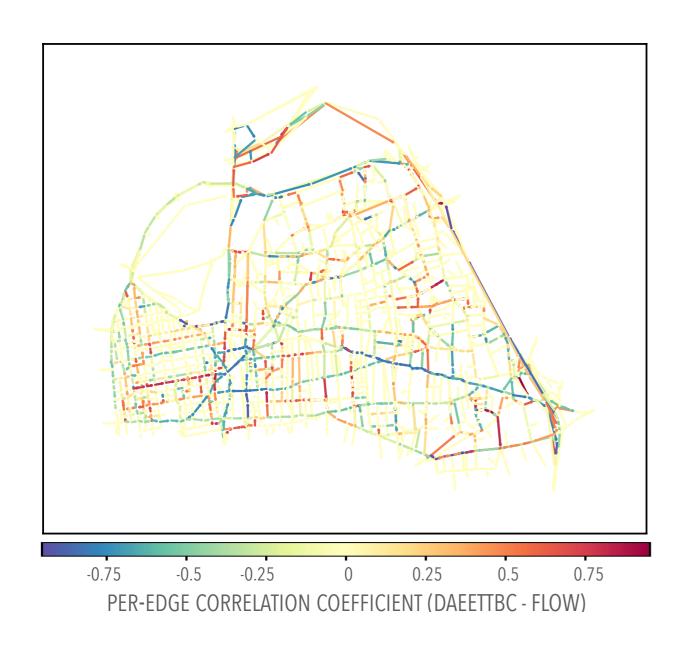
#### **INSTANT T - TOUS LES LIENS**

† COEFFICIENT DE CORRÉLATION PRISE EN COMPTE DEMANDE + TEMPS DE PARCOURS





## PREMIERS RÉSULTATS: CORRÉLATION BC - FLUX



#### **■ CORRÉLATION POSITIVE**

LIENS EN CONDITION FLUIDES

↑ TEMPS DE PARCOURS → ↓ BC → ↓ FLUX
↓ TEMPS DE PARCOURS → ↑ BC → ↑ FLUX

#### **■ CORRÉLATION NÉGATIVE**

LIENS EN CONDITION CONGESTIONNÉES

↑ TEMPS DE PARCOURS → ↓ BC → ↑ FLUX

↓ TEMPS DE PARCOURS → ↑ BC → ↓ FLUX

#### **■ CORRÉLATION NULLE**

LIENS TOPOLOGIQUEMENT CRITIQUES

↓ ↑ TEMPS DE PARCOURS → BC



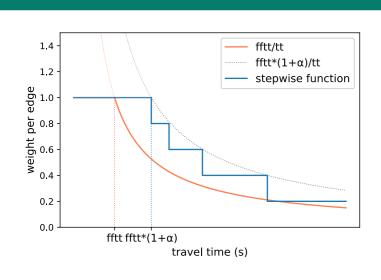


## PREMIERS RÉSULTATS : HÉTÉROGÉNÉITÉ

#### PONDÉRATION DU GRAPHE PAR LE NIVEAU DE SERVICE

#### CALCUL DE LA (IN-OUT) DEGREE PONDÉRÉE PAR NOEUD

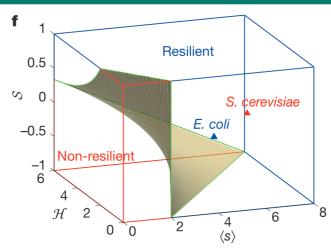
#### CALCUL HÉTÉROGÉNÉITÉ SYMÉTRIE ET DENSITÉ



$$DC(n) = \sum_{i \in N_n} W(l_{ni})$$

 $N_n:$  NOEUDS VOISINS DU NOEUD n

 $W(l_{nj}): exttt{POIDS} exttt{ DES} exttt{ LIENS} exttt{ LIANT}$  LE NOEUD n À SES VOISINS



UNIVERSAL RESILIENCE IN COMPLEX NETWORKS - GAO ET AL.



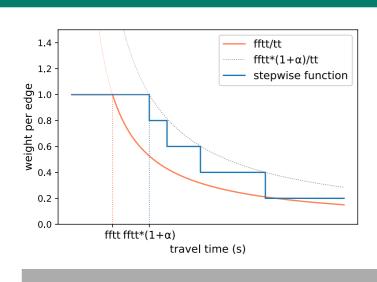


## PREMIERS RÉSULTATS: HÉTÉROGÉNÉITÉ

#### PONDÉRATION DU GRAPHE PAR LE NIVEAU DE SERVICE

#### CALCUL DE LA (IN-OUT) DEGREE PONDÉRÉE PAR NOEUD

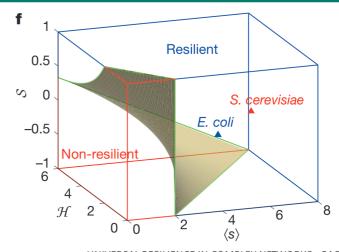
#### CALCUL HÉTÉROGÉNÉITÉ SYMÉTRIE ET DENSITÉ



$$DC(n) = \sum\nolimits_{i \in N_n} W(l_{ni})$$

 $N_n: \mathsf{NOEUDS}\,\mathsf{VOISINS}\,\mathsf{DU}\,\mathsf{NOEUD}\,\mathsf{n}$ 

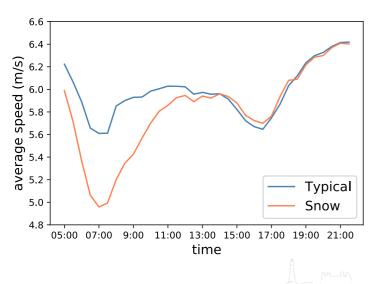
 $W(l_{nj}): exttt{POIDS} exttt{ DES} exttt{ LIENS} exttt{ LIANT}$  LE NOEUD n À SES VOISINS

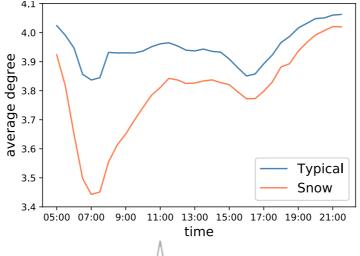


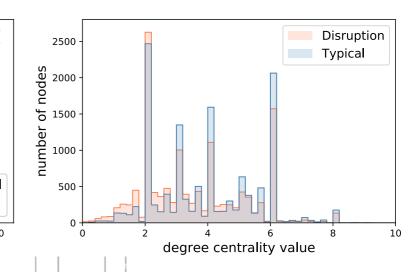
UNIVERSAL RESILIENCE IN COMPLEX NETWORKS - GAO ET AL

#### DÉCALAGE VERS ZÉRO DE LA DEGREE DISTRIBUTION EN PRÉSENCE DE PERTURBATION

↓TEMPS DE PARCOURS - ↓ NIVEAU DE SERVICE - ↓ DEGREE DES NOEUDS IMPACTÉS









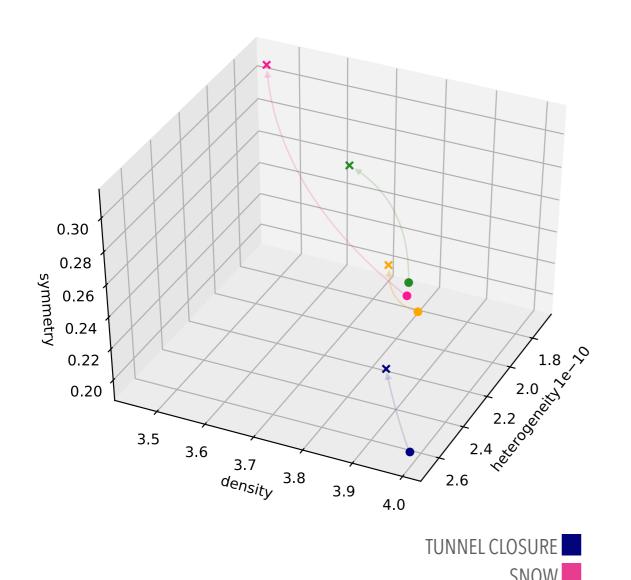






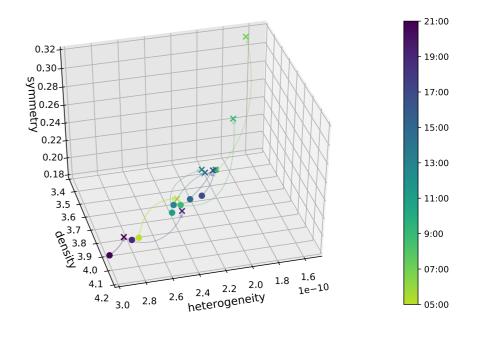


## PREMIERS RÉSULTATS: HÉTÉROGÉNÉITÉ



#### **IMPACT DES PERTURBATIONS**

- ↑ SYMÉTRIE IN/OUT DEGREE ► DÉCALAGE VERS 0
- ↓ DENSITÉ ► RÉDUCTION AVERAGE DEGREE
- ↓ HÉTÉROGÉNÉITÉ







SUBWAY DISRUPTUTION







### TRAVAUX FUTURS

■ POURSUITE DE L'ANALOGIE AU TRAVAIL DE GAO ET AL.

DÉTERMINATION DU PLAN SÉPARANT LES ZONES RÉSILIENTE ET NON-RÉSILIENTE VIA LA MODÉLISATION DES DYNAMIQUES DU RÉSEAU DE TRANSPORT

■ EXTENSION DES TRAVAUX À DES RÉSEAUX MULTIMODAUX

BC PONDÉRÉE DYNAMIQUEMENT (PAR LE FREE FLOW TRAVELTIME ✓)
ANALYSE DE L'HÉTÉROGÉNÉITÉ DU GRAPHE (COEFFICIENT D'ATTRACTIVITÉ DE MODE ✓)

- SIMULATION DE STRESS TEST POUR ÉTUDIER DES SITUATIONS DÉGRADÉE DÉTERMINATION DES PERTURBATIONS À REPRÉSENTER ET REPRÉSENTATION
- ÉLABORATION ET ÉVALUATION DE STRATÉGIES DE MITIGATION IMPLÉMENTATION ET TEST DES STRATÉGIES EN SIMULATION



