



Comment combiner informations sanitaires et environnementales dans les systèmes de veille épidémiologiques?

Boudoua Bahdja

Encadrants :

Teisseire Maguelonne – Tran Annelise – Roche Mathieu

Date de début de thèse:
01/10/2021

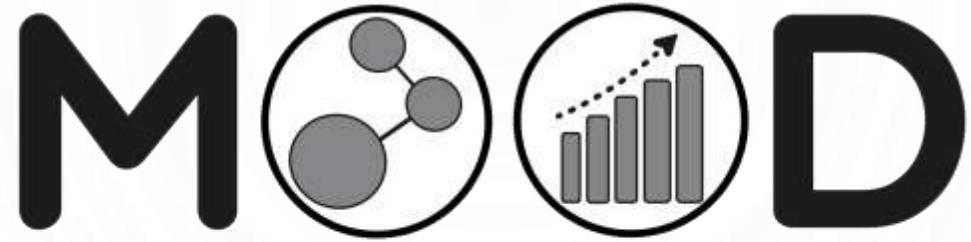


PLAN

- **Contexte**
- Méthode
- Travail en cours
- Questions/Discussion



CONTEXTE

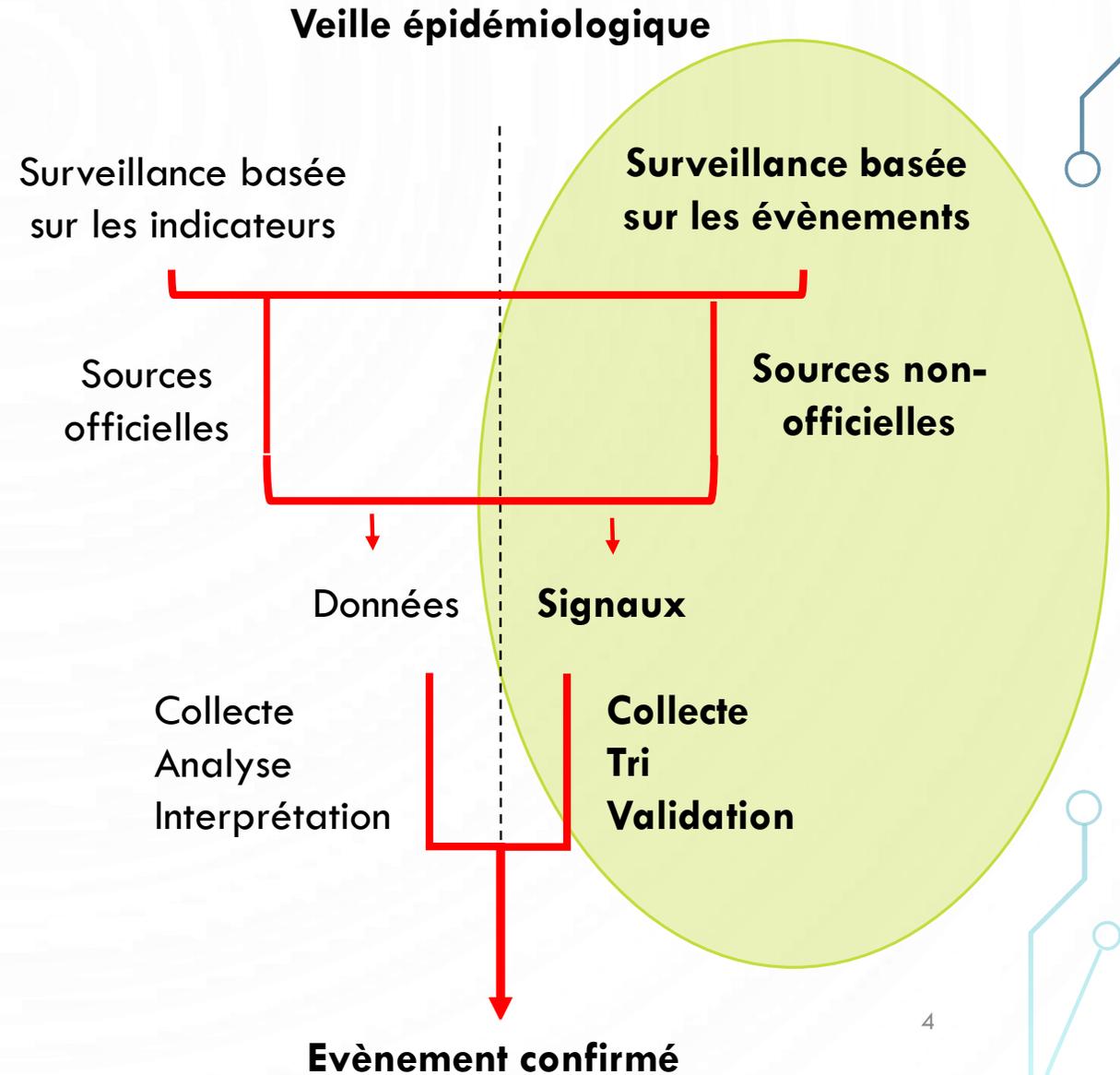


MOnitoring **O**utbreaks for **D**isease
surveillance in a data science context

Objectif : Améliorer la **veille sanitaire** en Europe en utilisant les techniques d'exploration et d'analyse de données massives provenant de sources multiples.

VEILLE EPIDÉMIOLOGIQUE

- La veille intègre deux composantes dans un système de surveillance unique
- À pour but d'améliorer la performance des systèmes de surveillance en terme de sensibilité et de rapidité de détection
- De nombreux outils sont dédiés à la veille des médias en ligne





SYSTÈMES DE SURVEILLANCE BASÉE SUR LES ÉVÈNEMENTS



-  Disease
-  Host
-  Location
-  Date
-  Number of cases
-  Symptom

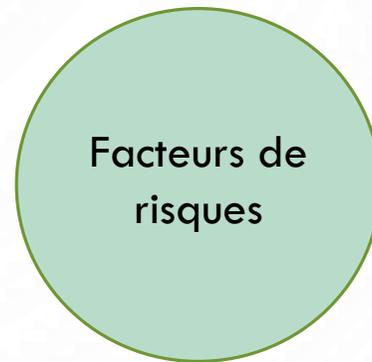
Yonhap News 2nd January 2022:
 China's ministry of agriculture confirmed an **H5N1 avian influenza** outbreak in a poultry farm located in Fujian province

Disease	Avian influenza
Source	Yonhap News
Host	poultry
Location	China, Fujian province
Date	02/02/2022
Subtype	H5N1

LIMITES

- Les facteurs de risques liés à l'apparition des maladies ne sont pas pris en comptes.
- Ne sont pas retrouvés dans les données textuelles

Comment combiner données épidémiologiques et facteurs de risque ?



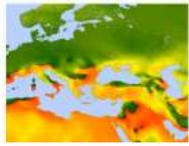
Hôte



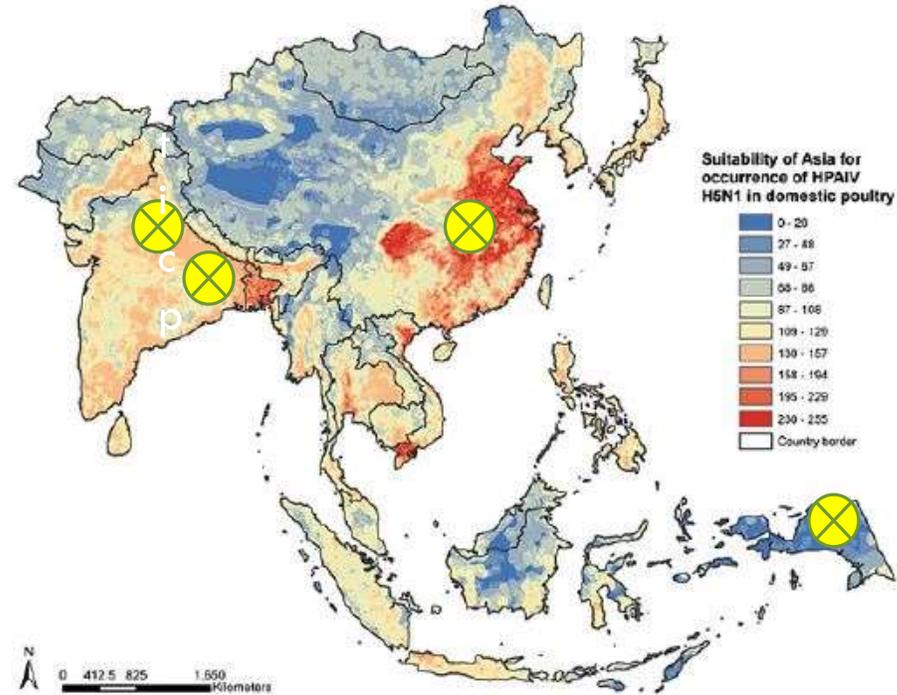
Climat



Vecteurs



- Renforcer ou non les évènements détectés par les systèmes de surveillance basés sur les évènements
- Apporter une démarche générique applicable à différents cas d'étude



Suitability of Asia for occurrence of highly pathogenic avian influenza virus H5N1 on a continuous scale from least to most suitable, as defined by multicriteria decision analysis. Stevens & al, 2013.

PLAN

- Contexte
- **Méthode**
- Travail en cours
- Questions/Discussion

MÉTHODE PROPOSÉE

THÉORIE DU SOI ET DU NON-SOI

Cellule immunitaire

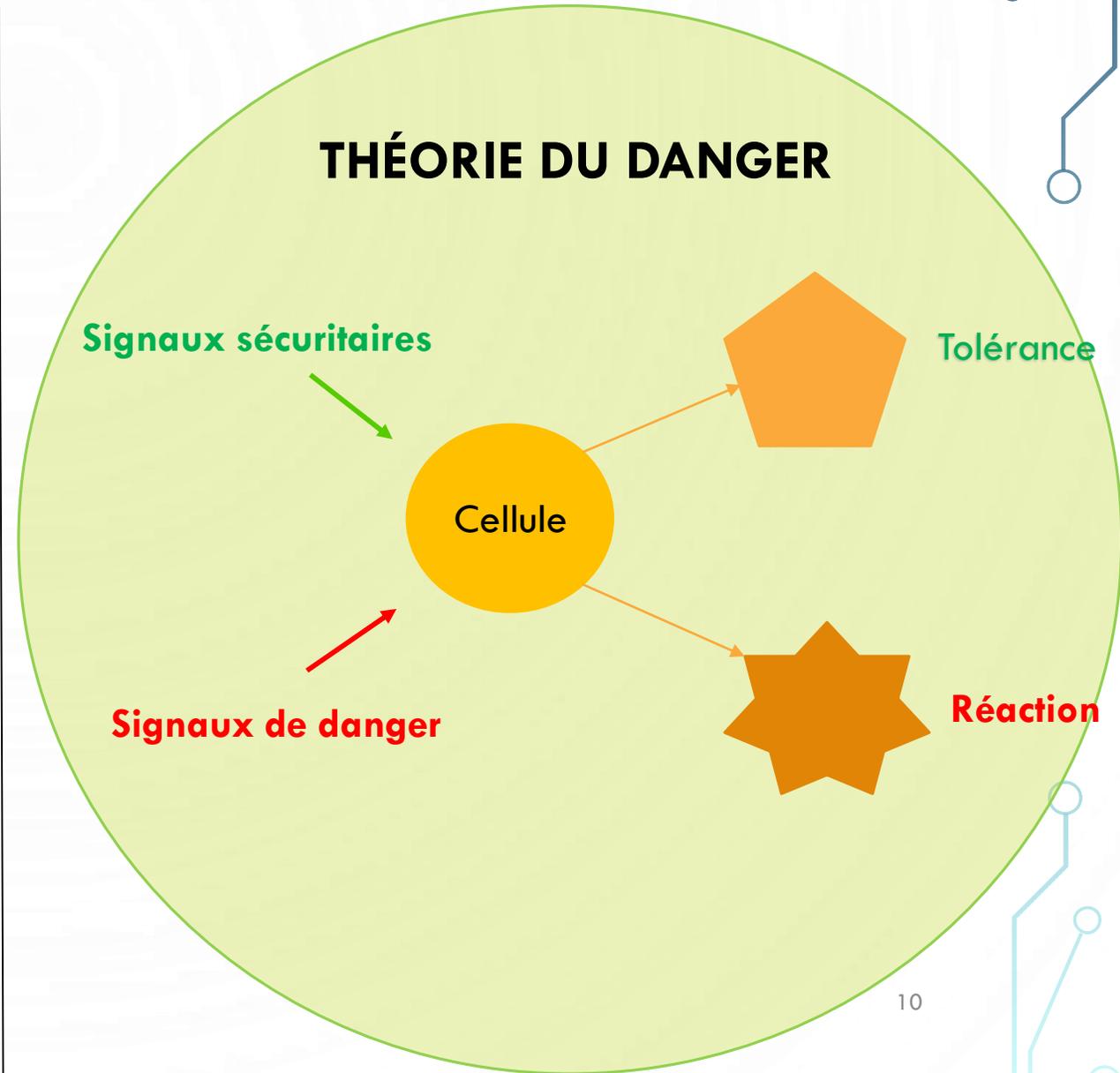


Soi (à protéger)



Non-soi (à combattre)

THÉORIE DU DANGER



Théorie du danger

- Polly matzinger 1994
Tolerance and danger

DCA

- Greensmith & al. 2008 *The dendritic cells algorithm (DCA)*

dDCA

- Greensmith & al. 2010
The deterministic (DCA)

dDCA

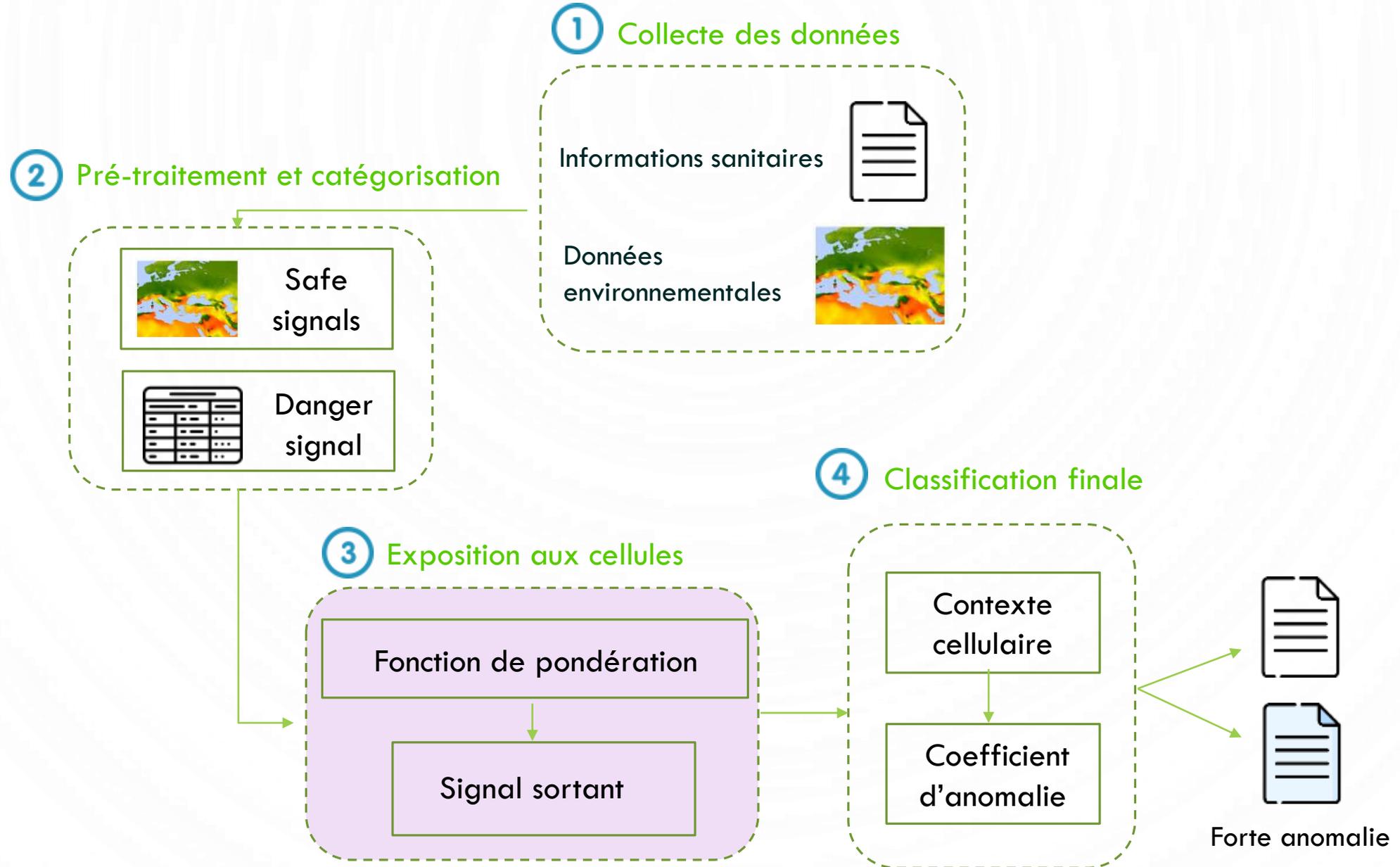
- Sharaff & al. 2021 *Spam message detection using danger theory*
- Zhou & al. 2020 *Outbreak prediction model based on danger theory*

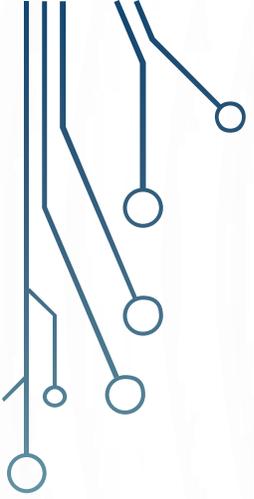
Algorithme inspiré de la théorie du danger

Réduction du nombre de paramètres

Versions optimisées et utilisation dans différents domaines

Transposition à la veille épidémiologique; vers un processus en 4 étapes



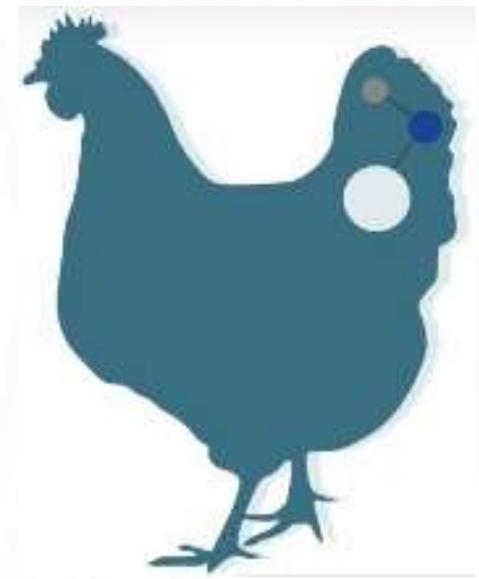


PLAN

- Contexte
- Méthode
- **Travail en cours**
- Questions/Discussion

CAS D'ÉTUDE : INFLUENZA AVIAIRE

- Maladie zoonotique
- Oiseaux sauvages et domestique
- Répartition mondiale (HPAI et LPAI)
- Risque sanitaire
- Impact économique



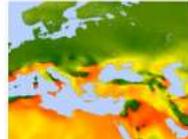
CAS D'ETUDE : INFLUENZA AVIAIRE

1 Collecte des données

Informations sanitaires

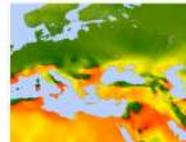


Données
environnementales



Informations sanitaires

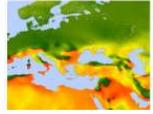
- Articles issus de la base de données ProMed
- Période d'étude: 2019-2021



Données environnementales

- Zone d'étude: Asie
- Carte de risque (climat, population hôte, zones humides...)

2 Pré-traitement et catégorisation



Safe
signals

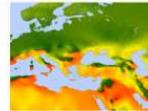


Danger
signals

• Antigène = article



• Signaux appartiennent à $[0 ; 100]$

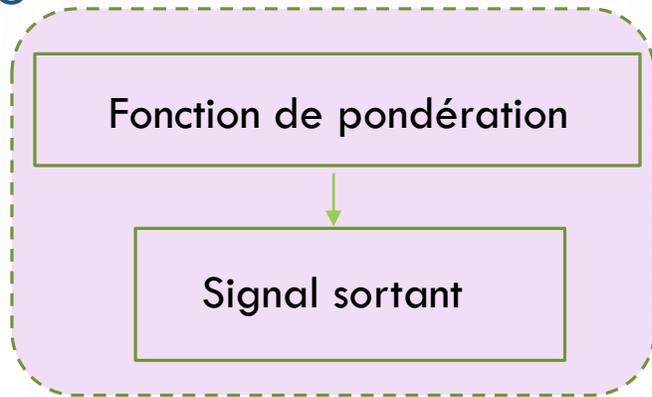


• Signal sécuritaire maximal lorsque l'environnement est défavorable.



• Signal de danger maximal lorsque toutes les données épidémiologiques sont retrouvées dans l'article

3 Exposition aux cellules

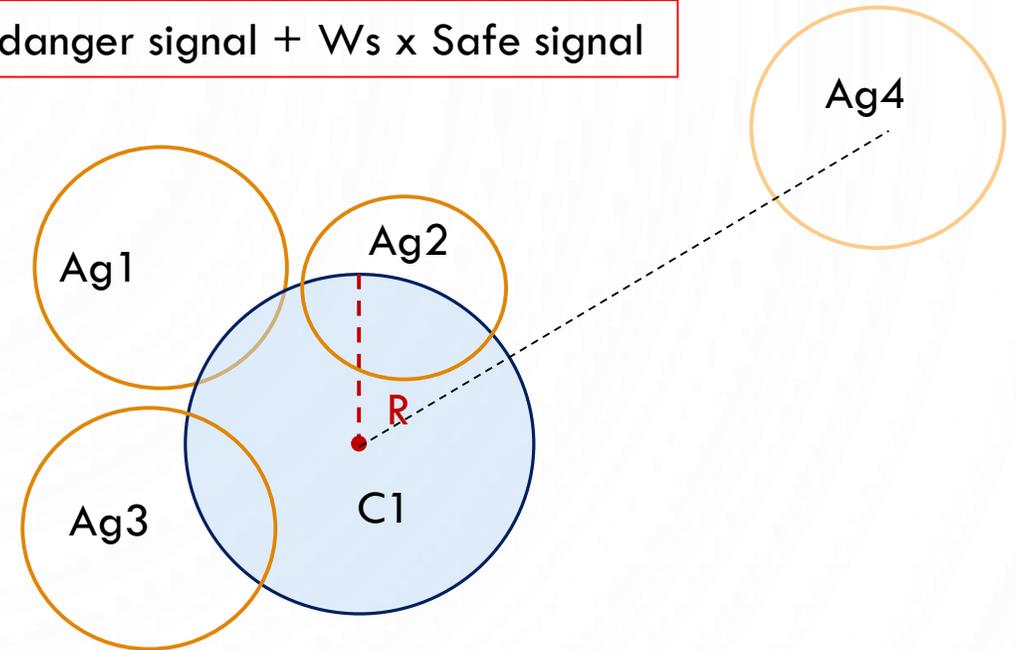


$$\text{Signal sortant} = W_d \times \text{danger signal} + W_s \times \text{Safe signal}$$



CONTRIBUTION

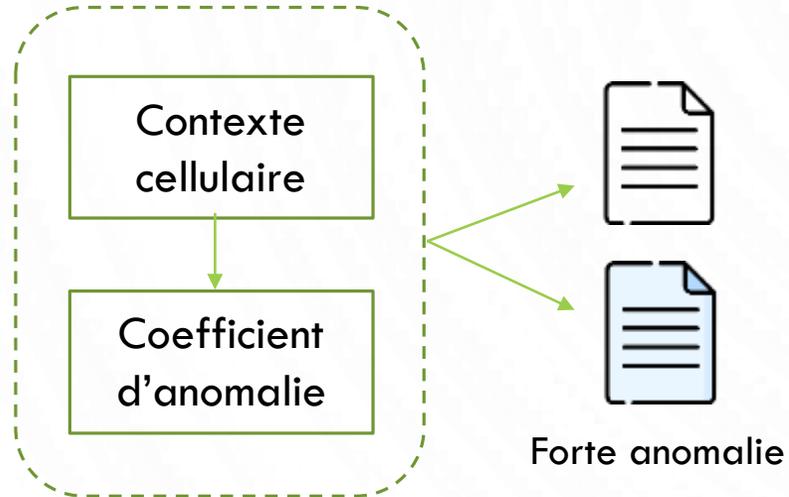
- Prise en compte de la **spatialité** et de la **temporalité**
- L'exposition n'est pas aléatoire
- L'exposition s'arrête si la cellule ne reçoit plus d'Ag durant une fenêtre temporelle définie selon la maladie étudiée



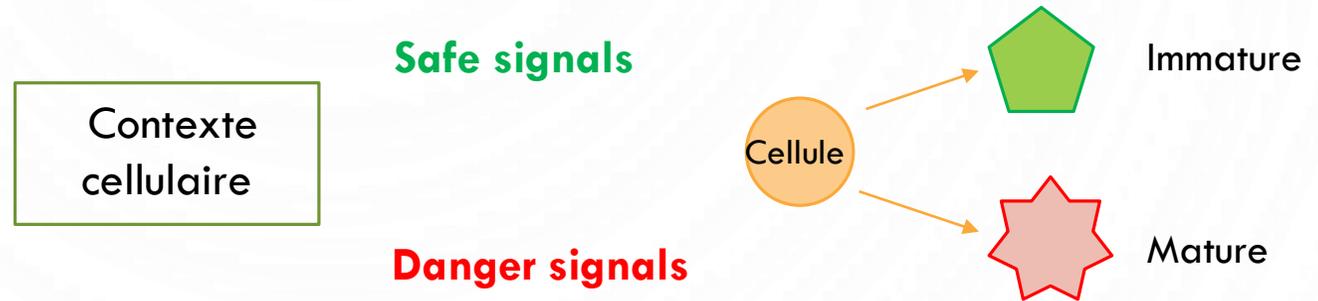
R défini selon la maladie étudiée

Exposition des antigènes aux cellules

4 Classification finale



• Classification locale



• Classification globale

Nb d'expositions aux  / Nb **total** d'expositions

PLAN

- Contexte
- Méthode
- Travail en cours
- **Questions/Discussion**

POUR ÉVALUER ET AFFINER LA MÉTHODE

- Quelle base de données pour la validation ?
- Besoin des experts afin de définir les paramètres

➤ **Intégration de cette méthode dans un système de veille épidémiologique**

QUESTIONS/DISCUSSION



ANNEXES

- Les antigènes = articles
- Chaque antigène est caractérisé par : safe signal , danger signal
- Chaque cellule a : date de création, coordonnées géographiques, signal de sortie , nombre d'exposition (Ag).

Les signaux de sortie sont mis à jour selon:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Output}_{t+1} = \text{Output}_t + \text{Output}_{\text{entrant}} \\ \text{Output}_0 = 0 \end{array} \right.$$

- Valeur de l'Output_{entrant} Varie en fonction de la distance de l'antigène par rapport aux cellules.

$$\text{Output}_{\text{entrant}} = \text{Coeff distance} (\text{Danger signal} \times W_{\text{danger}} - \text{Safe signal} \times W_{\text{safe}})$$

$$\text{Coeff distance} = \frac{\text{Distance max} - \text{Distance}}{\text{Distance max}}$$

DONNÉES ISSUES DE PROMED

B	C	D	E	F	G	H	I
place_name	country	id	published_at	lon	lat	species_name	source
Taiwan	China	8700542	29 Dec 2021	121.016998	23.873001	poultry	wahis.oie.int
Kerala State, India	India	8700519	28 Dec 2021	76.508698	9.9904	poultry	wahis.oie.int
Rajasthan State, India	India	8700519	28 Dec 2021	74.003899	25.997499	wild bird	wahis.oie.int
Madhya Pradesh, India	India	8700519	28 Dec 2021	78	23.25	wild bird	wahis.oie.int
Tainan, Taiwan	China	8700533	28 Dec 2021	120.168114	23.024763	poultry	wahis.oie.int
Busan, South Korea	South Korea	8700518	28 Dec 2021	129.050003	35.133331	duck	en.yna.co.kr
Kerala State, India	India	8700509	27 Dec 2021	76.508698	9.9904	poultry	wahis.oie.int
Rajasthan State, India	India	8700509	27 Dec 2021	74.003899	25.997499	wild bird	wahis.oie.int
Madhya Pradesh, India	India	8700509	27 Dec 2021	78	23.25	wild bird	wahis.oie.int
Tin Shui Wai, Hong Kong	China	8700427	22 Dec 2021	113.999268	22.465099	wild bird	wahis.oie.int
Tin Shui Wai, Hong Kong	China	8700431	22 Dec 2021	113.999268	22.465099	wild bird	wahis.oie.int
Jeollanam-do, South Korea	South Korea	8700394	20 Dec 2021	127	34.75	duck	en.yna.co.kr
Chungcheongnam, South Korea	South Korea	8700379	19 Dec 2021	126.800003	36.518398	poultry	www.koreaherald.com
Guangxi Autonomous Region, China	China	8700294	19 Dec 2021	109	24	human	www.info.gov.hk
Hunan Province, China	China	8700294	19 Dec 2021	112.016602	27.9944	human	www.info.gov.hk
China	China	8700314	17 Dec 2021	103.891769	36.519981	human	outbreaknewstoday.com
Kerala State, India	India	8700297	16 Dec 2021	76.508698	9.9904	duck	goachronicle.com
Vietnam	Vietnam	8700312	16 Dec 2021	108.457001	14.9447	duck	www.asian-agribiz.com
Taiwan	China	8700224	13 Dec 2021	121.016998	23.873001	poultry	www.taiwannews.com.tw
Guangdong Province, China	China	8700223	13 Dec 2021	112.8405	24.8764	human	outbreaknewstoday.com