

Riots: Behavioral epidemics

Jean-Pierre Nadal
CNRS & EHESS

Laboratoire de Physique de l'ENS
(LPENS, UMR 8023 CNRS – ENS – PSL – SU – Université Paris Cité)
École Normale Supérieure, Paris

Centre d'Analyse et de Mathématiques Sociales
(CAMS, UMR 8557 CNRS – EHESS)
École des Hautes Études en Sciences Sociales, Paris

<http://www.phys.ens.fr/~nadal/>

19 octobre 2023

Menu

Les émeutes de 2005

Rappel des faits

Caractéristiques des émeutes sociales 'spontannées'

Analyse et modélisation de la contagion

Données

Modélisation épidémiologique

Mise en évidence de la vague

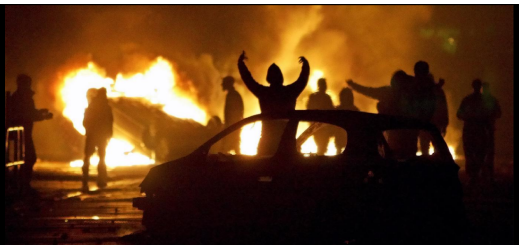
Modèle global : Contagion locale et non locale

Discussion

Compléments

Les émeutes de 2005

Émeutes de 2005, France
mort de deux jeunes, 27/10/2005
3 semaines d'émeutes
près de 9000 véhicules incendiés



Les émeutes de 2005

video francetv info (3:39)

`https://www.francetvinfo.fr/faits-divers/justice-proces/zyed-et-bouna/
video-emeutes-de-2005-les-trois-semaines-qui-ont-secoue-la-france_850519.html`

Les émeutes de 2005

Il y a 18 ans, le 27 octobre 2005...

- ▶ **vague d'émeutes** : 859 communes touchées toute la France
- ▶ **événement déclenchant** : mort de deux jeunes cherchant à échapper à un contrôle de police
- ▶ début d'émeutes, qui s'étendent dans les quartiers défavorisés [▶ plus ici](#)
- ▶ durée totale ~ 3 semaines
- ▶ véhicules incendiés, mais aussi incendie de bâtiments publics, confrontations avec la police, etc.
- ▶ 1 mort, plus de 200 blessés
- ▶ 160 MEuros (données d'assurances)

informations sur la chaîne américaine CNN:



(Remarque : pas une seule ville française n'est correctement située sur cette carte !)

Un cas particulier d'**émeutes sociales 'spontanées'**, comme, par exemple, les émeutes de la faim (UK 1766, 1801; Egypte 1977; Argentine 1989, 2001), émeutes ethniques (USA : Noirs vs Latinos, LA 1992...), 2011 émeutes de Londres ; France, Gilets Jaunes, oct. 2018 - 2020 ; France 27/06-7/08 2023...

Émeutes sociales

Caractéristiques typiques

- ▶ **caractère spontané**
"C'était une révolte sociale et urbaine spontanée, pas du tout anticipée".
- ▶ **tension sociale**
"Il y avait un ras-le-bol, des contrôles de police très fréquents, la ville était mise à l'écart... C'était une accumulation de tout ça, les révoltes."
- ▶ **événement déclenchant ('choc')**
"La mort de Zyed et Bouna, deux ados qui pensaient qu'à aller à l'école et jouer au foot, ça a été la goutte d'eau"

Citations : témoignages de participants aux émeutes de 2005, recueillis en octobre 2015 par l'Agence France Presse (AFP).

Émeutes sociales

Caractéristiques typiques

- ▶ mécanisme d'**auto-renforcement**, notamment par **imitation**
"16 ans à l'époque, il est conscient aujourd'hui d'avoir fait le mouton".
- ▶ **contagion/propagation**
réseaux sociaux, medias (TV, radio)
propagation (ou pas) d'une ville à l'autre.
Pour les émeutes de 2005 : **pas de déplacement des émeutiers** de quartier à quartier, de ville à ville.
- ▶ **fin de l'émeute** – durée courte, mais les raisons n'en sont pas claires
 - peur de la police ? arrestations (près de 3000) ? autres facteurs de modération ?
"Les médiateurs ont fait un gros boulot pour que ça se calme. Ils étaient là toutes les nuits."
 - fatigue? mauvais temps ?

Les émeutes de 2005 : Données !

Source= **rapports journaliers de police**
(faits constatés par la police)

du 26 octobre au 8 décembre 2005

44 rapports

taille typique : 15 pages de texte par rapport.

1ère page du rapport du 27 octobre

NOTES	Pages
<p>CLICHY-SOUS-BOIS (93) – Circ. LE RAINCY – Chêne pointu - VIOLENCES URBAINES FAISANT SUITE A L'ELECTROCUTION DE DEUX MINEURS ET D'UN MAJEUR SUR UN TRANSFORMATEUR EDF.</p> <p><i>Deux adolescents décédés. Un majeur hospitalisé dans un état grave.</i></p> <p><i>23 véhicules incendiés. 4 véhicules de sapeurs-pompiers endommagés</i></p> <p style="text-align: center;">◇</p>	2-3
<p>SURETE DEPARTEMENTALE DE LA MEURTHE-ET-MOSELLE (54) – ARRESTATION DE L'AUTEUR PRESUME D'UN VOL AVEC VIOLENCES COMMIS AU PREJUDICE D'UNE PERSONNE AGEES SUIVI DU DECES DE LA VICTIME.</p> <p><i>Mis en cause placé sous mandat de dépôt.</i></p> <p style="text-align: center;">◇</p>	4
<p>TOURCOING (59) – INTERPELLATION DE DEUX INDIVIDUS AUTEURS PRESUMES DE L'INCENDIE DE PLUSIEURS VEHICLES.</p> <p><i>Mis en cause défilés devant le parquet.</i></p> <p style="text-align: center;">◇</p>	5
<p>SURETE DEPARTEMENTALE DE LA DROME (26) – INTERPELLATION DE L'AUTEUR PRESUME D'UN VOL A MAIN ARMEE APRES EXPLOITATION DE PRELEVEMENTS GENETIQUES.</p> <p><i>Mis en cause placé sous mandat de dépôt.</i></p> <p style="text-align: center;">◇</p>	6
<p>RUBRIQUES</p> <p>ORDRE PUBLIC 7 AFFAIRES JUDICIAIRES 9 VIOLENCES URBAINES 14 DIVERS 16</p>	

Les émeutes de 2005 : Données !

Source= **rapports de police journaliers**
(faits constatés par la police)

du 26 octobre au 8 décembre 2005

44 rapports

taille typique : 15 pages de texte par rapport.

→ [base de données](#)

6877 lignes, 71 colonnes.

S. Roché, M.-A. Depuiset, M. B. Gordon, JPN, 2008-2010

→ pour l'analyse présentée ici,
extraction de la base des

nombre d'événements à caractère émeutier,
pour chaque jour, chaque commune relevant
de la police (essentiellement les plus
urbanisées – les autres relevant de la
gendarmerie).

Nombre total d'événements : 6577.

1ère page du rapport du 27 octobre

jaune : l'événement déclenchant ; rose : faits
d'émeutes ; vert : autres faits.

CLICHY-SOUS-BOIS (93) - Circ. LE RAINCY - Chêne pointu - VIOLENCES URBAINES FAISANT SUITE A L'ELECTROCUTION DE DEUX MINEURS ET D'UN MAJEUR SUR UN TRANSFORMATEUR EDF.	2-3
Deux adolescents décédés. Un majeur hospitalisé dans un état grave. 23 véhicules incendiés. 4 véhicules de sapeurs-pompiers endommagés.	
◇	
SURTELE DEPARTEMENTALE DE LA MEURTHE ET MOSELLE (54) - ARRESTATION DE L'AUTEUR PRESUME D'UN VOL AVEC VIOLENCES COMMIS AU PREJUDICE D'UNE PERSONNE AGEE SUIVI DU DECES DE LA VICTIME.	1
Mis en cause placé sous mandat de dépôt.	
◇	
TOURCOING (59) - INTERPELLATION DE DEUX INDIVIDUS AUTEURS PRESUMES DE L'INCENDIE DE PLUSIEURS VEHICULES.	5
Mis en cause détenus devant le parquet.	
◇	
SURTELE DEPARTEMENTALE DE LA DRÔME (26) - INTERPELLATION DE L'AUTEUR PRESUME D'UN VOL A MAIN ARMEE APRES EXPLOITATION DE PRELEVEMENTS GENETIQUES.	1
Mis en cause placé sous mandat de dépôt.	
◇	
RUBRIQUES	
INFORM. PUBLIQUES AFFAIRES JUDICIAIRES VIOLENCES URBAINES DIVERS	

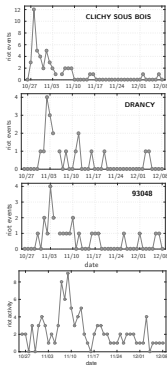
Les émeutes de 2005 : observations

Source= [rapports journaliers de police](#).

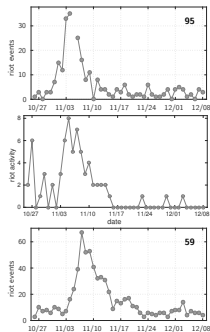
On regarde le **nombre d'événements** disponible pour chaque jour sur la période de 3 semaines, pour chaque commune relevant de la police.

(données du 26 oct au 8 décembre)

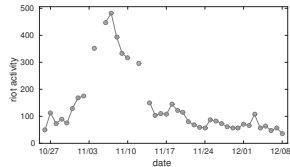
Communes



Départements

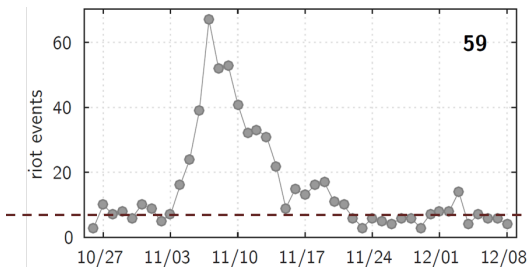


France



The 2005 French riots

stationary background criminal activity



events taken into account in our dataset, for which one cannot say a priori if they are related to the riots.

typically, in France, 80 to 100 burnt cars every day, all year long.

Les émeutes de 2005 : observations

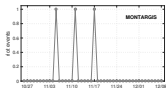
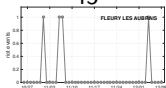
Source= [rapports journaliers de police](#).

On regarde le **nombre d'événements** disponible pour chaque jour sur la période de 3 semaines, pour chaque commune relevant de la police.

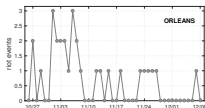
(données du 26 oct au 8 décembre)

Communes du

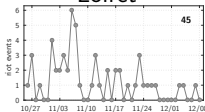
45



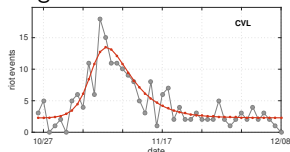
Orléans



Loiret



Région Centre-Val de Loire



Modélisation mathématique d'une épidémie

situation la plus simple : modèle SIR, épidémie locale, sans diffusion spatiale

exemple : épidémie de rougeole dans une école,

où chaque enfant peut être en contact avec n'importe quel autre enfant



Susceptible
susceptible



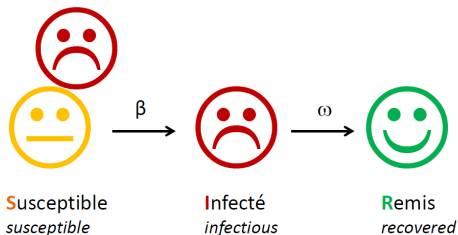
Infecté
infectious



Remis
recovered

Modélisation

situation la plus simple : modèle SIR



paramètres :

susceptibilité (probabilité d'être contaminé si en contact avec une personne infectieuse)

taux de guérison

date de la première contamination

taille de la population de susceptibles

Modélisation

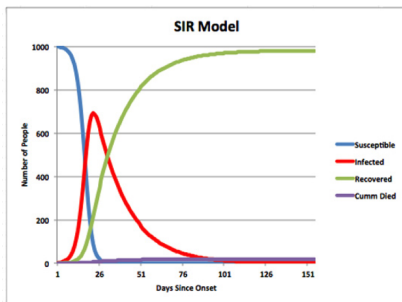
situation la plus simple : modèle SIR

→ équations mathématiques donnant l'évolution au cours du temps des nombres d'individus susceptibles, infectés, remis.

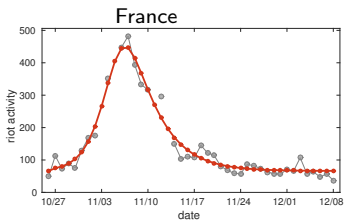
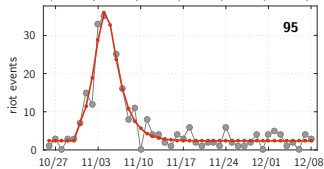
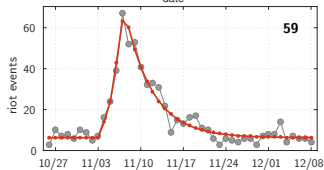
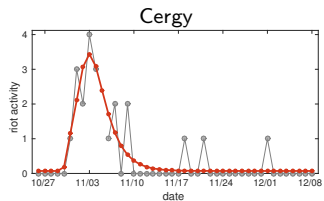
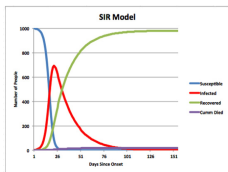
Résolution numérique (sur ordinateur) des équations

bleu : nombre de susceptibles ; *vert* : nombre d'individus guéris

rouge : nombre d'individus infectés



nombre de jours depuis le début de l'épidémie

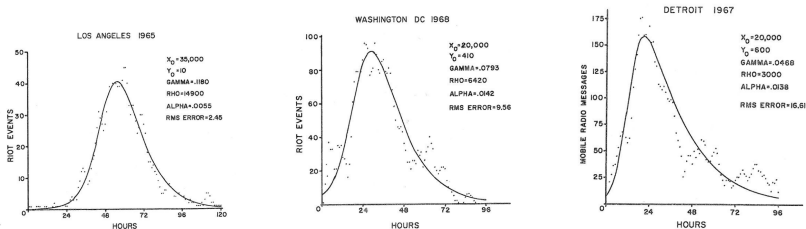


Modélisation de la contagion

modélisation épidémiologique

S L Burbeck, W J Raine and M J A Stark, 1978

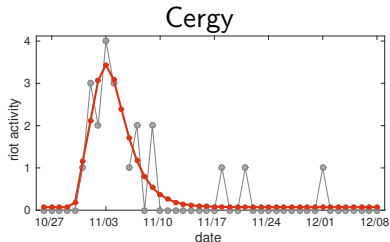
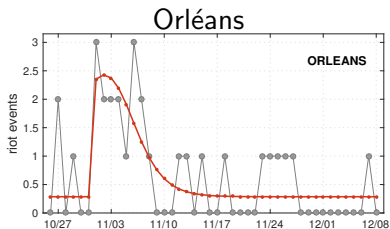
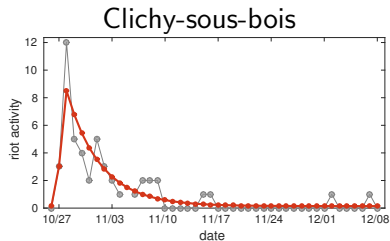
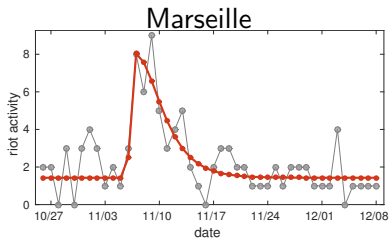
Los Angeles (1965), Detroit (1967), and Washington, D.C., (1968) riots.



‘‘Une nouvelle approche de l’étude des émeutes urbaines à grande échelle a conduit à la découverte de *patterns* (structures, formes) remarquablement cohérents dans le déroulement des émeutes au cours du temps. Ces observations pour trois émeutes majeures suggèrent que la dynamique de la propagation du comportement émeutier peut être comparée avec succès à celle des épidémies classiques’’

‘‘Nous conceptualisons donc les émeutes comme des **épidémies comportementales**.’’

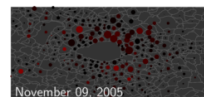
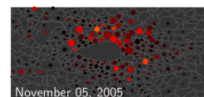
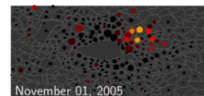
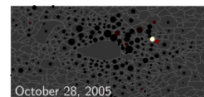
Modélisation épidémiologique séparément pour chaque commune



modèle spécifique pour chaque commune
= lissage des données
→ visualisation de la vague autour de Paris

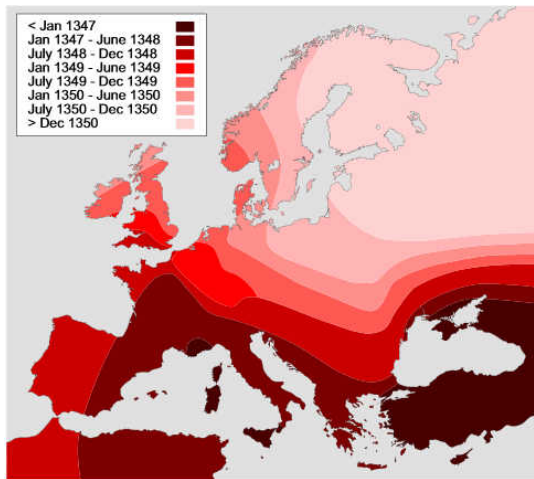
video

instantannés : une image tous les 4 jours



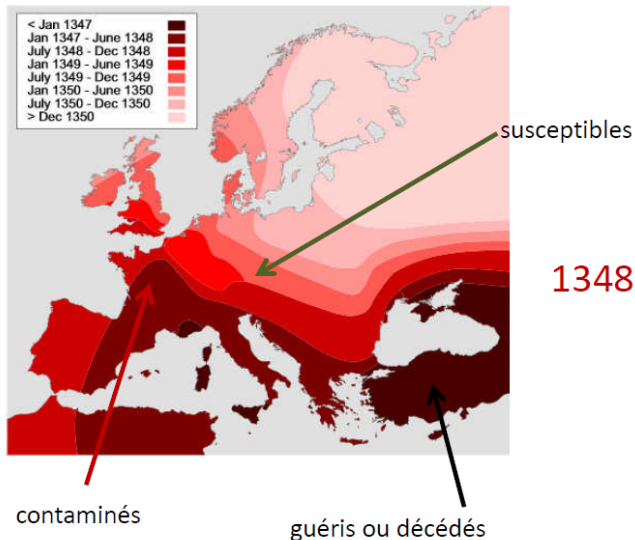
Propagation, diffusion spatiale

Peste noire, 14ème siècle



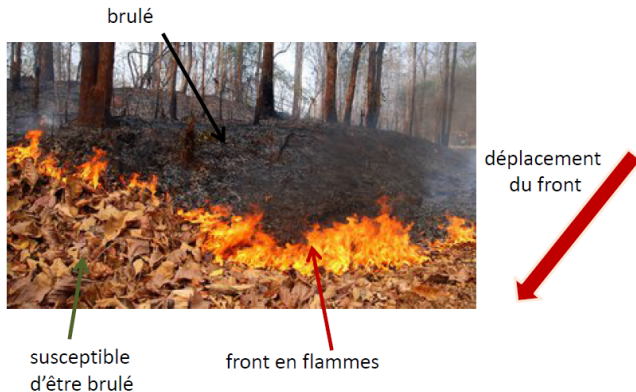
Propagation, diffusion spatiale

Peste noire, 14ème siècle



Propagation, diffusion spatiale

Feu de forêt - front de propagation



Propagation, diffusion spatiale

La Ola



Contagion locale et non locale

Un modèle global avec peu de paramètres (de l'ordre de 10)

SIR spatial (sans déplacement d'individus) : contagion à l'intérieur des villes et de ville à ville. Ingrédients :

Un unique 'choc', à Clichy-sous-Bois, à la date du 27 octobre.

Probabilité de se joindre à l'émeute : dépend de l'ensemble des événements sur tout le pays, mais avec une pondération qui décroît avec la distance géographique – plus cela se passe près de chez soi, plus on se sent concerné, et/ou plus il est probable d'être en contact avec des émeutiers, ou de voir une émeute en cours.

Quitter l'émeute : taux constant. Une fois qu'on est sorti, on ne re-rentre pas.

Population des susceptibles : les émeutes émergent dans les quartiers les plus pauvres. Calibration du modèle : données INSEE sur l'importance de tels quartiers. Proxy : population des jeunes hommes de 16 à 24 ans, sans diplôme, sans emploi, et ne suivant pas une formation.

→ **ensemble d'équations couplées** décrivant le déroulement temporel des émeutes : nombre attendus de faits, pour chaque ville, chaque jour de la période de 3 semaines.

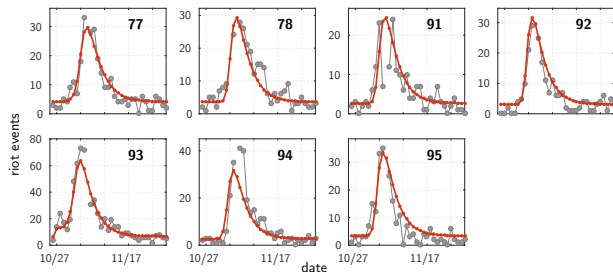
Comparaison avec les données : la vague autour de Paris

Île de France : 1280 communes. Données disponibles pour les 462 communes dépendant de la police – parmi elles, 287 sont mentionnées dans la base pour au moins un événement.

Modèle avec un total de **8 paramètres libres**.

Calibration du modèle : **dynamique générée pour les 1280 communes (2560 équations couplées)**, les 8 paramètres sont **adaptés à partir des données sur les 462 communes** pour lesquelles nous avons des données.

Figures : résultats agrégés par départements.



Comparaison avec les données : la vague autour de Paris

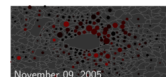
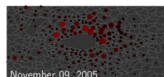
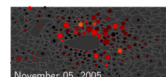
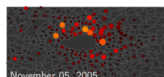
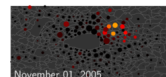
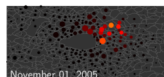
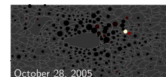
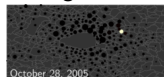
Echelle des communes

video

*instantannés :
une image tous les 4 jours*

modèle global

données lissées

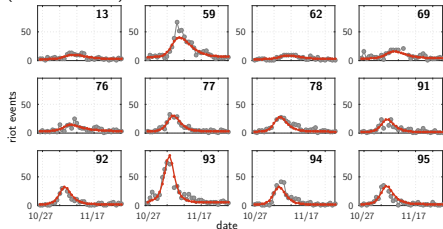


rappel, données lissées : cf vidéo précédent

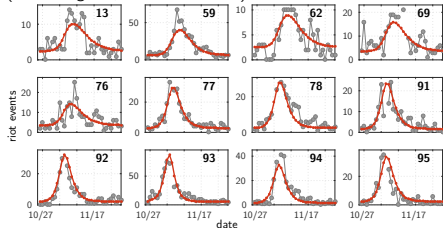
Comparaison avec les données : la vague à travers tout le pays

Figures : départements présentant le plus grand nombre de faits

(échelle absolue)



(mêmes figures, échelles relatives)



Problème computationnel : plus de 36000 communes

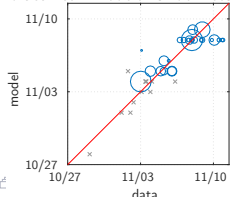
en France ! En conséquence :

modèle à l'échelle des
départements

2×93 équations couplées

Ici **9 paramètres libres**, avec des valeurs
spécifiques de susceptibilité β pour 3
départements : 93, 62 et 13.

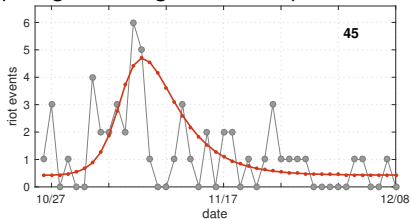
date du max d'activité : modèle vs. données



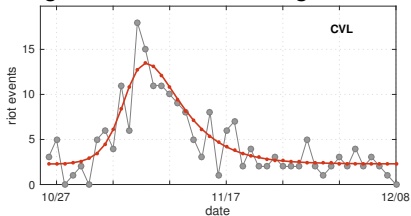
Comparaison avec les données

la vague dans le Loiret

passage de la vague dans le département 45



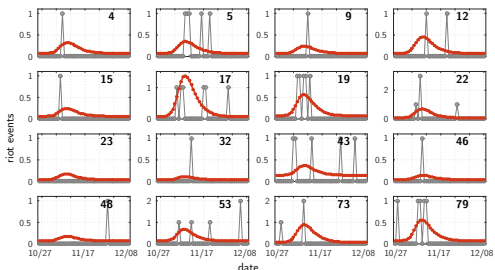
passage de la vague vue à l'échelle de la région Centre-Val de Loire



Comparaison avec les données : la vague à travers tout le pays

Départements présentant très peu d'événements

Même lorsque le nombre d'événements est très faible, la vague est correctement prévue, arrivant avec une très faible amplitude et à la bonne date.



Résultat **statistiquement significatif** pour “très peu d'événements” = le nombre d'événements par jour ne dépasse pas une valeur seuil aussi faible que deux. Cette significativité augmente si on augmente le nombre seuil d'événements choisi pour définir les sites mineurs.

Discussion & Perspectives

- ▶ '**vague**' : sens mathématique précis, et visualisation ▶ cf. les vidéos
- ▶ la géographie compte : influences fonction de la proximité géographique mais aussi, influences à longue distance : proximité socio-culturelle
- ▶ données disponibles pour les communes dépendant de la police – prédictions du modèle pour les autres communes, celles relevant de la gendarmerie ? ▶ voir ici
- ▶ fin des émeutes : effet de la météo ? (décroissance globale en parallèle avec une décroissance globale de la température) - résultats préliminaires : non !
- ▶ fin des émeutes : rôle des forces de police ? arrestations?
- ▶ nature spécifique et intensité des événements ? (i.e. véhicules brûlés, confrontations avec la police...)
- ▶ modélisation des interactions medias/émeutes : couverture des émeutes par les medias et influence des medias sur les émeutes

Aspects techniques/mathématiques :

- ▶ statistique des nombres d'événements ▶ ici
- ▶ intervalles de confiance ▶ ici
- ▶ analyse mathématique

Collaboration pluridisciplinaire

Ref. : Scientific Reports, 8 janv. 2018 (<http://rdcu.be/EiXe>)



▶ Sebastian Roché (CNRS - PACTE, Grenoble)

Sociologie



▶ Marie-Aude Depuiset (Univ. Lille)

Sociologie



▶ Laurent Bonnasse-Gahot (EHESS - CAMS, Paris)

Informatique, Science des données



▶ Henri Berestycki (EHESS - CAMS, Paris)

Mathématiques



▶ Nancy Rodriguez (Dep. of Maths., UNC, Chapel Hill)

Mathématiques



▶ Mirta B. Gordon (CNRS - LIG, Grenoble)

Physique

▶ JPN

Physique

Soutiens financiers

- ▶ projet DyXi financé par l'Agence Nationale de la Recherche (ANR)
→ constitution de la base de données à partir des fiches de police
- ▶ projet PAIX, financé par le programme interdisciplinaire du CNRS (PEPS) "HuMain"
- ▶ projet DARCI, financé par le programme interdisciplinaire du CNRS (PEPS) "MoMIS".
- ▶ European Advanced research grant, ERC Readi (resp. : Henri Berestycki)

Appendices

ZUS

▶ France

- ▶ RMI / 100 habitant = 3.63
- ▶ Chômage = 9.8%
- ▶ < 20 ans = 25%

▶ France métropolitaine, communes ayant une ZUS

- ▶ Chômage = 10.3%
- ▶ taux de criminalité/ 1000 hab. = 65.6

▶ Seine-St-Denis (93)

- ▶ RMI / 100 habitant = 7.1
- ▶ Chômage = 13.9%
- ▶ < 20 ans = 29.2%

▶ ZUS

- ▶ Chômage = 20.7 %
- ▶ Chômage (15-25 ans) = 36-40%
- ▶ taux de criminalité/ 1000 hab. = 68

Les émeutes de 2005 touchent les quartiers sensibles

En 2005, 36 570 communes (en métropole),
dont 470 ont au moins une *Zone Urbaine Sensible* (ZUS).

859 communes touchées par les émeutes,
parmi elles 382 ont une ZUS.

Donc

81% des communes avec ZUS sont touchées,

45% des communes touchées par les émeutes ont une ZUS

Nombre total d'événements : 6577,

dont 4909, soit 75%, dans une communes avec ZUS.

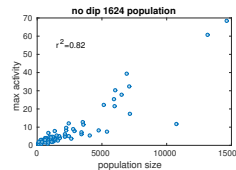
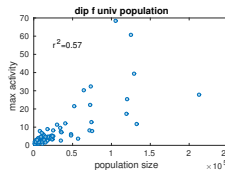
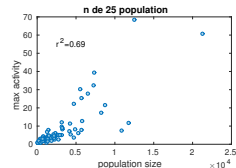
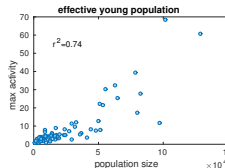
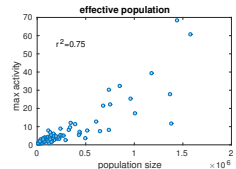
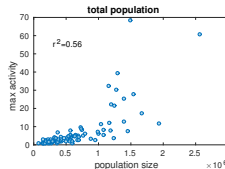
▸ retour

Population sizes

Maximum of rioting activity vs. the size of specific populations in the rioting municipalities, aggregated per departement:

total population; population of less than 25 year old citizen; population of women having a university diploma; population of males aged between 16 and 24 with no diploma while not attending school...

Best correlation is found for the population of males aged between 16 and 24 with no diploma while not attending school (reference population labelled `nodip_1624` in the following)



Population sizes

Paris area, qualitative comparison:

top, map of the number of women with university diploma

middle, map of the population of males aged between 16 and 24 with no diploma while not attending school

bottom: map of the total rioting activity

Paris city is the large grey domain at the center. The maps take into account all municipalities, around Paris, under police authority for which rioting data are available. The others (under 'gendarmarie' authority, mostly not strongly urbanized) are not shown (grey parts of the maps).

