



**HAL**  
open science

# Le véhicule autonome dans les discours médiatisés : présentation des méthodes d'analyse d'articles de presse et de tweets

Frédérique Bordignon

## ► To cite this version:

Frédérique Bordignon. Le véhicule autonome dans les discours médiatisés : présentation des méthodes d'analyse d'articles de presse et de tweets. 2021. hal-03506806

**HAL Id: hal-03506806**

**<https://enpc.hal.science/hal-03506806>**

Submitted on 2 Jan 2022

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Le **véhicule autonome** dans les discours médiatisés :

présentation des **méthodes** d'analyse  
d'articles de presse et de tweets

Sur l'usage de méthodes quantitatives pour l'analyse de données qualitatives  
15 décembre 2021

Frédérique BORDIGNON



# Projet VACOM : Véhicule Autonome Comme Objet Médiatique, scientifique et social

---

*Gaële Lesteven, Mariane Thébert, Virginie Boutueil (LVMT)  
& Delphine Du Pasquier, Frédérique Bordignon (DirDoc ENPC)*

## **) Commande de la DGITM**

- image du VA auprès du grand public
- attentes/incertitudes qui imprègnent la société dans la phase de pré-diffusion du véhicule autonome (VA)

## **) Contribution du LVMT**

- analyse de la construction des représentations à travers les mises en scène médiatiques
- enjeux associés à la diffusion de la conduite autonome
- (analyse de la littérature scientifique produite dans les colloques annuels TRB)

# Cerner les représentations du VA qui se diffusent dans la société civile

---

## Des représentations :

### › portées par la **presse écrite**

- généraliste et spécialisée
- locale et régionale
- francophone et anglophone

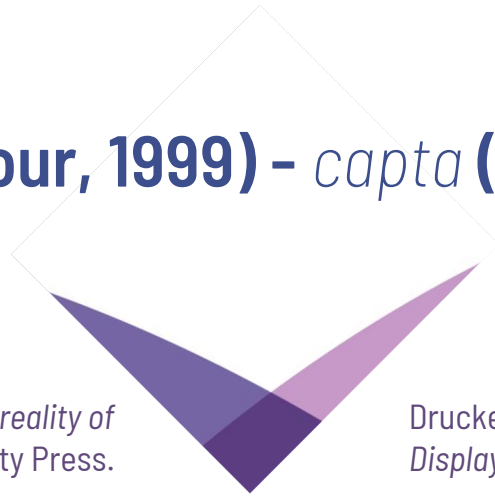
### › relayées sur **Twitter et dans des blogs**



# Un projet de veille pour

# **obtenir / capter** des données

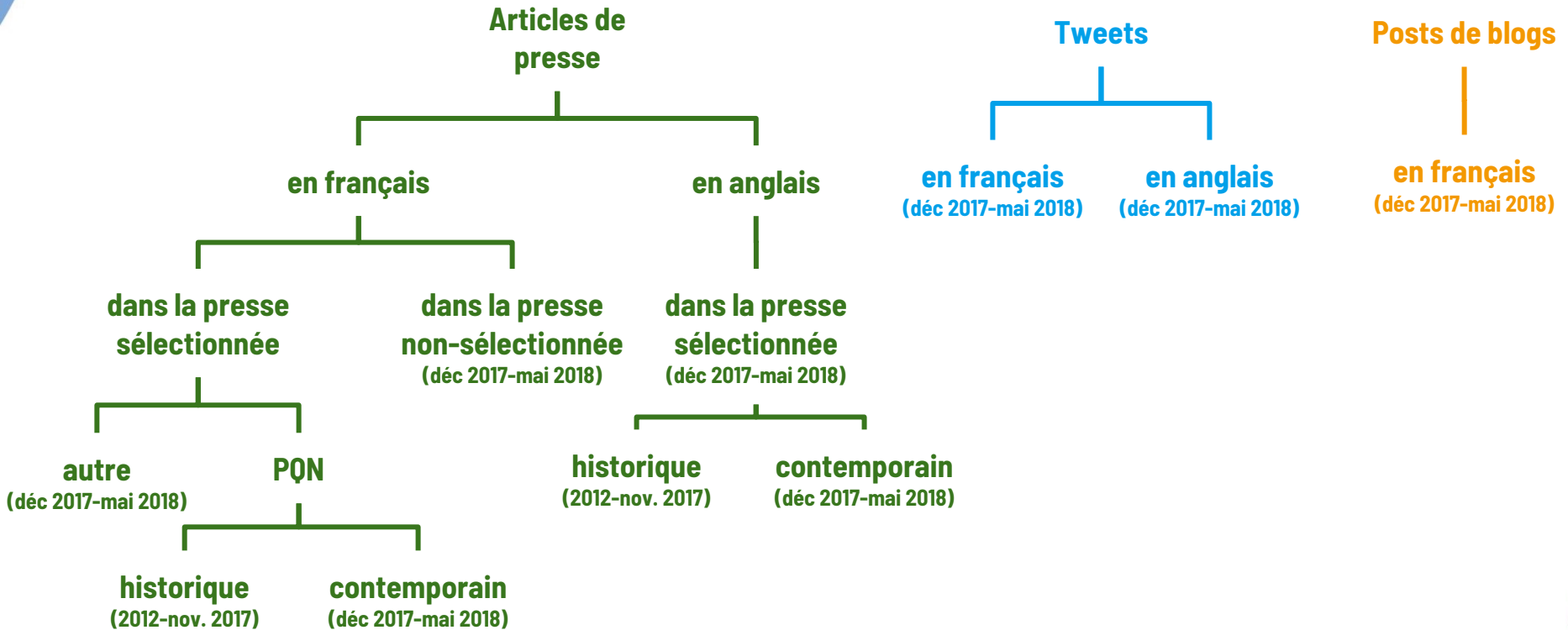
*obtenues* (**Latour, 1999**) - *capta* (**Drucker, 2011**)



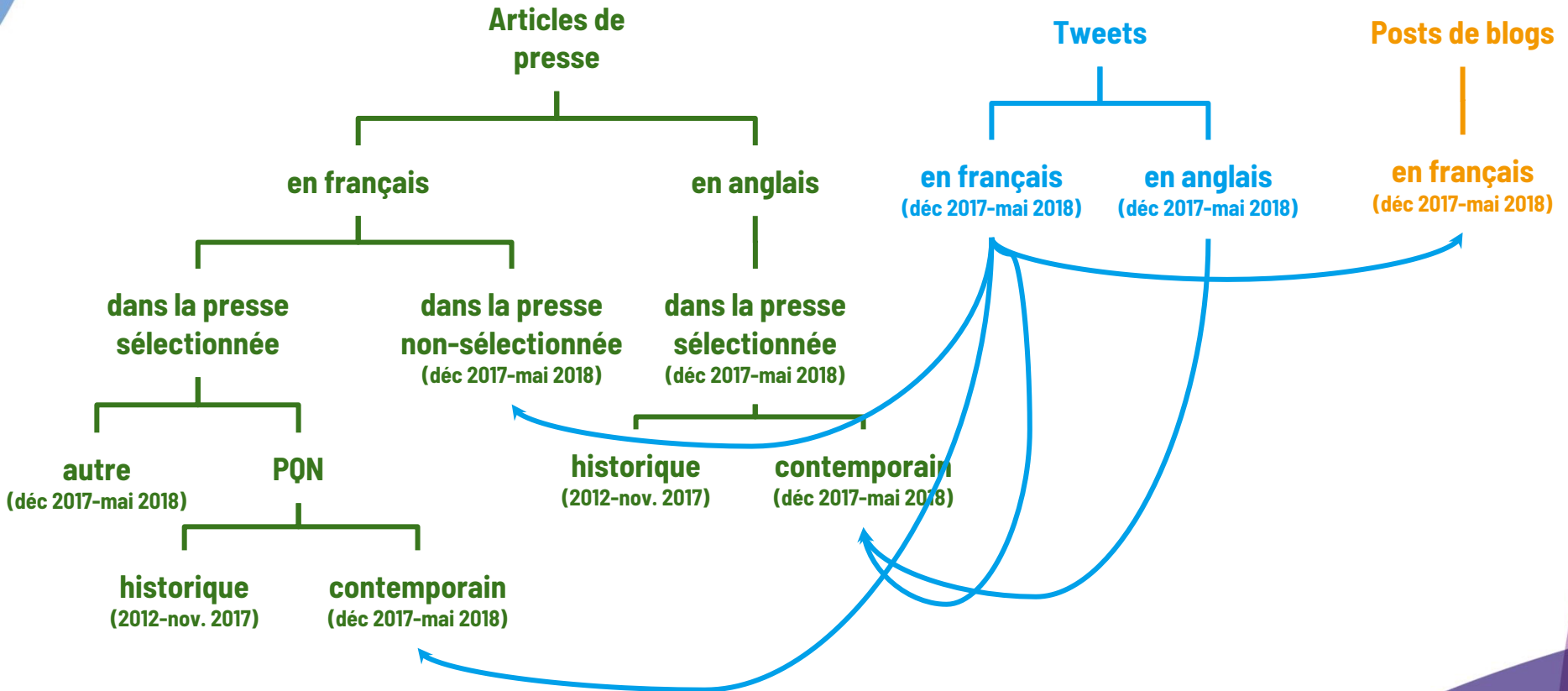
Latour, B. (1999). *Pandora's hope: essays on the reality of science studies*. Cambridge, Mass: Harvard University Press.

Drucker, J. (2011). *Humanities Approaches to Graphical Display*. *Digital Humanities Quarterly*, 5(1).

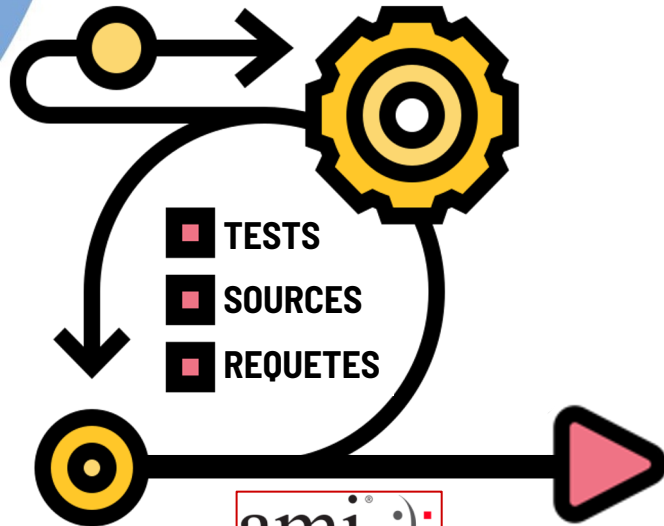
# Corpus textuels cibles



# Corpus textuels cibles



# Un outil de veille central, un paramétrage humain fin



ami  
ENTERPRISE INTELLIGENCE SOFTWARE

DOW JONES  
FACTIVA

EUROPRESSE  
UNE SOLUTION DE CISION



## Presse sélectionnée francophone Presse quotidienne nationale (PQN)

La Croix, La Tribune, Le Figaro, Le Monde,  
Les Echos, Libération

## Presse hebdomadaire (PH)

Challenges, L'Express, Le Point, Marianne,  
NouvelObs

## Presse mensuelle (PM)

Capital, Sciences et Avenir

## Presse quotidienne régionale (PQR)

La Dépêche, La Voix du Nord, Le Dauphiné, Le  
Parisien, Le Progrès, Ouest-France, Sud-Ouest

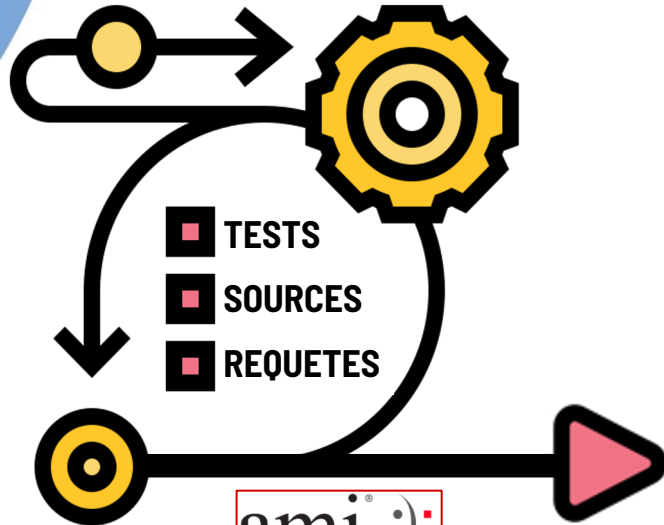
## Presse spécialisée (PS)

Auto Moto, Auto Plus, Auto-Journal,  
La Gazette des Communes, Le Moniteur,  
Usine Nouvelle, VRT

## Presse sélectionnée anglophone Presse quotidienne nationale (PQN)

The Daily Mail (UK), The Guardian (UK),  
The New York Times (US)

# Un outil de veille central, un paramétrage humain fin



- TESTS
- SOURCES
- REQUETES



## Requête pour la presse et les blogs francophones

("véhicule autonome"~5 OR "véhicule automatique"~5 OR "véhicule sans conducteur" OR "véhicule automatisé"~5 OR "voiture autonome"~5 OR "voiture automatique"~5 OR "voiture sans conducteur" OR "voiture automatisée"~5 OR "conduite autonome"~5 OR "conduite automatique"~5 OR "conduite sans conducteur" OR "conduite automatisée"~5 OR "taxi autonome"~5 OR "taxi automatique"~5 OR "taxi sans conducteur" OR "taxi automatisé"~5 OR "navette autonome"~5 OR "navette automatique"~5 OR "navette sans conducteur"~10 OR "navette automatisée"~5 OR "bus autonome"~5 OR "bus automatique"~5 OR "bus sans conducteur" OR "bus automatisé"~5 OR "camion autonome"~5 OR "camion automatique"~5 OR "camion sans conducteur" OR "camion automatisé"~5 OR "avion autonome"~5 OR "avion automatique"~5 OR "avion sans pilote" OR "avion automatisé"~5 OR "hélicoptère autonome"~5 OR "hélicoptère automatique"~5 OR "hélicoptère sans pilote" OR "hélicoptère automatisé"~5) OR robotaxi OR "robot taxi"

## Requête pour les tweets en français

((véhicule OR voiture OR conduite OR taxi OR navette OR bus OR camion OR hélicoptère OR avion) AND (autonome OR automatique OR "sans conducteur" OR automatisé)) OR robotaxi OR "robot taxi"

## Requête pour Google Actu en français

((véhicule OR voiture OR taxi OR navette OR bus OR avion OR hélicoptère) AND (autonome OR "conduite autonome" OR "conduite automatisée" OR "sans conducteur" OR automatisé)) OR robotaxi OR "robot taxi" NOT ("h/f" OR "ParuVendu" OR "auto.de" OR "AutoScout24" OR "Imprimer l'annonce" OR "petite annonce").

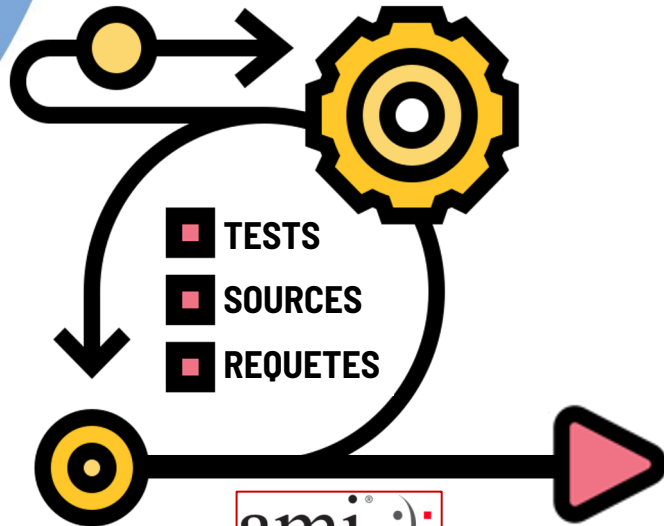
## Requête pour les tweets en anglais

(autonomous OR automated OR driverless OR "self-driving") AND (vehicle OR car OR shuttle OR bus OR taxi) OR "robot taxi" OR "robot cab" OR "robo-taxi" OR "robo-cab" OR robotaxi OR robocab

## Requête pour la presse anglophone

((vehicle\* OR car OR cars OR shuttle\* OR bus OR taxi\* OR helicopter\* OR plane\*)/N4/ (autonomous OR automated OR driverless OR "self-driving" OR "automated driving")) OR "robot taxi" OR "robot cab" OR "robo-taxi" OR "robo-cab" OR robotaxi\* OR robocab\*

# Un outil de veille central, un paramétrage humain fin



## Requête pour la presse et les blogs francophones

("véhicule autonome"~5 OR "véhicule automatique"~5 OR "véhicule sans conducteur" OR "véhicule automatisé"~5 OR "voiture autonome"~5 OR "voiture automatique"~5 OR "voiture sans conducteur" OR "voiture automatisée"~5 OR "conduite autonome"~5 OR "conduite automatique"~5 OR "conduite sans conducteur" OR "conduite automatisée"~5 OR "taxi autonome"~5 OR "taxi automatique"~5 OR "taxi sans conducteur" OR "taxi automatisé"~5 OR "navette autonome"~5 OR "navette automatique"~5 OR "navette sans conducteur"~10 OR "navette automatisée"~5 OR "bus autonome"~5 OR "bus automatique"~5 OR "bus sans conducteur" OR "bus automatisé"~5 OR "camion autonome"~5 OR "camion automatique"~5 OR "camion sans conducteur" OR "camion automatisé"~5 OR "avion autonome"~5 OR "avion automatique"~5 OR "avion sans pilote" OR "avion automatisé"~5 OR "hélicoptère autonome"~5 OR "hélicoptère automatique"~5 OR "hélicoptère sans pilote" OR "hélicoptère automatisé"~5) OR robotaxi OR "robot taxi"

## Requête pour les tweets en français

((véhicule OR voiture OR conduite OR taxi OR navette OR bus OR camion OR hélicoptère OR avion) AND (autonome OR automatique OR "sans conducteur" OR automatisé)) OR robotaxi OR "robot taxi"

## Requête pour Google Actu en français

((véhicule OR voiture OR taxi OR navette OR bus OR avion OR hélicoptère) AND (autonome OR "conduite autonome" OR "conduite automatisée" OR "sans conducteur" OR automatisé)) OR robotaxi OR "robot taxi" NOT ("h/f" OR "ParuVendu" OR "auto.de" OR "AutoScout24" OR "Imprimer l'annonce" OR "petite annonce").

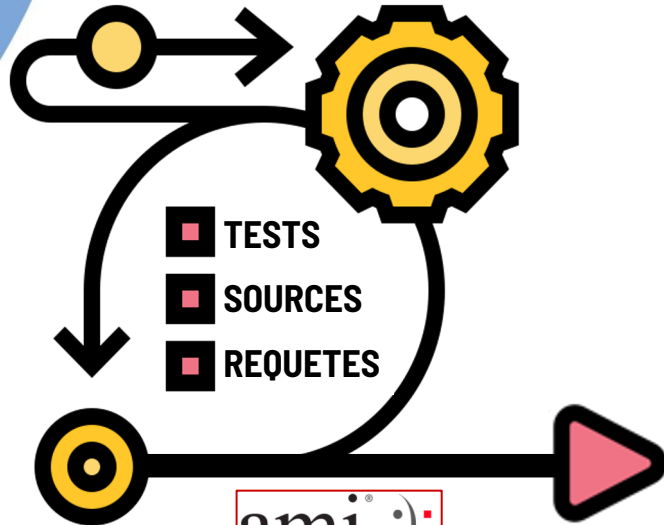
## Requête pour les tweets en anglais

(autonomous OR automated OR driverless OR "self-driving") AND (vehicle OR car OR shuttle OR bus OR taxi) OR "robot taxi" OR "robot cab" OR "robo-taxi" OR "robo-cab" OR robotaxi OR robocab

## Requête pour la presse anglophone

((vehicle\* OR car OR cars OR shuttle\* OR bus OR taxi\* OR helicopter\* OR plane\*)/N4/ (autonomous OR automated OR driverless OR "self-driving" OR "automated driving")) OR "robot taxi" OR "robot cab" OR "robo-taxi" OR "robo-cab" OR robotaxi\* OR robocab\*

# Un outil de veille central, un paramétrage humain fin



- TESTS
- SOURCES
- REQUETES



## Requête pour la presse et les blogs francophones

("véhicule autonome"~5 OR "véhicule automatique"~5 OR "véhicule sans conducteur" OR "véhicule automatisé"~5 OR "voiture autonome"~5 OR "voiture automatique"~5 OR "voiture sans conducteur" OR "voiture automatisée"~5 OR "conduite autonome"~5 OR "conduite automatique"~5 OR "conduite sans conducteur" OR "conduite automatisée"~5 OR "taxi autonome"~5 OR "taxi automatique"~5 OR "taxi sans conducteur" OR "taxi automatisé"~5 OR "navette autonome"~5 OR "navette automatique"~5 OR "navette sans conducteur"~10 OR "navette automatisée"~5 OR "bus autonome"~5 OR "bus automatique"~5 OR "bus sans conducteur" OR "bus automatisé"~5 OR "camion autonome"~5 OR "camion automatique"~5 OR "camion sans conducteur" OR "camion automatisé"~5 OR "avion autonome"~5 OR "avion automatique"~5 OR "avion sans pilote" OR "avion automatisé"~5 OR "hélicoptère autonome"~5 OR "hélicoptère automatique"~5 OR "hélicoptère sans pilote" OR "hélicoptère automatisé"~5) OR robotaxi OR "robot taxi"

## Requête pour les tweets en français

((véhicule OR voiture OR conduite OR taxi OR navette OR bus OR camion OR hélicoptère OR avion) AND (autonome OR automatique OR "sans conducteur" OR automatisé)) OR robotaxi OR "robot taxi"

## Requête pour Google Actu en français

((véhicule OR voiture OR taxi OR navette OR bus OR avion OR hélicoptère) AND (autonome OR "conduite autonome" OR "conduite automatisée" OR "sans conducteur" OR automatisé)) OR robotaxi OR "robot taxi" NOT ("h/f" OR "ParuVendu" OR "auto.de" OR "AutoScout24" OR "Imprimer l'annonce" OR "petite annonce").

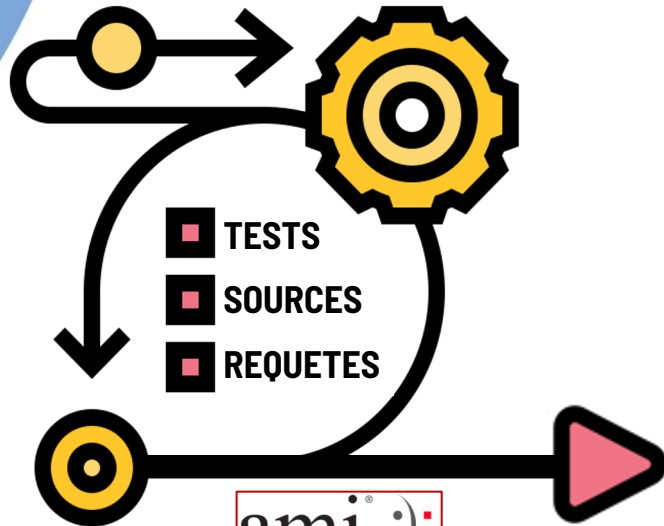
## Requête pour les tweets en anglais

(autonomous OR automated OR driverless OR "self-driving") AND (vehicle OR car OR shuttle OR bus OR taxi) OR "robot taxi" OR "robot cab" OR "robo-taxi" OR "robo-cab" OR robotaxi OR robocab

## Requête pour la presse anglophone

((vehicle\* OR car OR cars OR shuttle\* OR bus OR taxi\* OR helicopter\* OR plane\*)/N4/ (autonomous OR automated OR driverless OR "self-driving" OR "automated driving")) OR "robot taxi" OR "robot cab" OR "robo-taxi" OR "robo-cab" OR robotaxi\* OR robocab\*

# Un outil de veille central, un paramétrage humain fin



## Requête pour la presse et les blogs francophones

("véhicule autonome"~5 OR "véhicule automatique"~5 OR "véhicule sans conducteur" OR "véhicule automatisé"~5 OR "voiture autonome"~5 OR "voiture automatique"~5 OR "voiture sans conducteur" OR "voiture automatisée"~5 OR "conduite autonome"~5 OR "conduite automatique"~5 OR "conduite sans conducteur" OR "conduite automatisée"~5 OR "taxi autonome"~5 OR "taxi automatique"~5 OR "taxi sans conducteur" OR "taxi automatisé"~5 OR "navette autonome"~5 OR "navette automatique"~5 OR "navette sans conducteur"~10 OR "navette automatisée"~5 OR "bus autonome"~5 OR "bus automatique"~5 OR "bus sans conducteur" OR "bus automatisé"~5 OR "camion autonome"~5 OR "camion automatique"~5 OR "camion sans conducteur" OR "camion automatisé"~5 OR "avion autonome"~5 OR "avion automatique"~5 OR "avion sans pilote" OR "avion automatisé"~5 OR "hélicoptère autonome"~5 OR "hélicoptère automatique"~5 OR "hélicoptère sans pilote" OR "hélicoptère automatisé"~5) OR robotaxi OR "robot taxi"

## Requête pour les tweets en français

((véhicule OR voiture OR conduite OR taxi OR navette OR bus OR camion OR hélicoptère OR avion) AND (autonome OR automatique OR "sans conducteur" OR automatisé)) OR robotaxi OR "robot taxi"

## Requête pour Google Actu en français

((véhicule OR voiture OR taxi OR navette OR bus OR avion OR hélicoptère) AND (autonome OR "conduite autonome" OR "conduite automatisée" OR "sans conducteur" OR automatisé)) OR robotaxi OR "robot taxi") NOT ("h/f" OR "ParuVendu" OR "auto.de" OR "AutoScout24" OR "Imprimer l'annonce" OR "petite annonce")

## Requête pour les tweets en anglais

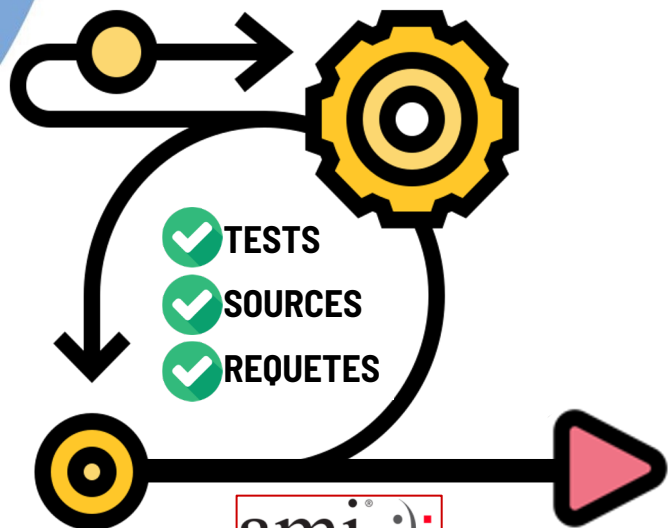
(autonomous OR automated OR driverless OR "self-driving") AND (vehicle OR car OR shuttle OR bus OR taxi) OR "robot taxi" OR "robot cab" OR "robo-taxi" OR "robo-cab" OR robotaxi OR robocab

## Requête pour la presse anglophone

((vehicle OR car OR cars OR shuttle OR bus OR taxi OR helicopter OR plane)/N4/ (autonomous OR automated OR driverless OR "self-driving" OR "automated driving")) OR "robot taxi" OR "robot cab" OR "robo-taxi" OR "robo-cab" OR robotaxi OR robocab

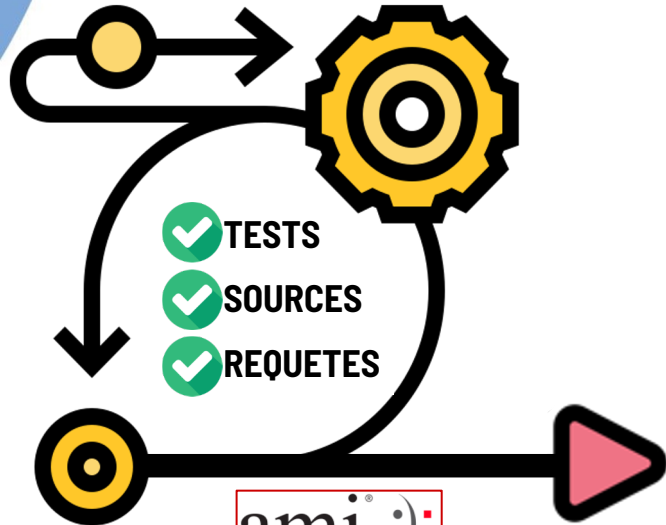


# Un outil de veille central, un paramétrage humain fin

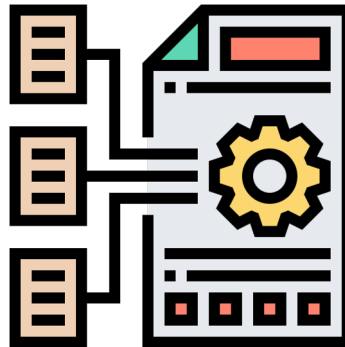


	Français	Anglais
Corpus contemporain de presse	2 618	275
Corpus historique de presse	2 236	1 759
Corpus de Tweets	43 363	106 040
Corpus de posts de blogs	231	-

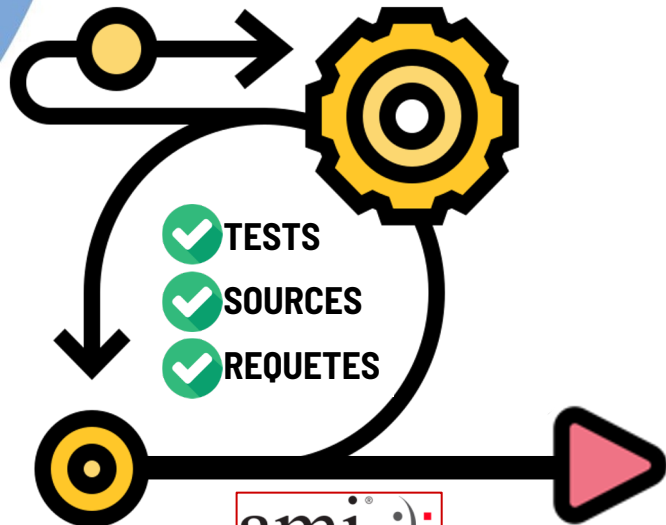
# Un outil de veille central, un paramétrage humain fin



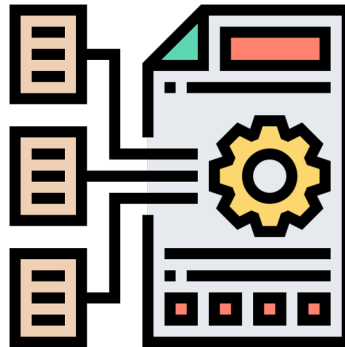
CORPUS  
*dynamique*



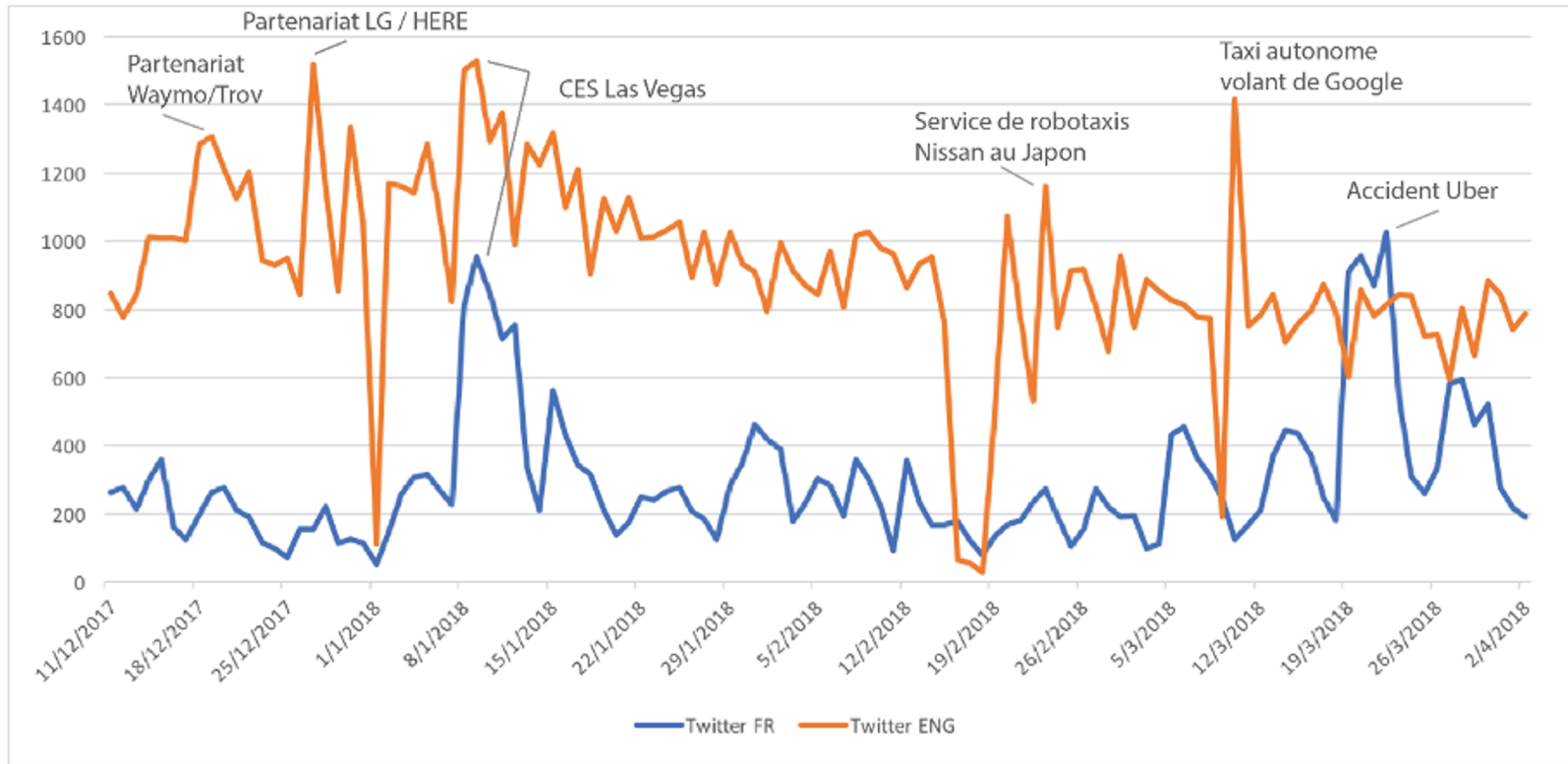
# Un outil de veille central, un paramétrage humain fin



CORPUS  
*dynamique*



# Suivi en direct des événements qui surviennent



# Du qualitatif manuel : tweets à opinion



**Jean Claude Puerto**  
@JCLPuerto

Bien qu'imparfaite, la [#voitureautonome](#) pourrait diminuer par 10 les accidents de la route ! Même imparfait, le partage [#automobile](#) pourrait vous permettre de rouler dans une voiture autonome ! CQFD > [#PartageTaBagnole @zdnfr](#)  
[bit.ly/2HKmPTU](https://bit.ly/2HKmPTU)



**fcharles** 🐱  
@fcharles

Pendant que nous débattons en surface d'un point de réforme de la SNCF, d'autres se chargent de préparer la révolution de la mobilité sans trains et sans chauffeurs [#in lesechos.fr/idees-debats/c...](#)

2:51 PM · 29 avr. 2018 · Twitter for Android



**Nico Popy** @nicolaspopy · 19 avr. 2018

Votre voiture n'a plus de freins :  
A - vous tuez 3 femmes et 1 homme  
B - vous tuez 4 SDF

Jugez votre morale grâce à ce simulateur de dilemmes :  
[moralmachine.mit.edu/hl/fr](http://moralmachine.mit.edu/hl/fr)

Qu'est-ce que la voiture autonome devrait faire?

1 / 13

Dans ce cas, la voiture autonome avec défaillance soudaine de freins va continuer vers l'avant et conduire vers un piéton traversant devant. Ceci conduira à la mort de:

- 2 Femmes
- 1 Femme cadre
- 1 Homme

Notez que les piétons affectés traversaient au feu rouge, bafouant la loi.

Dans ce cas, la voiture autonome avec défaillance soudaine de freins va s'écarter de l'obstacle et percuter une barrière en béton. Ceci conduira à la mort de:

- 4 Sans-abris

Cacher la description

4 3



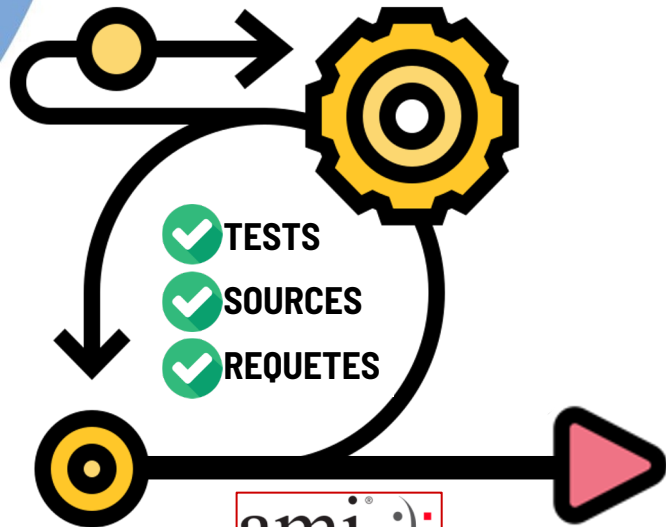
**Shagara**  
@shagara347

En réponse à @nicolaspopy

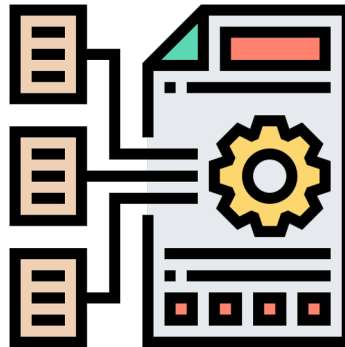
Comment il peut y avoir 4 sans abris dans une voiture autonome ? Perso j'écrase les délinquants qui traversent au rouge

4:38 PM · 19 avr. 2018 · Twitter Web Client

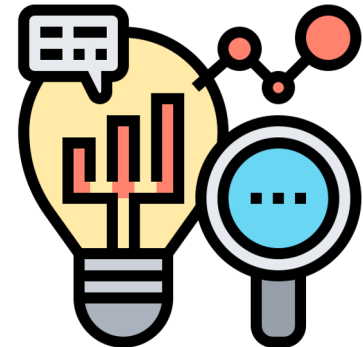
# Analyser : beaucoup d'outils, beaucoup d'humain(s)



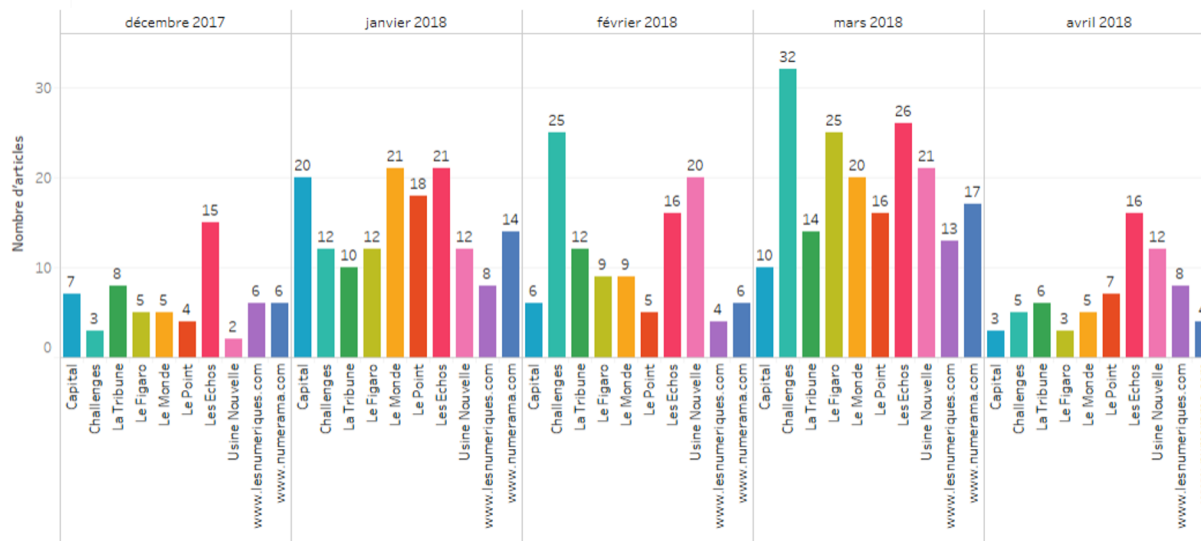
CORPUS  
dynamique



ANALYSE  
semi-automatique



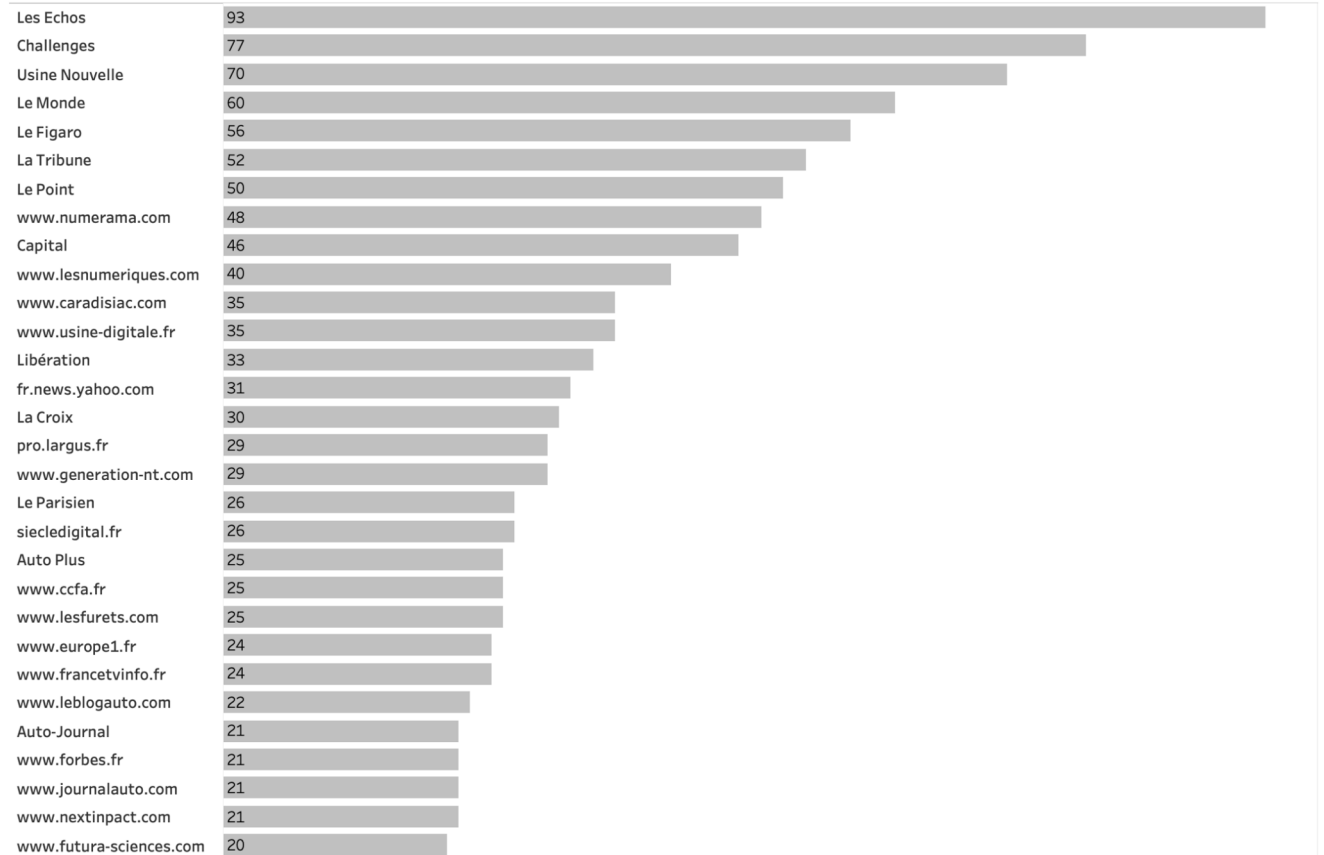
# Données, métadonnées et différents niveaux d'agrégation



Variation d'activité mensuelle des 10 plus gros émetteurs (PR sélectionnée et non-sélectionnée)

# Données, métadonnées et différents niveaux d'agrégation

Sources avec au moins  
20 articles publiés  
sur la période





# Données, métadonnées et différents niveaux d'agrégation

Sources avec au moins  
20 articles publiés  
sur la période

	12 dec-11 janv	12 janv-11 fev	12 fev-11 mars	12 mars-11 avril	12 avril-4 mai
Les Echos	25	17	15	24	12
Challenges	7	16	24	26	4
Usine Nouvelle	4	17	23	16	10
Le Monde	17	14	11	16	2
Le Figaro	14	8	10	20	4
La Tribune	10	14	10	13	5
Le Point	18	8	3	16	5
www.numerama.com	12	11	6	15	4
Capital	18	11	9	7	1
www.lesnumeriques.com	10	7	4	12	7
www.caradisiac.com	12	7	1	13	2
www.usine-digitale.fr	9	6	2	10	8
Libération	12	10	1	8	2
fr.news.yahoo.com	7	6	3	12	3
La Croix	3	4	7	9	7
pro.largus.fr	14	6	3	4	2
www.generation-nt.com	7	7	7	7	1
Le Parisien	8	1	7	10	
siecldigital.fr	4	3	6	9	4
Auto Plus	4	7	4	8	3
www.ccfa.fr	23	2			
www.lesfurets.com	14	2	3	4	2
www.europe1.fr	6	4	3	10	1
www.francetvinfo.fr	8	4	3	8	1
www.leblogauto.com	5	3	4	7	3
Auto-Journal	3	6	7	4	1
www.forbes.fr	5	3	1	8	4
www.journalauto.com	6	6		7	2
www.nextinpact.com	2	6	5	7	1
www.futura-sciences.com	10	1	4	4	1

# Données, métadonnées et différents niveaux d'agrégation

Sources et types de sources avec au moins 20 articles publiés sur la période

## Type de source

- PH
- PM
- PQN
- PQR
- Presse Non sélectionn..
- PS



## Générer encore des données par et pour l'analyse : extraction de termes et d'entités nommées



### *Extraction de termes et d'entités nommées sans les chercher*

L'**accident** survenu aux **Etats-Unis** le 18 mars dernier, impliquant un **véhicule autonome Uber** et un **piéton**, continue de faire grand bruit quant aux **technologies** de **voitures capables de se conduire seules**. En effet, le **Volvo XC90** équipé de cette **technologie**, et destiné au **transport routier** via la plateforme **Uber**, avait été impliqué dans un **accident** avec un **piéton**, que le **SUV** avait percuté de plein fouet dans la nuit.

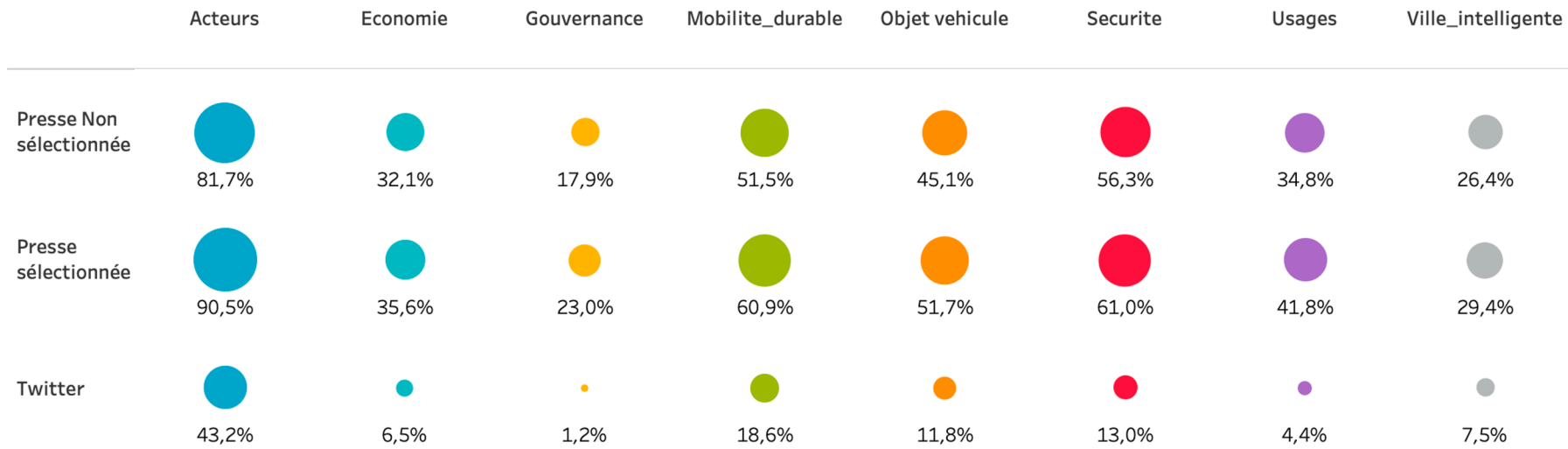
# Générer encore des données par et pour l'analyse : extraction de termes et d'entités nommées -> catégorisation/référentiel

## Qualification manuelle de termes en 8 catégories

- **Acteurs :**
  - assureurs : GMF, Macif, MMA
  - constructeurs automobiles : FiskerOrbit, Daimler, Surefly, Vahana
  - équipementiers : Ingenico, Michelin, Valeo
  - financiers : SoftBank
  - ingénierie conseil : Accenture, Akka
  - institutions : Union des Transports Publics et ferroviaires
  - presse : groupe Challenge
  - transporteurs : Chauffeur Privé, Lyft
  - travaux publics : Vinci autoroute
- **Economie :** filière automobile, constructeurs français
- **Gouvernance :** cadre juridique, Nations-Unies
- **Mobilité durable :** écologie, bus autonome, tramway, voiture décarbonée
- **Objet véhicule :** fenêtres électriques, ordinateur de bord, système autopilot
- **Sécurité :** accident, éthique, perte de contrôle
- **Usages :** émotion, objet connecté, temps libre
- **Ville intelligente :** géolocalisation, route intelligente

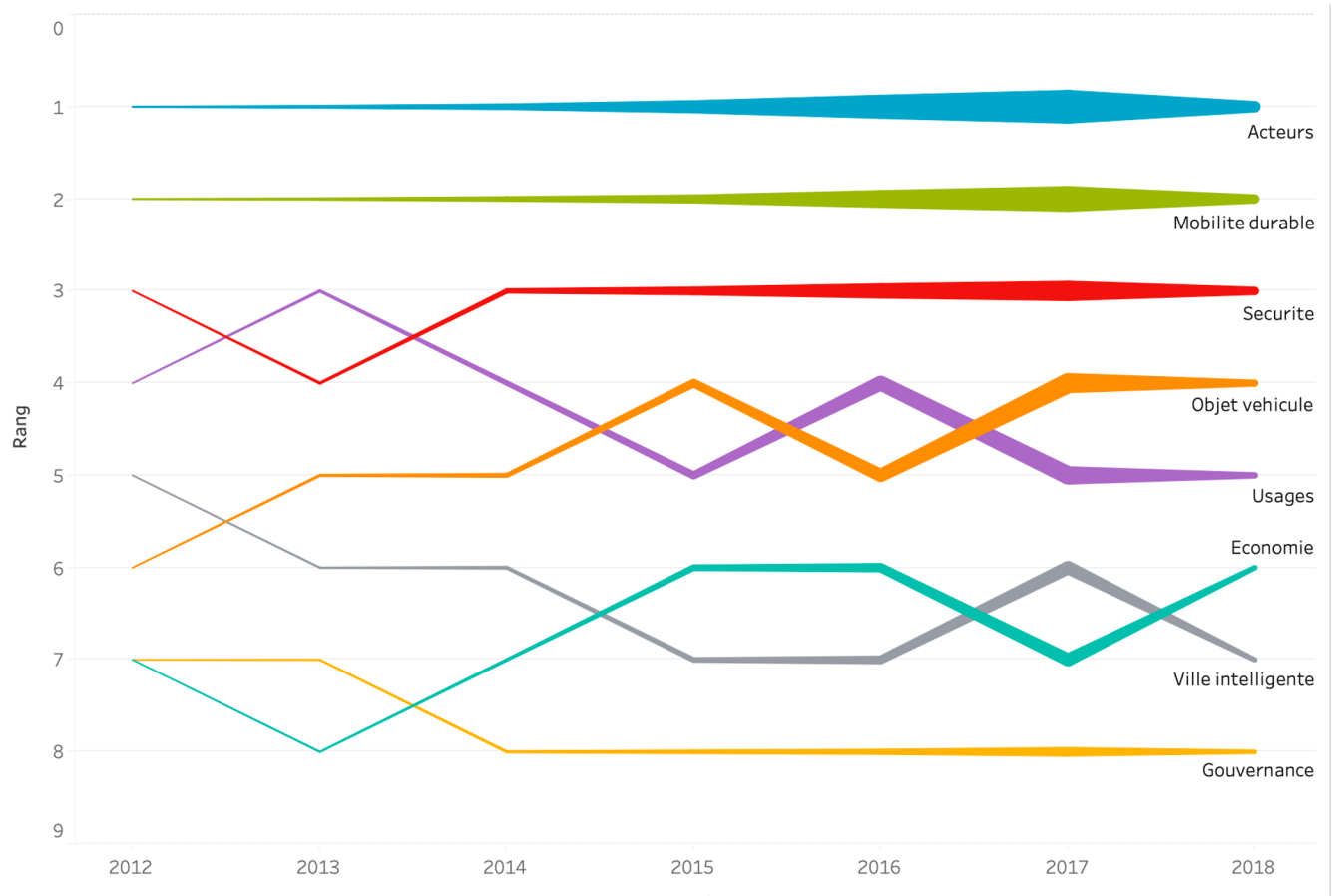
# Croiser des typologies

## Catégories vs sources



On lit ici que 43,2% des tweets évoquent des acteurs, contre 90,5% des articles de Presse Sélectionnée.

# Catégories, temps, volume/rang (nombre d'articles/tweets)



# Générer encore des données par et pour l'analyse : extraction des URLs citées dans les tweets

**E** Les Echos Automobile  
@EchosAuto

Anne-Marie Idrac : « L'acceptabilité du véhicule autonome est fondamentale » [dlvr.it/QSmPX7](https://www.lesechos.fr/2018/05/anne-marie-idrac-lacceptabilite-du-vehicule-autonome-est-fondamentale-990329#xtor=RSS-68)



8:04 AM · 14 mai 2018 · dlvr.it

5 Retweets 1 Citer le Tweet 2 J'aime

**Bertrand Favarel**  
@BFavarel

Des #VoituresAutonomes dès 2020 sur les routes fr : @annemarieidrac présente aujourd'hui les conclusions de sa mission sur le véhicule autonome, en présence de @BrunoLeMaire , @Elisabeth\_Borne et @mounir par @afeitz / #FutureMobility [ow.ly/Nhw530jYMcA](https://ow.ly/Nhw530jYMcA) via @LesEchos



**Élisabeth BORNE**,  
ministre chargée des Transports  
auprès du ministre d'État, ministre de  
la Transition écologique et solidaire

**Bruno LE MAIRE**,  
ministre de l'Économie  
et des Finances

**Mounir MAHJOUBI**,  
secrétaire d'État auprès du  
Premier ministre, chargé  
du Numérique

Paris, le 11 mai 2018

Invitation presse

**Présentation publique du rapport**  
« Développement des véhicules autonomes :  
Orientations stratégiques pour l'action publique »

Avec les ministres :

**Bruno LE MAIRE**,  
ministre de l'Économie et des Finances

**Elisabeth BORNE**,  
ministre auprès du ministre d'État, ministre de la Transition écologique  
et solidaire, chargée des Transports

**Mounir MAHJOUBI**,  
secrétaire d'État auprès du Premier ministre, chargé du Numérique  
et

**Anne-Marie IDRAC**,  
Haute responsable pour la stratégie nationale du développement  
des véhicules autonomes

Le lundi 14 mai 2018, de 15h00 à 17h00  
à l'auditorium de l'Hôtel de Roquette - 244 Boulevard Saint-Germain, Paris

7:57 AM · 14 mai 2018 · Hootsuite

<https://www.lesechos.fr/2018/05/anne-marie-idrac-lacceptabilite-du-vehicule-autonome-est-fondamentale-990329#xtor=RSS-68>

<https://www.lesechos.fr/2018/05/le-gouvernement-veut-faire-rouler-des-vehicules-autonomes-en-france-des-2020-990327>

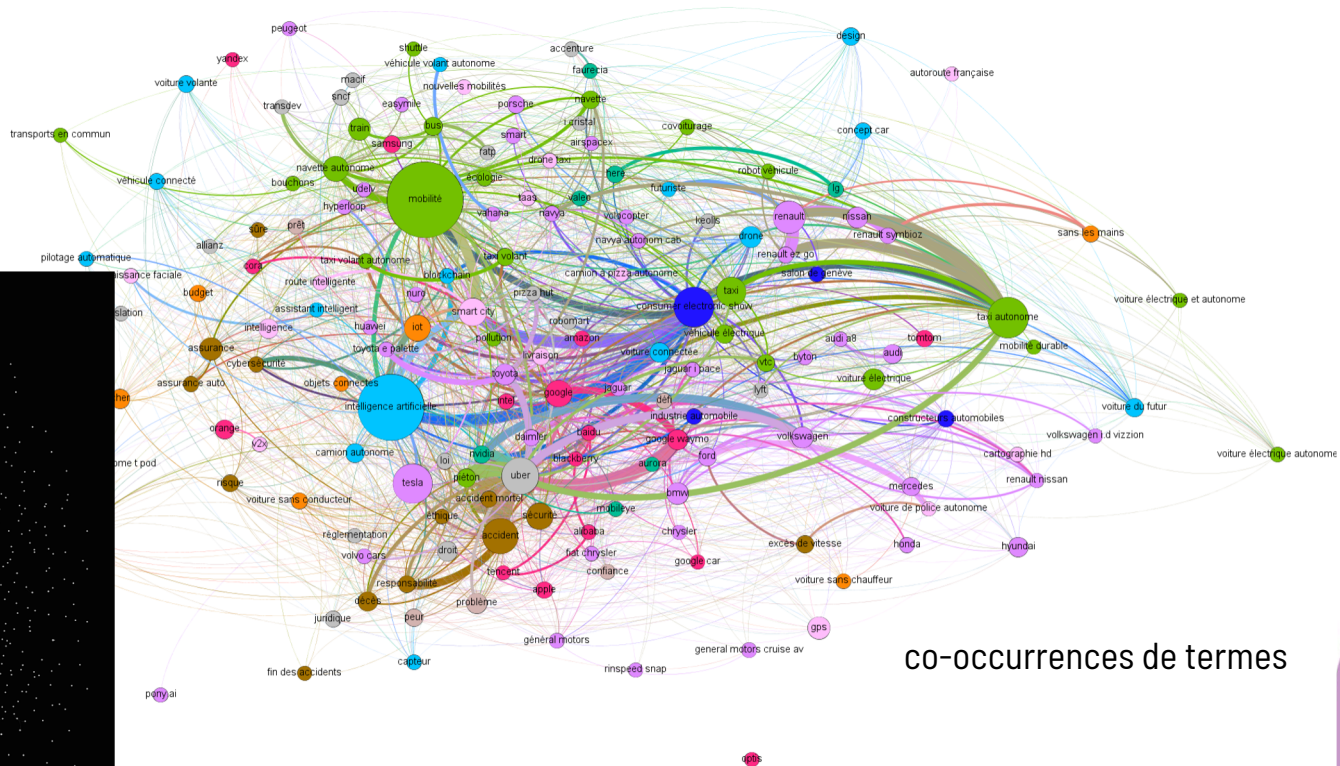
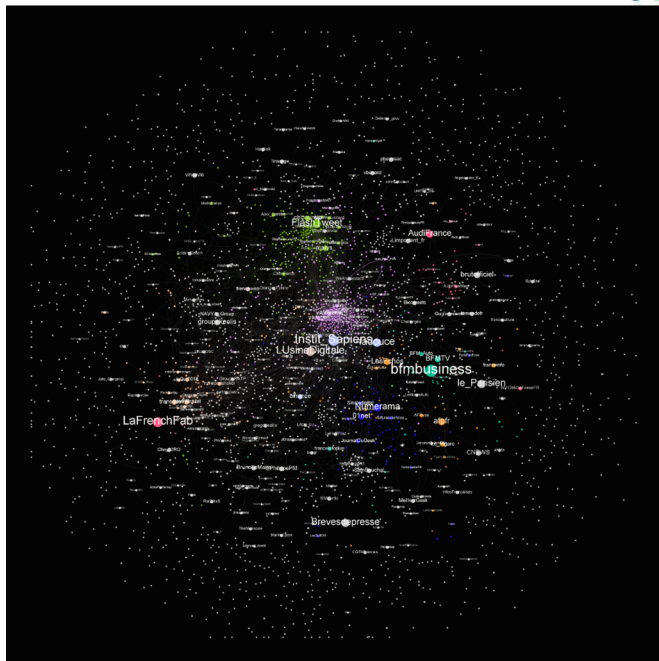
71%

des tweets (dont 30% de retweets)  
contiennent une URL



# La mise en relation : analyse de co-occurrences

mention dans un tweet



co-occurrences de termes



## Conclusions

---

*Beaucoup d'outils et beaucoup de paramétrage humain*

*Un input qualitatif qui décuple les possibilités d'analyses quantitatives*

*Des données pas données*

# Merci !



[frederique.bordignon@enpc.fr](mailto:frederique.bordignon@enpc.fr)



[@freddie2310](https://twitter.com/@freddie2310)



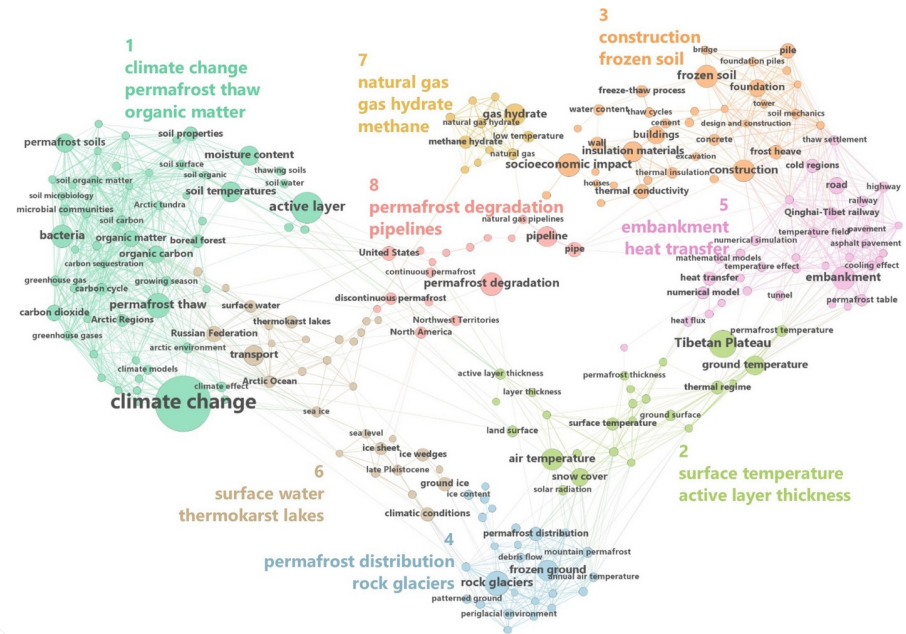
<https://carnetist.hypotheses.org>



<https://cv.archives-ouvertes.fr/frederique-bordignon>



<https://espacechercheurs.enpc.fr>



1 climate change  
permafrost thaw  
organic matter

7 natural gas  
gas hydrate  
methane

3 construction  
frozen soil

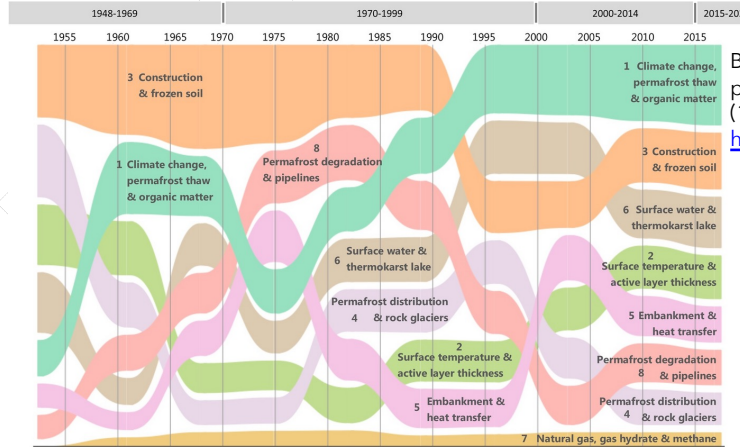
8 permafrost degradation  
pipelines

5 embankment  
heat transfer

6 surface water  
thermocarst lakes

2 surface temperature  
active layer thickness

4 permafrost distribution  
rock glaciers



Bordignon, F. (2020). A scientometric review of permafrost research based on textual analysis (1948-2020). *Scientometrics*, 126(1), 417-436.  
<https://doi.org/10.1007/s11192-020-03747-4>