

# Provisionnement CatNat RGA - Adaptation des modèles de charge ultime à la circulaire du 6 mai 2024

Benoit Chaput,  
(Macif)



Fabien Faivre,  
(Macif)



Luigia Ripani  
(Axionable)



1

### La provision RGA, un enjeu clé pour les assureurs



Benoit Chaput  
Macif

2

### CatNat RGA 2024 - Enjeux et challenges du projet



Luigia Ripani  
Axionable

3

### Prédiction CatNat et prise en compte des critères de la circulaire du 6 mai

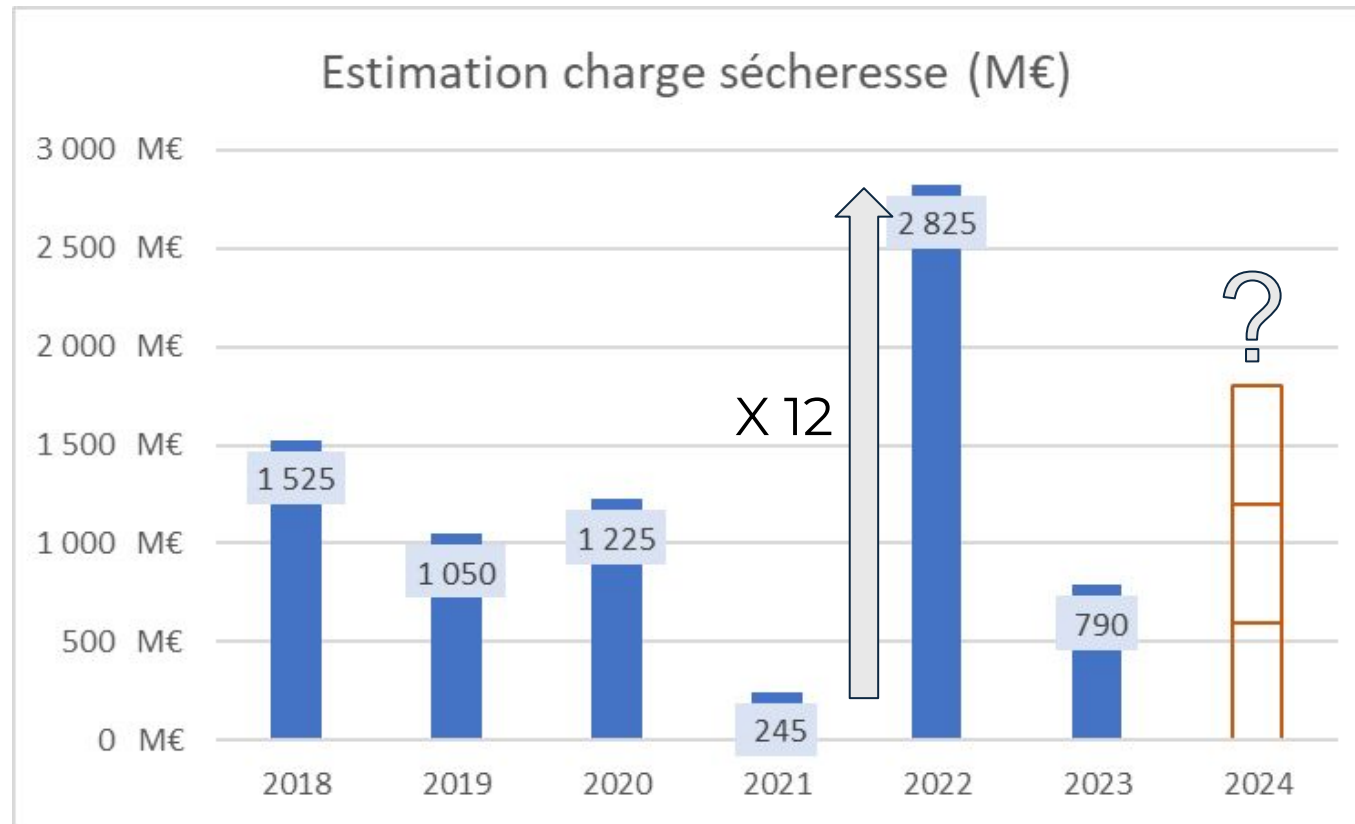


Fabien Faivre  
Macif

# 01 La provision RGA, un enjeu clé pour les assureurs

# 01 Évolution du coût de la sécheresse

Vision marché

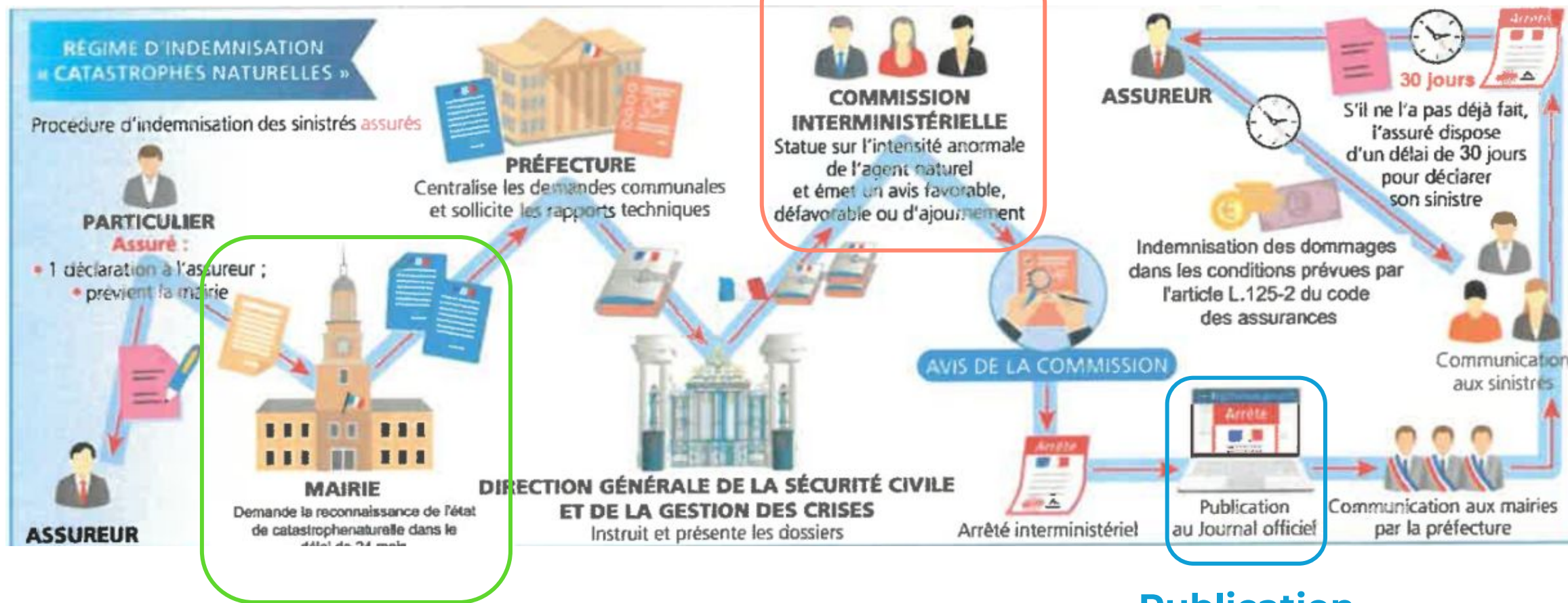


- ▶ Ces dernières années, les montants des sécheresses sont élevés mais également fortement variables d'une année à l'autre
- ▶ Le montant pour 2022 est estimé à 12 fois celui de 2021

# 01 La reconnaissance CatNat RGA

Un processus codifié

## Éligibilité

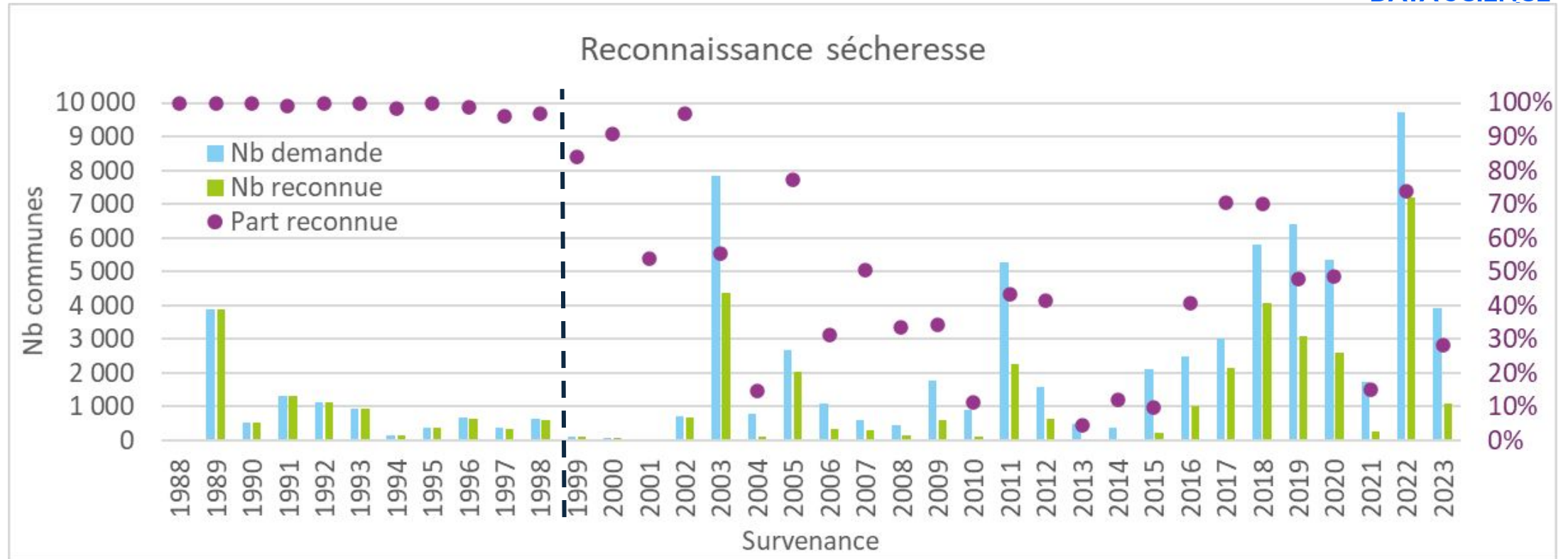
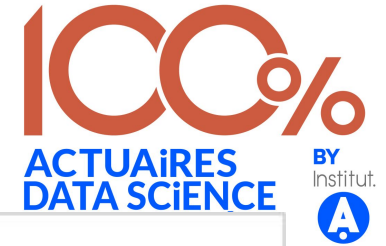


## Dépôt de dossier

## Publication

# 01 Arrêtés CatNat RGA

Une forte variabilité annuelle

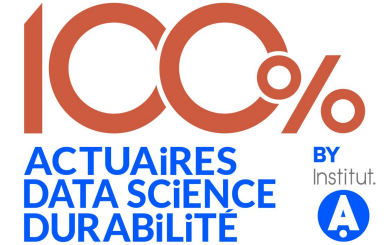


- ▶ Avant 1999, la part des communes reconnues est supérieure à 96% chaque année (99.4% sur la période).
- ▶ Sur la période 1999-2022, la part de reconnaissance varie fortement d'une année à l'autre mais est en moyenne à 53%.

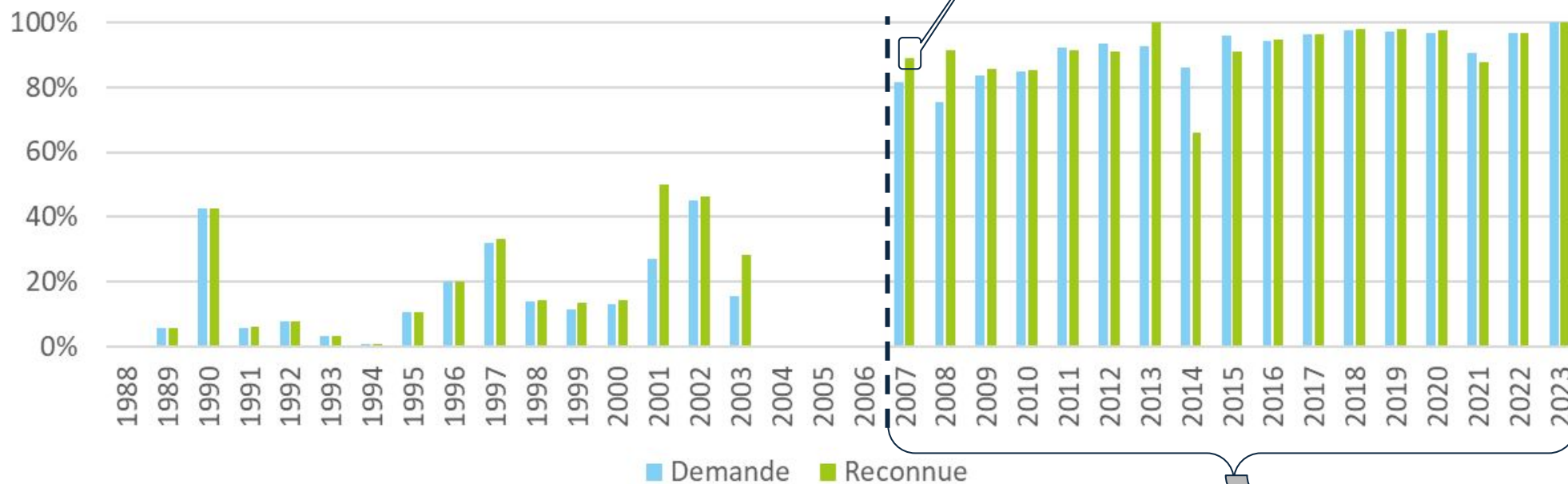
# 01 Arrêtés CatNat RGA

Connaissance au 31 décembre N+1

$\frac{\text{Nombre de communes reconnues fin 2008}}{\text{Nombre de communes reconnues fin octobre 2007}}$



Part des demandes connues fin N+1

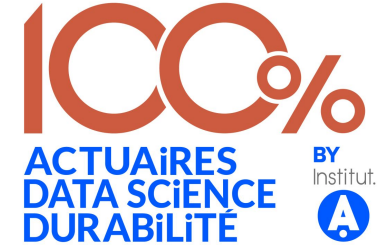


Hors 2013 et 2014 non significatives (23 et 44 communes reconnues), la part des dossiers connus fin N+1 est comprise entre 85% et 98%.

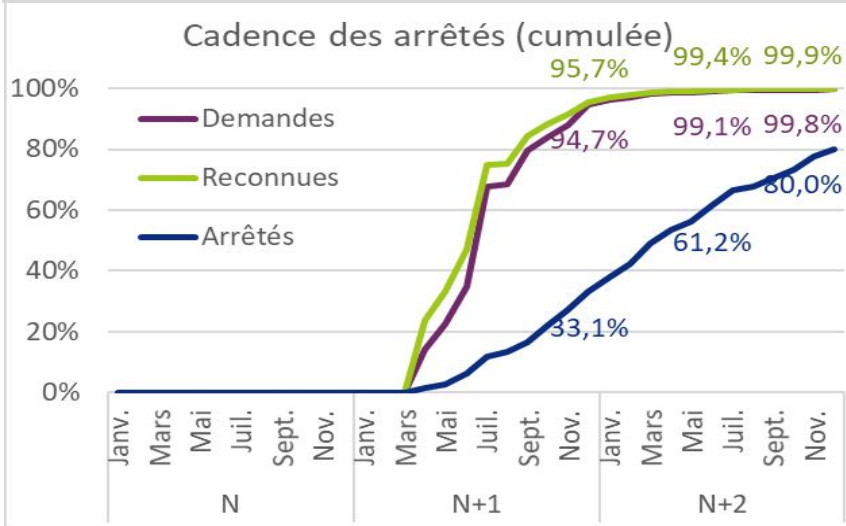
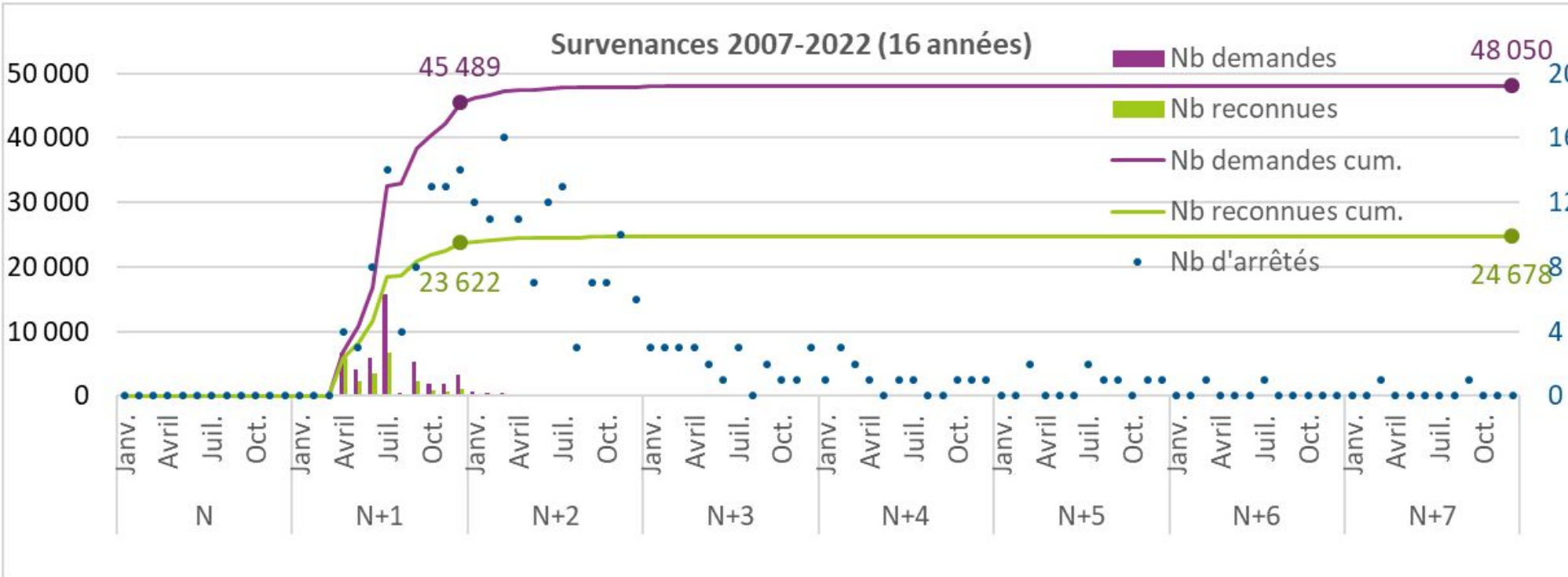
- ▶ Avant 2007, la connaissance des demandes lors des parutions en N+1 était faible.
- ▶ À partir de 2007, les demandes (reconnues ou non) identifiées fin N+1 sont nettement supérieures à celles de la période antérieure.

# 01 Arrêtés CatNat RGA

## Cadencement des arrêtés sécheresse



survenances de 2007 à 2022



- ▶ Aucune information disponible en fin de première année
- ▶ 33% des arrêtés (81/245) sont connus fin N+1 mais couvrent plus de 95% des communes reconnues
- ▶ À partir de N+3, les 20% d'arrêtés supplémentaires ne présentent que très peu de communes (0.2%)



# 01 Prédiction CatNat RGA : besoin de l'actuariat

Fiabiliser l'estimation de la charge ultime pour la survenance en cours

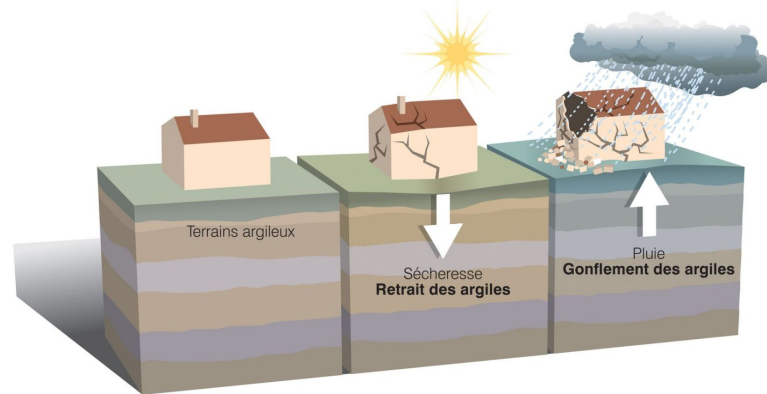


- ▶ Le besoin de l'équipe en charge du provisionnement est d'avoir un maximum d'outil d'estimation afin d'anticiper de manière la plus fiable possible la charge du péril sécheresse et cela le plus tôt possible dans l'année.
- ▶ Jusqu'à présent, la Macif dispose dans le cadre de l'inventaire annuel :
  - ✓ d'estimation CCR et MRN au niveau marché
  - ✓ de sinistres déclarés par les sociétaires dès la première année
  - ✓ de carte d'humidité des sols
- ▶ Le besoin est de disposer courant novembre (Fast close) d'un modèle anticipant pour l'année N des déclarations et reconnaissances des communes en CatNat RGA

## 02 CatNat RGA 2024 - Challenges et enjeux du projet

## 02 Une expérience de 4 ans sur le sujet RGA

qui a permis de structurer une approche pour les provisions et projections de charge



2021\*

2022 - 2023

2024

### Modèle de provisions

Modèle ML de dépôt de demandes

Modèle ML de reconnaissance CatNat

Modèle ML Loss pour l'estimation des coûts

### Le risque RGA en projection climatique

Création d'un climat constant par horizon

Simulation des critères de la commission à l'aide du SWI physique

Modèle ML Loss pour l'estimation des coûts

### Modèle de provisions

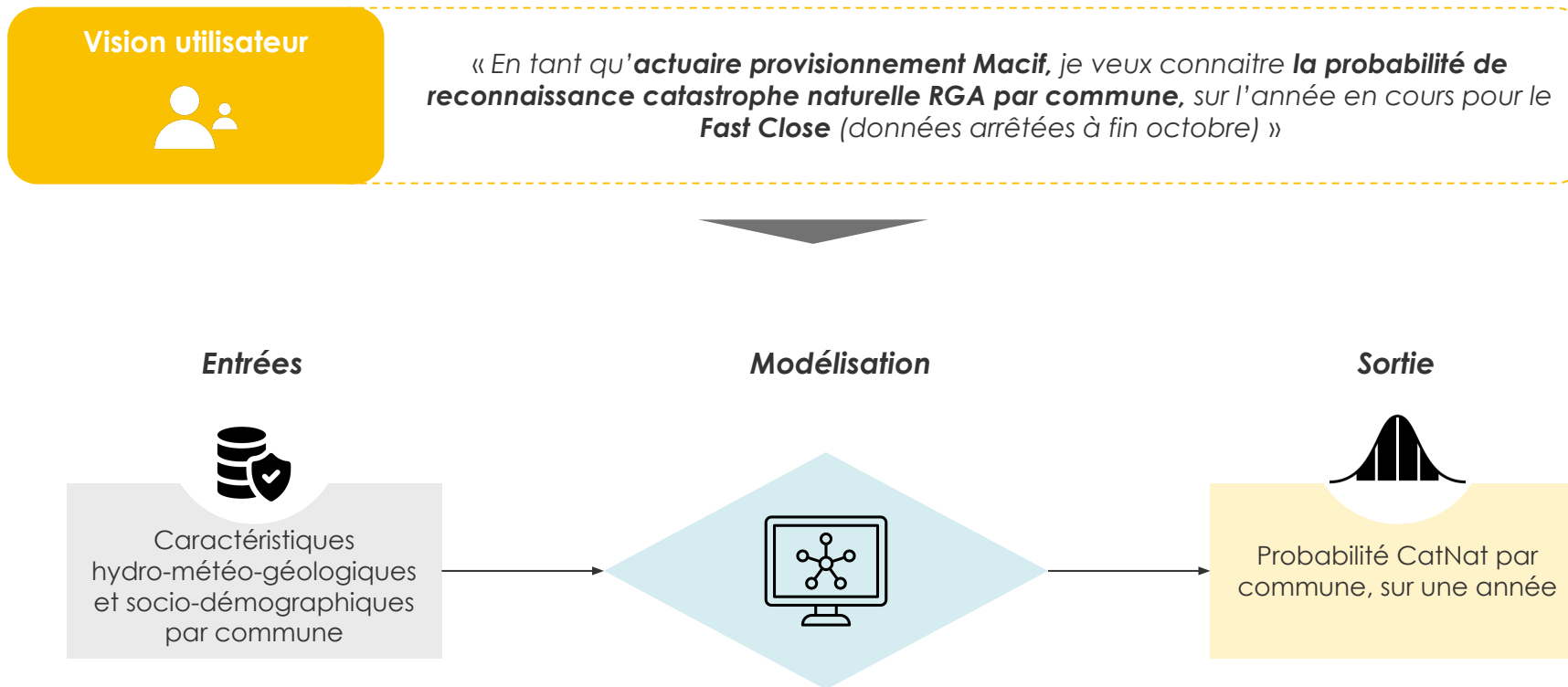
Modèle ML de dépôt de demandes

Modélisation du SWI Uniforme à partir du SWI physique

Simulation des critères de la commission

## 02 De l'enjeu actuariat à la problématique technique

fournir un tableau de probabilité de reconnaissance CatNat à la maille de la commune

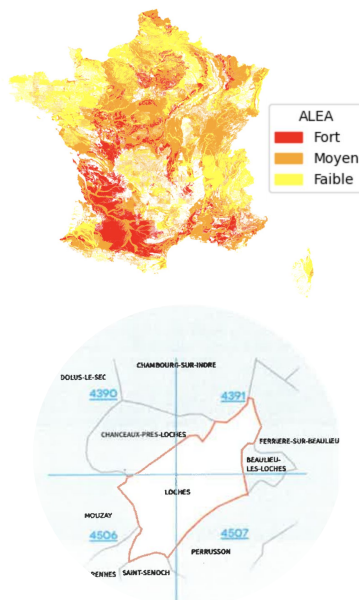


## 02 L'évolution des critères d'éligibilité CatNat pour le risque RGA nous a obligé à repenser la modélisation de l'évènement

2019 – 2023

(circulaire du 10 mai 2019)

- ▶ **Critère géotechnique** : au moins 3% de la commune exposée au risque RGA (résultat étude BRGM)
- ▶ **Critère météorologique** :
  - ✓ basé sur le SWI : le niveau d'humidité des sols superficiels
  - ✓ SWI fourni sur la maille Safran (8km x 8km)
  - ✓ SWI calculé comme **moyenne du M et des deux mois précédents**
  - ✓ le SWI doit avoir une **Période De Retour supérieure ou égale à 25 ans sur 50 ans**
  - ✓ critère apprécié pour chaque **saison**



2024

(circulaire du 6 mai 2024)

- ▶ **Critère géotechnique** : au moins 3% de la commune exposée au risque RGA (résultat étude BRGM)
- ▶ **Critère météorologique** :
  - ✓ basé sur le SWI : le niveau d'humidité des sols superficiels
  - ✓ SWI fourni sur la maille Safran (8km x 8km)
  - ✓ SWI calculé comme **moyenne des SWI quotidiens du mois M**
  - ✓ le SWI minimal annuel doit avoir :
    - une **PDR supérieure ou égale à 10 ans sur 30 ans, OU**
    - une **PDR supérieure ou égale à 5 ans sur 30 ans pour l'année en cours et au moins pour 2 des 4 années antérieures OU**
    - une **PDR de 5 ans sur 30 ans pour l'année en cours et la commune est limitrophe à une commune** satisfaisant les critères **CatNat**
  - ✓ critère apprécié pour **toute l'année calendaire**

### Principaux changements

- Focus sur les **sécheresses estivales** au détriment des sécheresses sur le reste de l'année
- Prise en compte des **sécheresses géotechniques anormales** mais aussi de **sécheresses géotechniques significatives avec une récurrence anormale** et la prise en compte de la **situation hydrométéorologique des communes limitrophes**

## 02 Modéliser l'année en cours implique de modéliser un SWI uniforme à partir du SWI physique

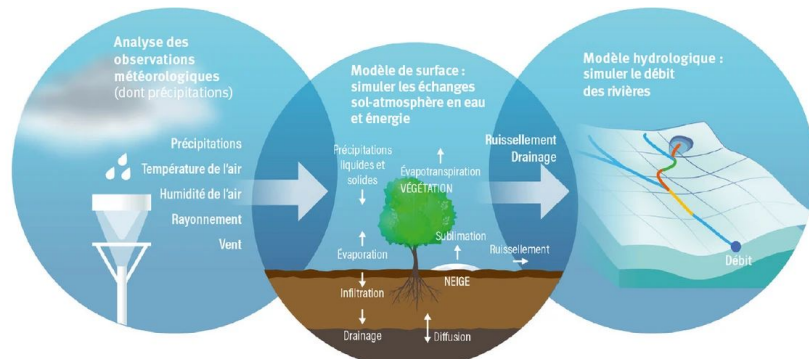
### SWI

- Le SWI, *Soil Wetness Index*, est un indicateur d'humidité des sols, à une **profondeur de ~2 mètres**
- Cet indicateur **est issu du modèle** hydrométéorologique **SIM** (Safran-Isba-Modcou) utilisé par Météo-France, qui **simule les échanges entre le sol et l'atmosphère**
- Il est **calculé à partir des données d'observation** (température de l'air, précipitations, rayonnement, vents..) **ET** des données **géologiques et d'occupation du sol** (argile, sable, sol urbanisé, végétale...)
- Mise à disposition par Météo-France à J+1

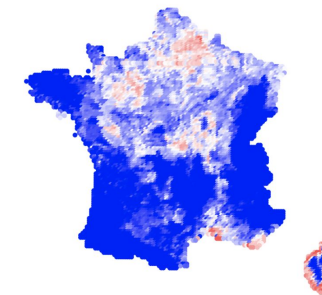
VS.

### SWI uniforme

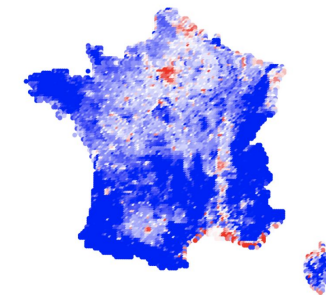
- Le SWI Uniformisé, est **utilisé dans le cadre du régime CatNat**
- Il est calculé toujours à partir du modèle SIM mais configuré différemment : **les caractéristiques du sol sont uniformes / homogènes dans le territoire**, afin de ne prendre en compte que les variables hydrométéorologiques
- **Mise à disposition** par Météo-France, **une fois par an**, avec au moins 6 mois de décalage, après la publication des premiers arrêtés



Exemple d'écart entre le SWI physique et le SWI Uniforme : août 2020



SWI physique mensuel



SWI uniforme mensuel

## 02 L'open data climatique pour modéliser le régime CatNat challenges liés à l'accès et la manipulation

### Données essentielles



Swi physique et  
**uniforme**, données  
journalières sur la maille  
Safran (physique)  
(8km x 8km)



Arrêtes CatNat,  
par demande et  
commune



Niveaux  
d'exposition au  
**risque RGA**, par  
commune



Découpage  
**administratif**  
communal

### Données pertinentes



Données  
**socio-démographiques**  
par commune



**Corine and Land Cover**,  
Données d'**occupation  
des sols**, par commune

- ▶ Des **formats différents** (tabulaires – csv, vectoriels – shapefiles)
- ▶ Des **mappings géospatiaux** (intersection entre communes et maille Safran)
- ▶ Plusieurs sources des données en accès libre qui permettent d'enrichir la représentation du territoire français

## **03** Prédiction CatNat et prise en compte des critères de la circulaire du 6 mai



### 03 Rappel des objectifs

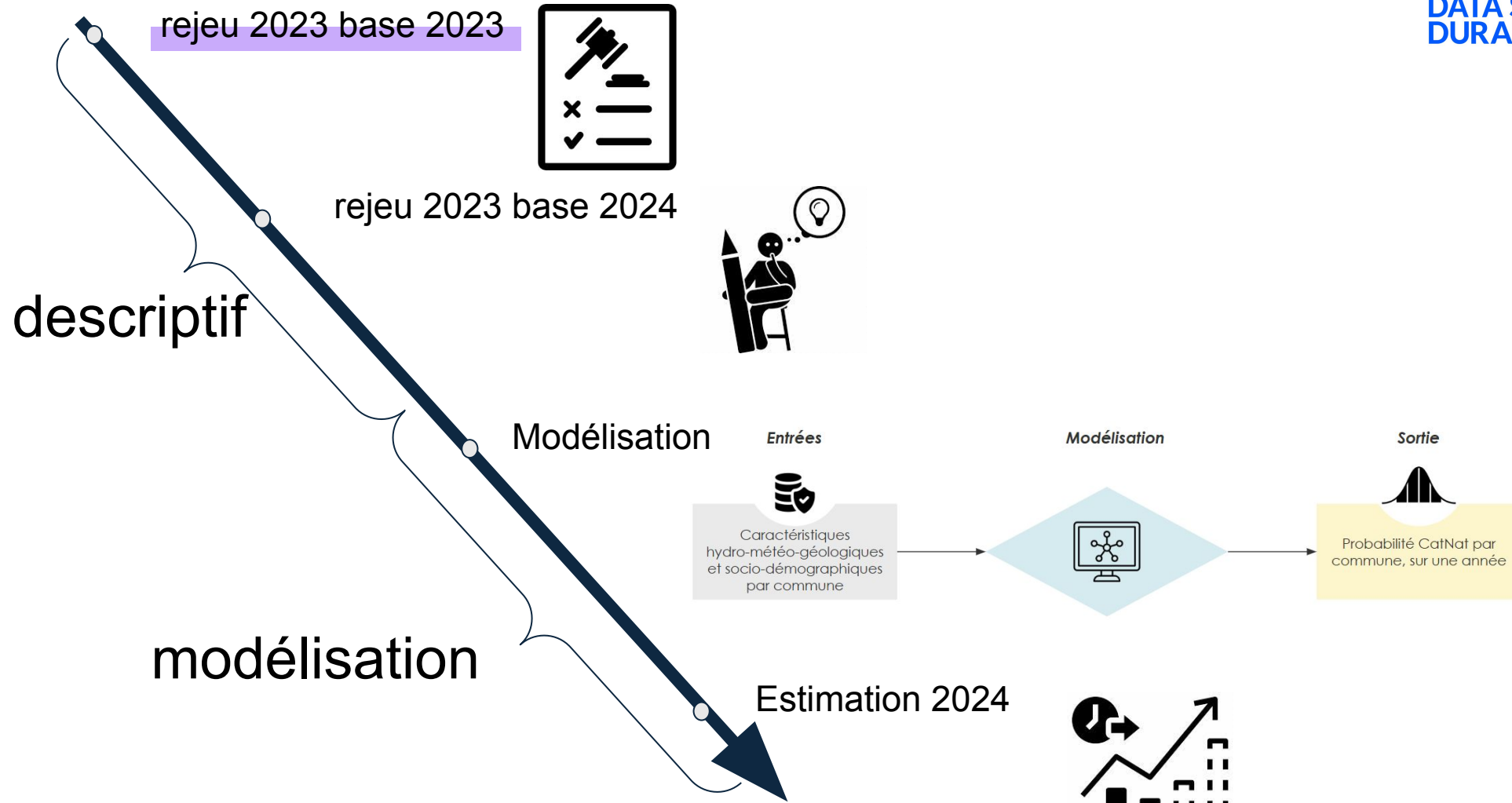
$$E[Y] = \sum_{communes} \left( \underbrace{Pr_{commune}(\text{arrêté catnat})}_{\text{Phénomène Marché}} * \underbrace{Freq_{commune} * Coût Moyen_{commune}}_{\text{Spécifique MACIF}} \right)$$

Phénomène Marché <= objet des travaux

- On cherche à identifier la probabilité qu'une commune soit reconnue CatNat.
- Cette probabilité doit être si possible calibrée
- Nous sommes principalement intéressés par l'impact du changement des critères d'éligibilité introduits par la circulaire

$$P(Y | \hat{Y} = y) \simeq y$$

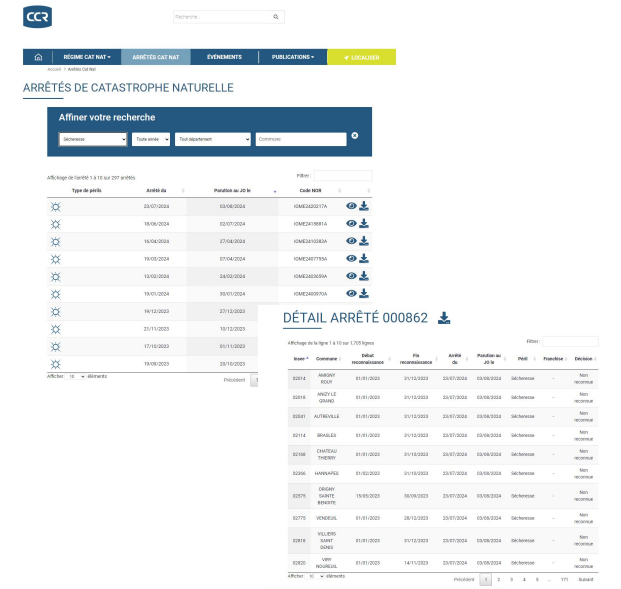
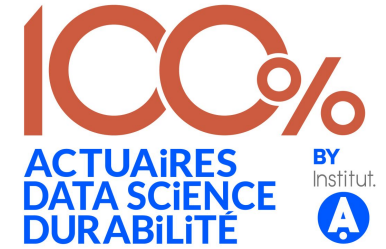
### 03 Approche de modélisation en 4 temps



# 03 Rejeu de la période 2019 - 2023

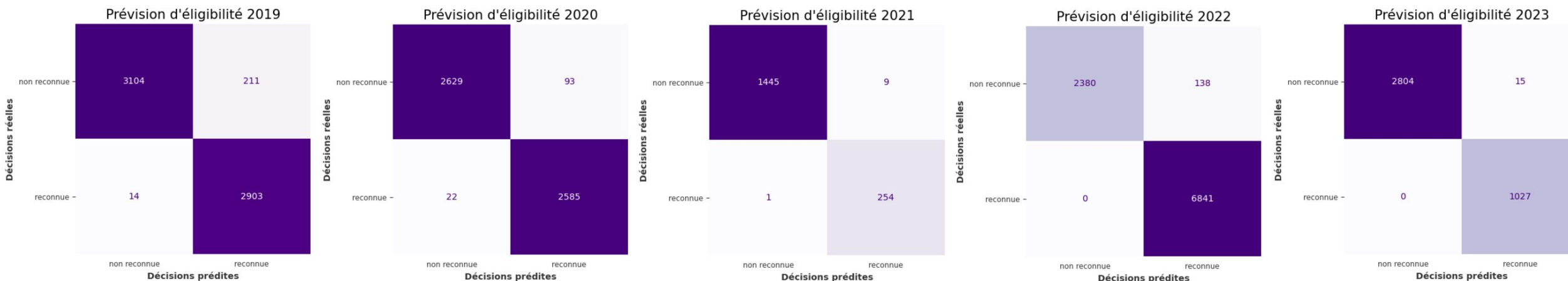
Critères 2023

- Les SWI Uniformes historiques (moyenne mobile 3 mois) sont mises à disposition par Météo-France
- La CCR publie en parallèle les demandes et les décisions de reconnaissance ou non d'arrêté CatNat sécheresse
- => Il est possible de rejouer les règles de décision et de vérifier leur application



## 03 Rejeu de la période 2019 - 2023

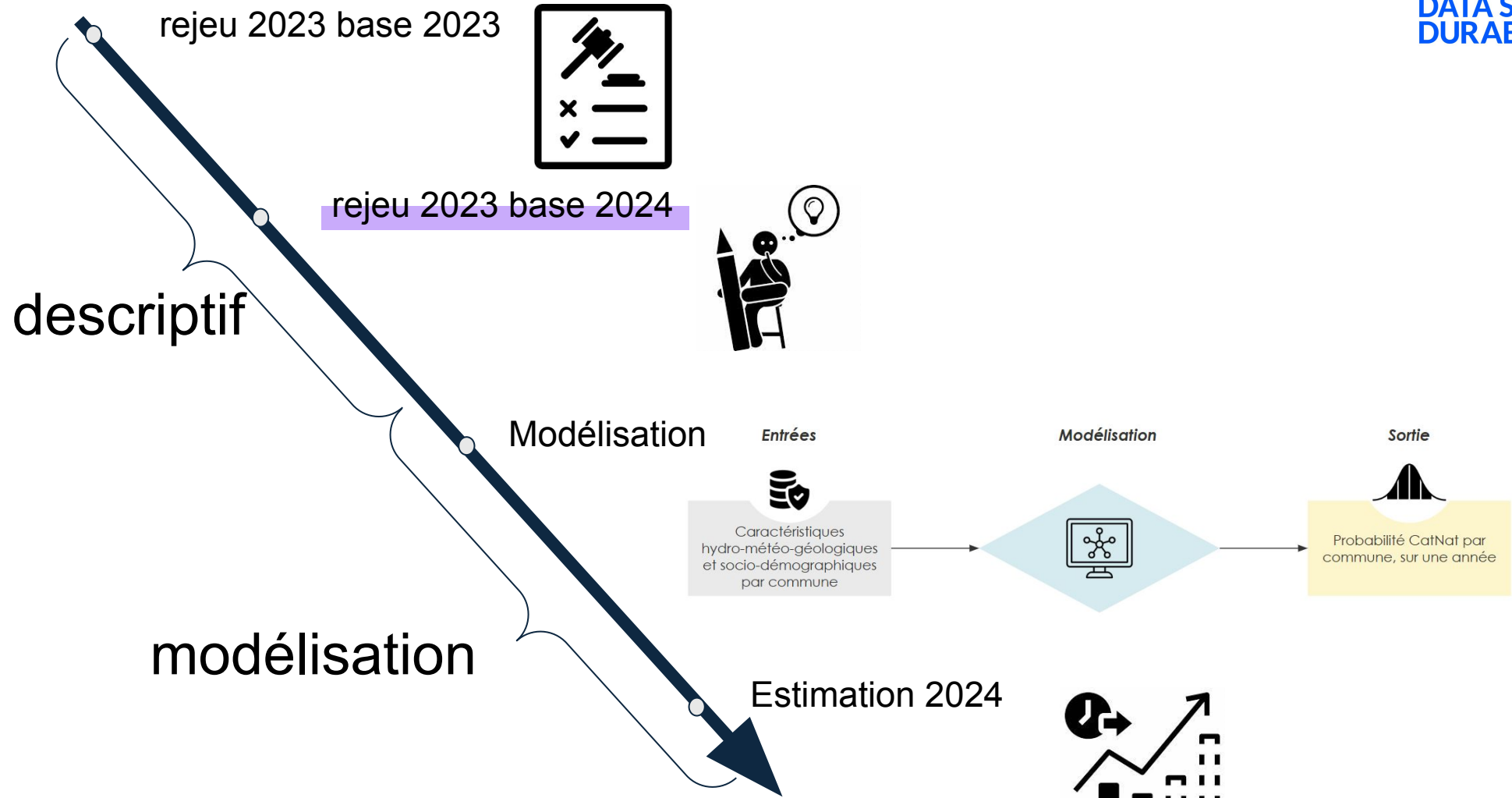
Critères 2023



Si on dispose des véritables SWI uniformes (moyenne mobile 3 mois), on retrouve quasi exactement les décisions d'éligibilité

- => Information directement applicable dans le cadre de la survenance N-1 vue N
- => Si on dispose d'un bon estimateur du SWI\_U on peut espérer de bonnes performances pour la survenance N vue N
- => observable uniquement sur les communes ayant déposé un dossier, mais calculable France entière : possibilité de créer une pseudo-cible d'entraînement

### 03 Approche de modélisation



## 03 Rejeu de la période 2019 - 2023

Rappel des différences introduites par la circulaire du 6 mai

### ◆ De 2019 à 2023

- regarde la chronique des SWI U au mois le mois (moyenne glissante à 3 mois)
- Si la valeur mensuelle dépasse le quantile 25 ans (sur une période de 50 ans glissante) sur ce mois, le critère météo est réputé satisfait pour tout le trimestre

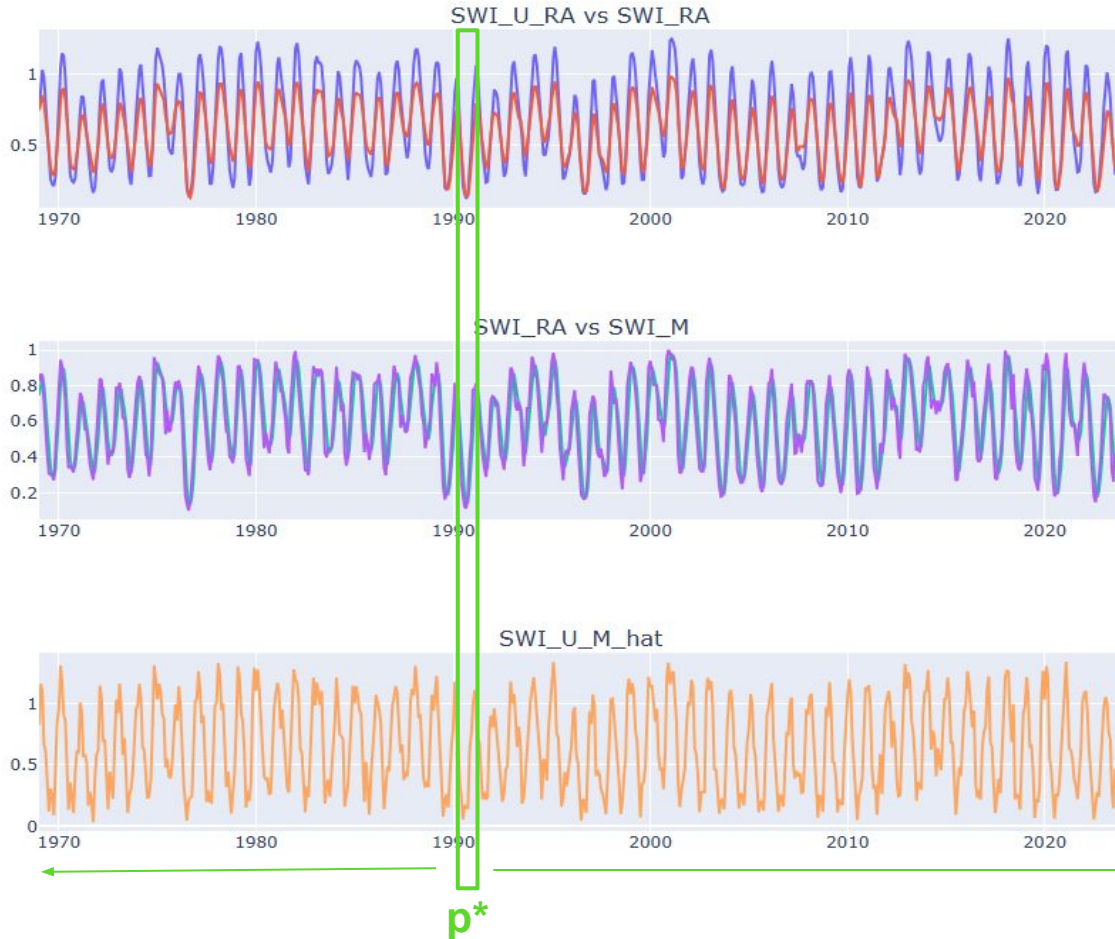
### ◆ À partir de 2024

- regarde la chronique des SWI U au mois le mois (moyenne des données journalières du mois uniquement)
- Si
  - **règle 1** : le point bas annuel dépasse le quantile 10 ans (sur une période de 30 ans glissante) ou
  - **règle 2** : le point bas annuel dépasse le quantile 5 ans (sur une période de 30 ans glissante) sur l'année en cours et au moins sur 2 des quatre années précédentes ou
  - **règle 3** : le point bas annuel dépasse le quantile 5 ans (sur une période de 30 ans glissante) sur l'année en cours ET la commune est **limitrophe** d'une commune satisfaisant les règles 1 ou 2
- Alors, le critère météo est réputé satisfait pour toute l'année calendaire

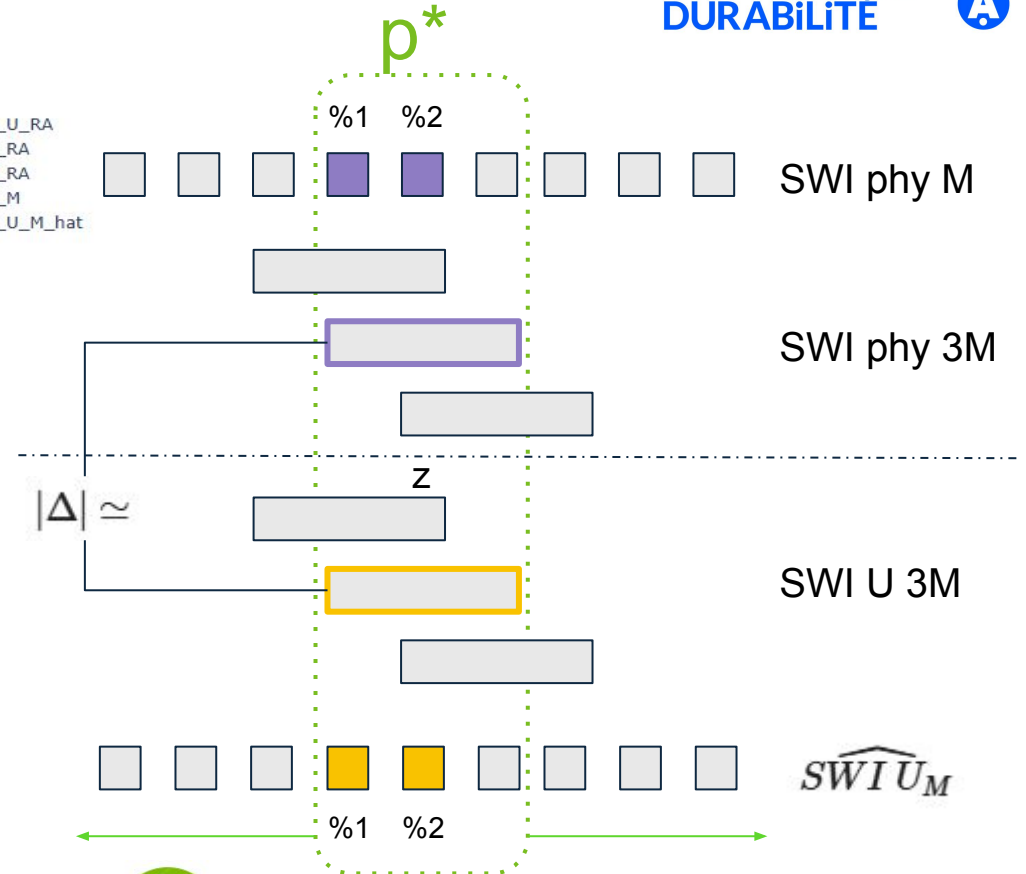
# 03 Rejeu de la période 2019 - 2023

Étape 1 : recréer les chroniques de pseudo SWI\_U mensuels

Maille SAFRAN n°1240



- SWI\_U\_RA
- SWI\_RA
- SWI\_M
- SWI\_U\_M\_hat



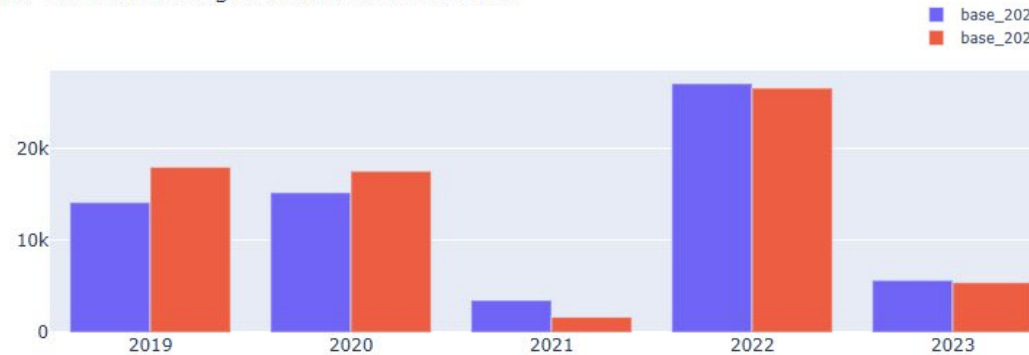
On conserve ces pseudo séries pour toute la suite de l'analyse

### 03 Rejeu de la période 2019 - 2023

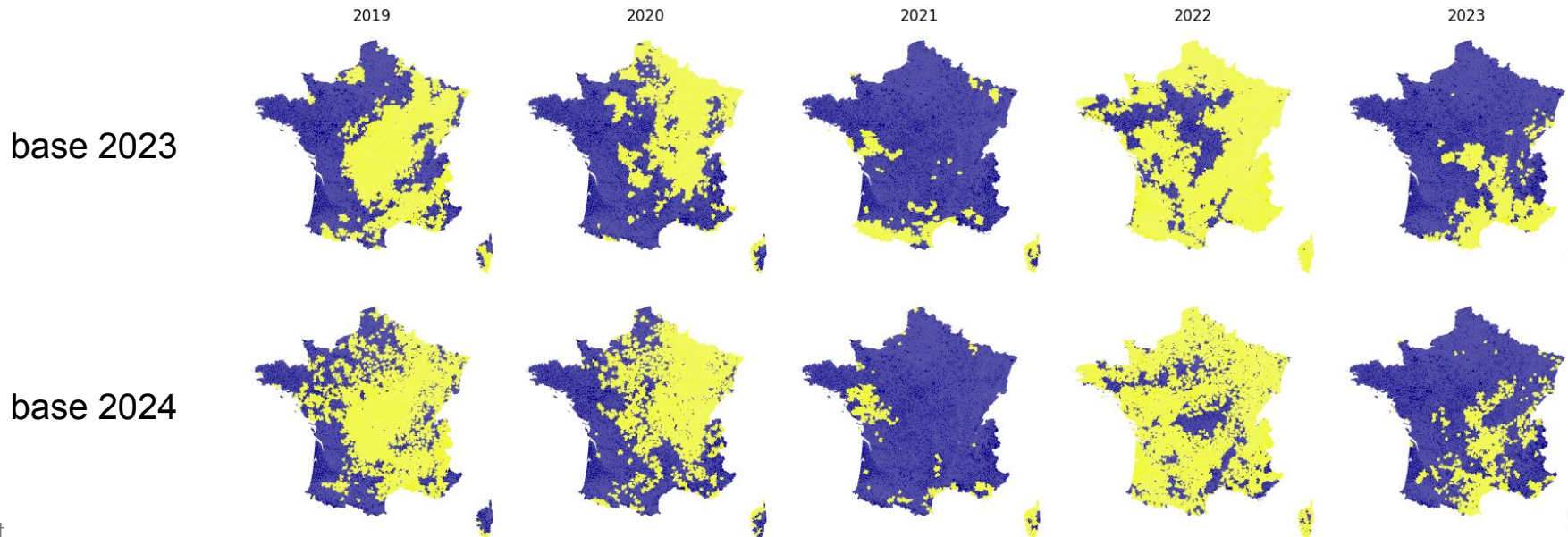
Les résultats d'éligibilité sont présentés pour toute la France métropolitaine que la commune ait déposé un dossier ou non

année de survenance (1)	nombres de communes éligibles (FR entière)		
	base 2023 (2)	base 2024 (3)	évolution (4) = (3) / (2)
2019	14 115	17 971	127%
2020	15 196	17 532	115%
2021	3 480	1 650	47%
2022	27 044	26 562	98%
2023	5 666	5 404	95%

Nb communes éligible base 2024 vs 2023



Un impact **significatif** 2019 et 2020, mais **limité** à partir de 2021 (succession d'années fortement sinistrées dans l'historique).



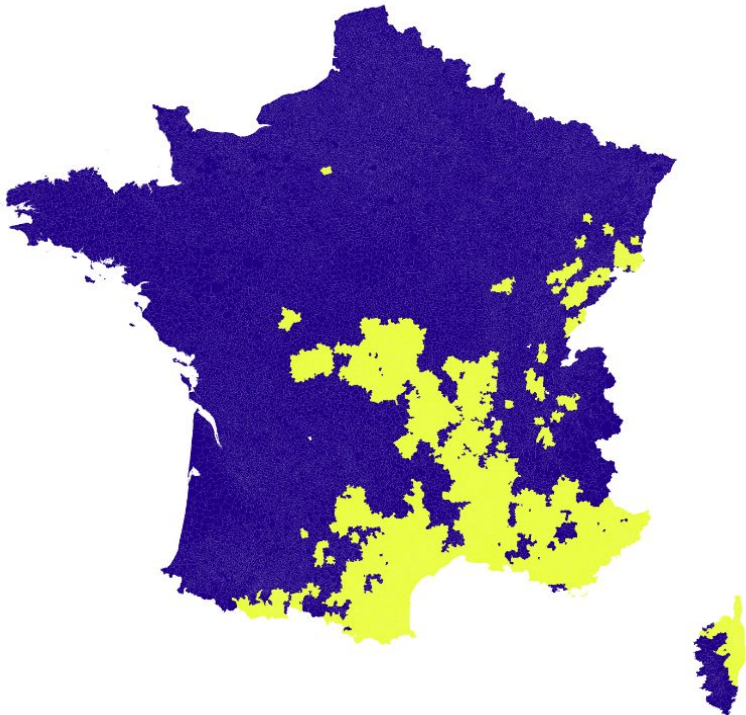
Par contre, la répartition géographique diffère sur toutes les années



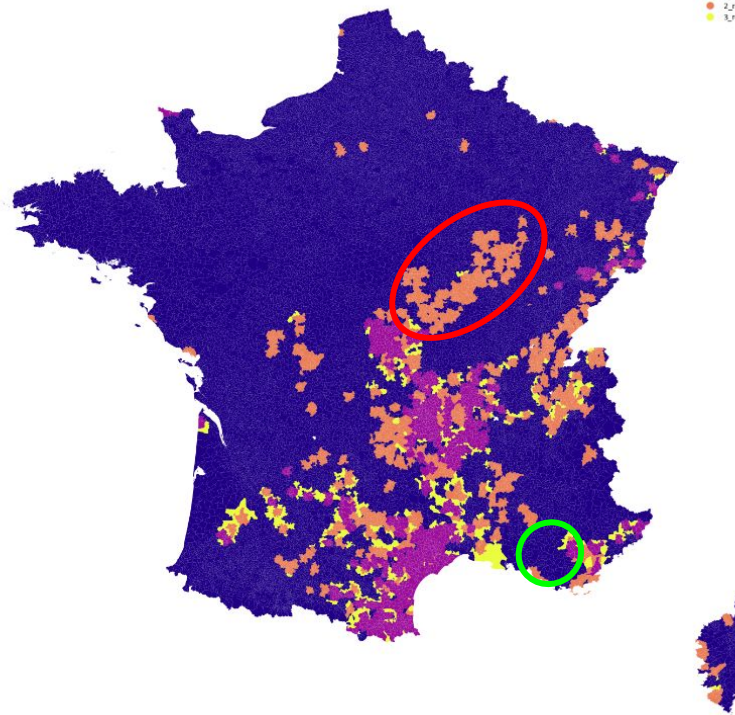
### 03 Rejeu de la période 2019 - 2023

Analyse des écarts. Zoom sur la survenance 2023

base 2023



base 2024



0\_non\_eligible  
1\_regle\_1  
2\_regle\_2  
3\_regle\_3

**règle 1** : le point bas annuel dépasse le quantile 10 ans (sur une période de 30 ans glissante) ou

**règle 2** : le point bas annuel dépasse le quantile 5 ans (sur une période de 30 ans glissante) sur l'année en cours et au moins sur 2 des quatre années précédentes ou

**règle 3** : le point bas annuel dépasse le quantile 5 ans (sur une période de 30 ans glissante) sur l'année en cours ET la commune est limitrophe d'une commune satisfaisant les règles 1 ou 2

#### 2 phénomènes contraires :

- importance des événements récurrents de moindre intensité (**règle 2**)
- les "points bas annuels" sont actuellement atteints entre juillet et septembre (exceptionnellement octobre) => **disparition** des reconnaissances hivernales et printanières

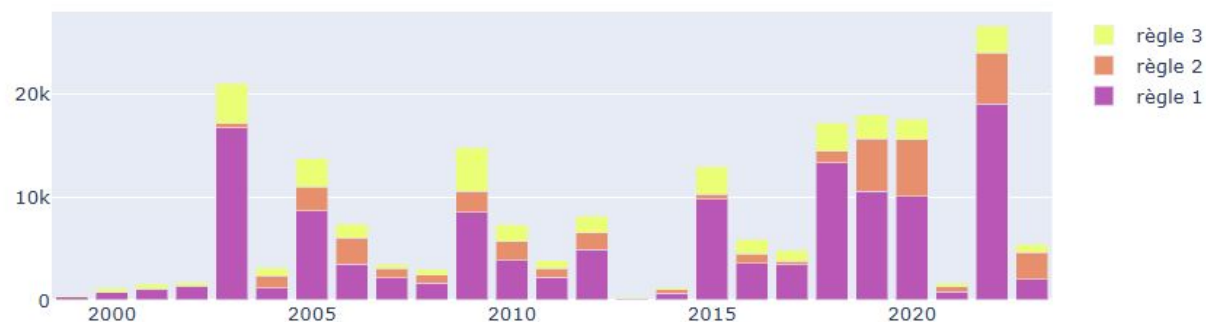
#### Zoom sur les arrêtés CatNat du département 13 (<=24/09/2024)

Durée de reconnaissance demandée (en mois)	nombres de demandes éligibles base 2023	nombres de demandes contenant le point bas annuel
(1)	(2)	(3)
3	41	0
9	1	1

### 03 Rejeu de la période 2019 - 2023

#### Contribution des différentes règles

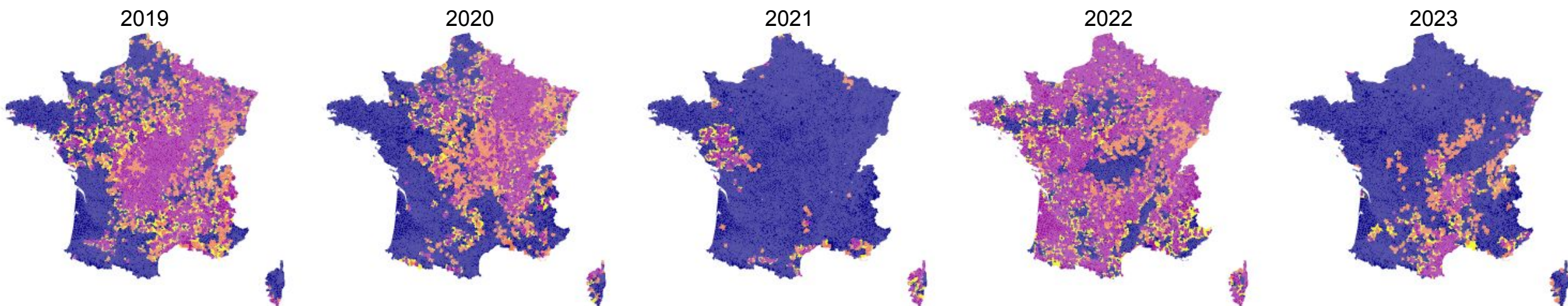
Nb communes éligibles base 2024 règles 1-2-3



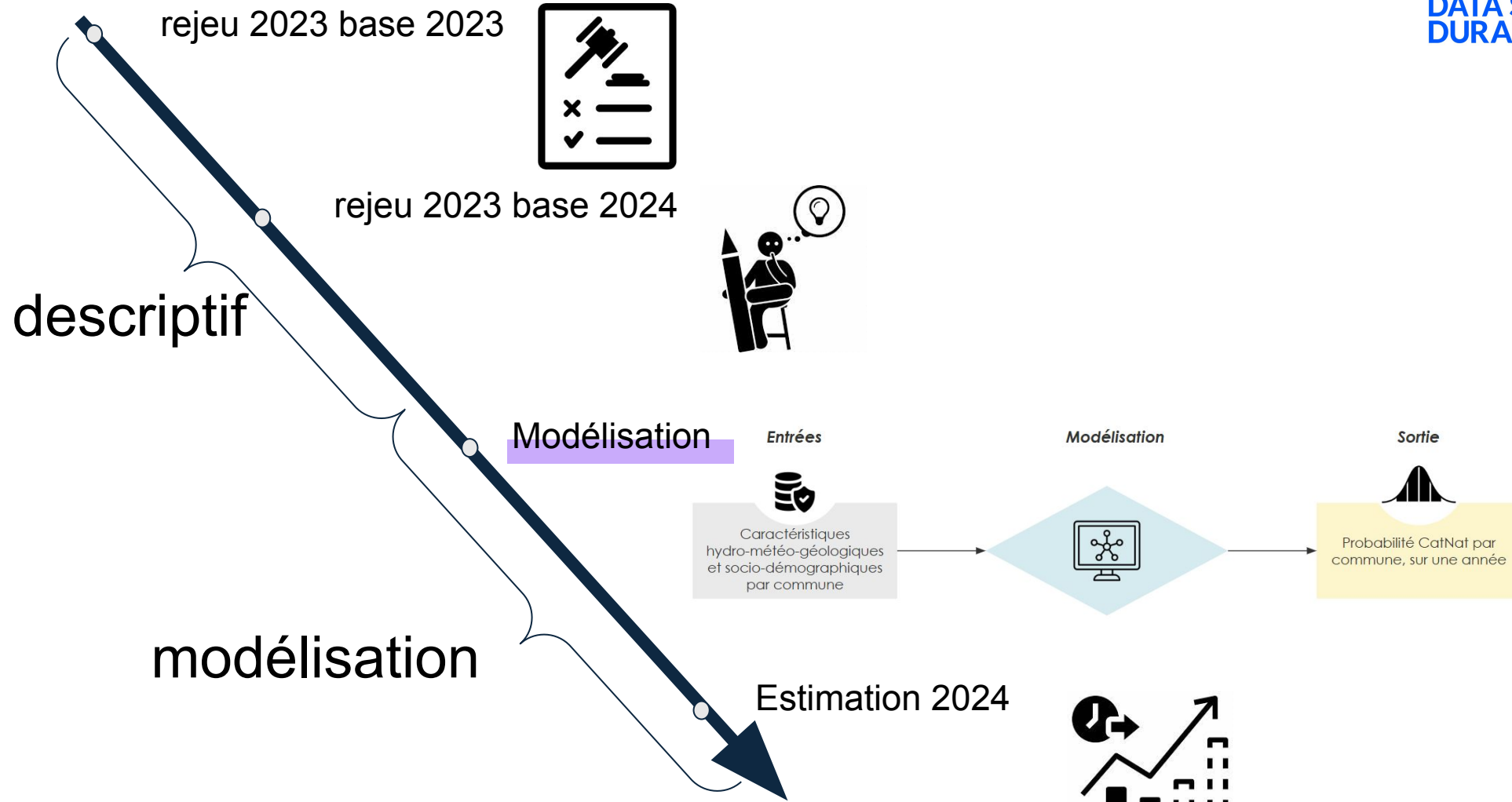
**règle 1** : le point bas annuel dépasse le quantile 10 ans (sur une période de 30 ans glissante) ou

**règle 2** : le point bas annuel dépasse le quantile 5 ans (sur une période de 30 ans glissante) sur l'année en cours et au moins sur 2 des quatre années précédentes ou

**règle 3** : le point bas annuel dépasse le quantile 5 ans (sur une période de 30 ans glissante) sur l'année en cours ET la commune est limitrophe d'une commune satisfaisant les règles 1 ou 2

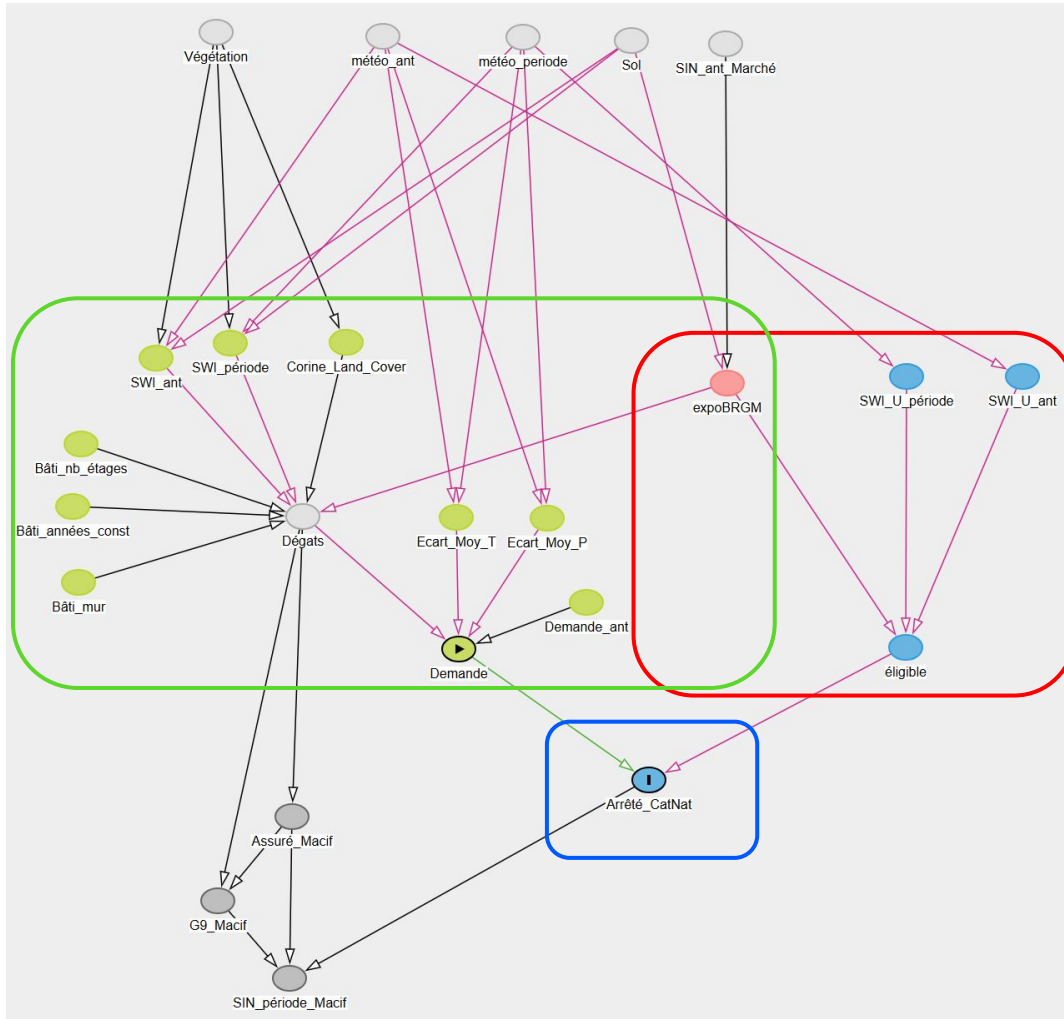


### 03 Approche de modélisation



# 03 Modélisation

## Hypothèses sur le processus de génération de données



En s'inspirant des **approches causales**, il est possible de représenter sous formes d'un graphe notre compréhension du phénomène.

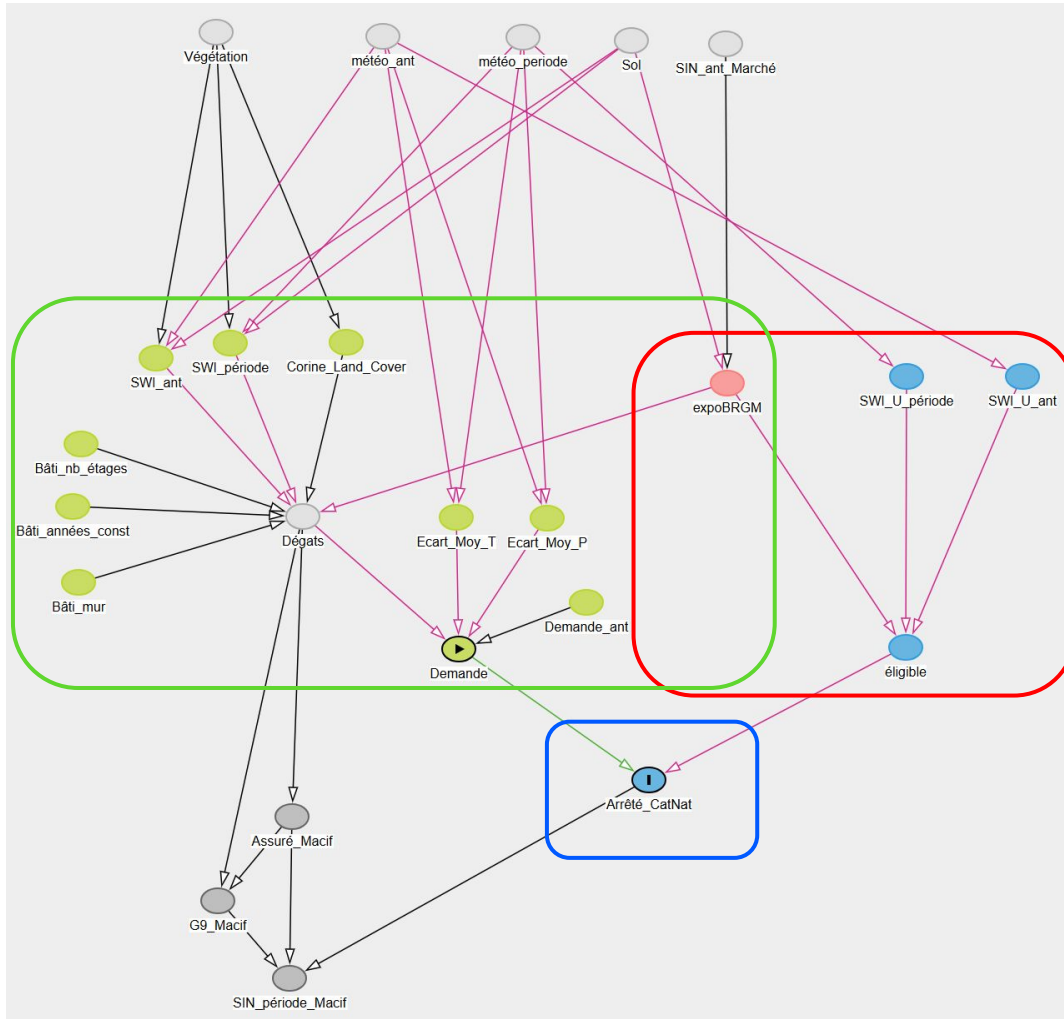
Étape implicite dans la plupart des projets

3 composants clefs se détachent :

- un modèle comportemental de dépôt de dossier par la mairie
- un modèle de règles d'éligibilité
- la réalité des deux modèles précédents n'étant observables qu'à la publication des décisions d'arrêté CatNat

### 03 Modélisation

#### Hypothèses sur le processus de génération de données



En termes de cibles, on suppose que le changement de critères d'éligibilité n'influence pas le comportement de dépôt de dossier.

=> les dépôts historiques ne sont pas retraités

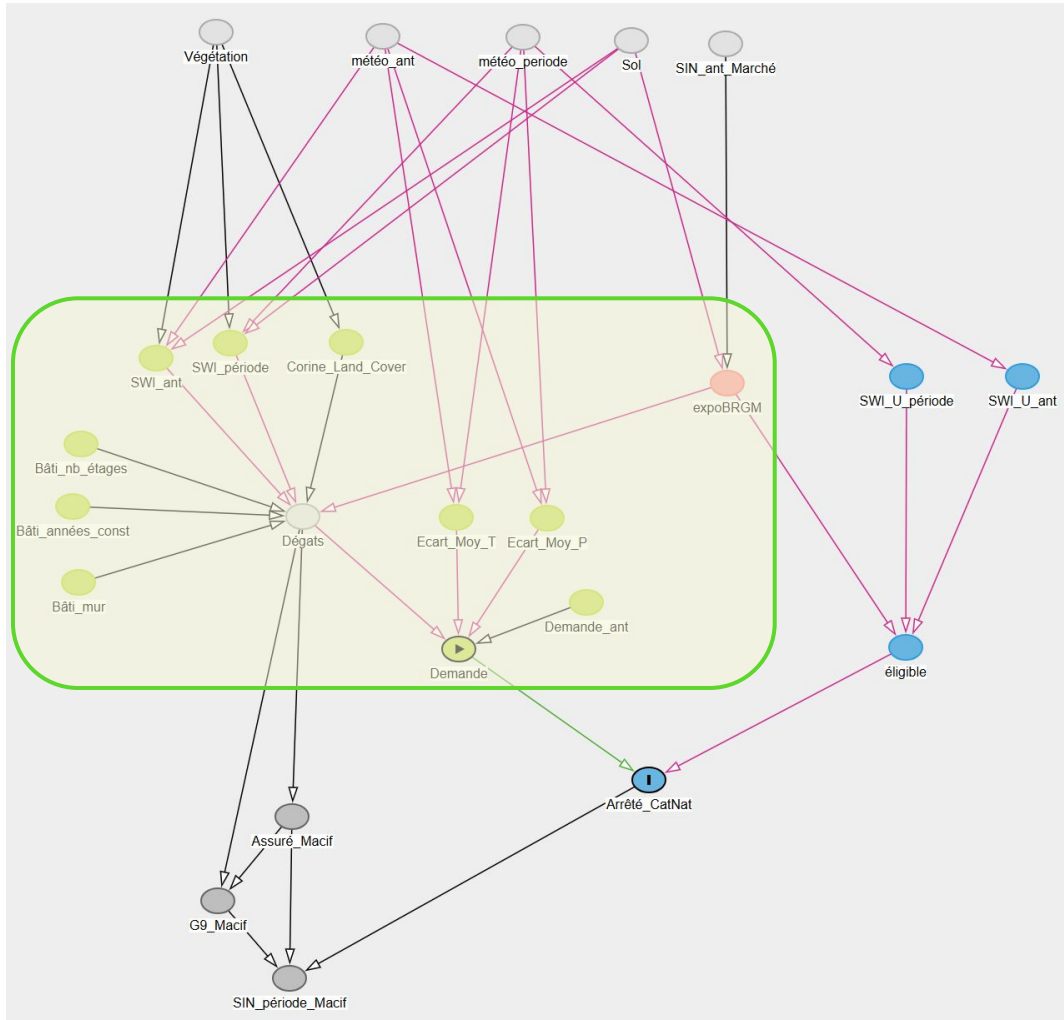
=> on suppose que les décisions d'éligibilité 2024 précédemment estimées s'appliquent

=> il est possible de recréer une **pseudo-cible** contre laquelle **se comparer**

On cherche à estimer la probabilité de reconnaissance CatNat **2024 vue 2024** (pour laquelle les SWI uniformes ne sont pas disponibles)

# 03 Modélisation - dépôt de dossier

## Stratégie de modélisation



### Utilisation des variables :

- SWI physique (disponibles à J+1) par maille SAFRAN
  - données des modèles physiques
- exposition BRGM
- Corine and land cover
- shapefile des communes
- dossiers déclarés par sociétaires avant reconnaissance CatNat (G9)
- le fait que la commune ait déposé un dossier dans l'année (cible)

### Feature engineering :

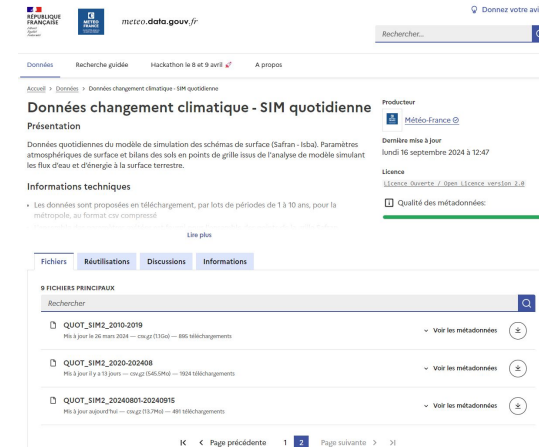
- calcul des excédents annuels et estivaux des variables météo
- variables lags (G9 et cible)

### Jeu de données final :

- une ligne par commune par an
- entraînement de 1989 à 2018
- test de 2019 à 2024

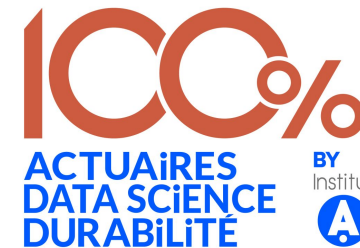
### Modèle :

- Classification binaire
- CatBoost
- loss LogLoss



# 03 Modélisation - dépôt de dossier

## Résultats sur la période 2019-2023

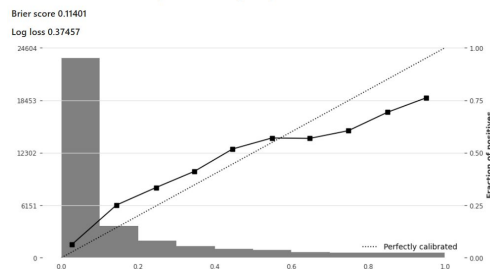


proba - 2019

dépôt - 2019



Proba commune avec dépôt - Année: [2019]

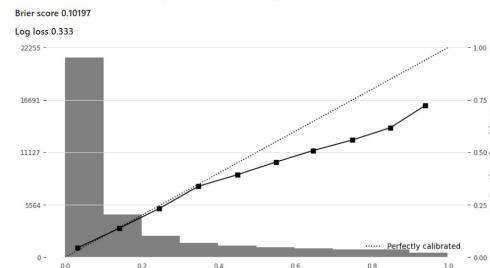


proba - 2020

dépôt - 2020



Proba commune avec dépôt - Année: [2020]

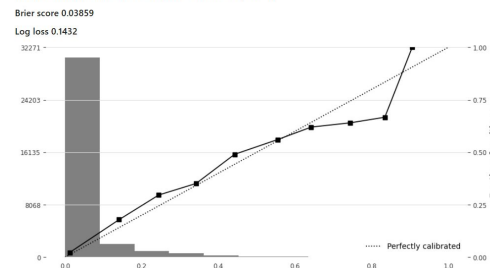


proba - 2021

dépôt - 2021

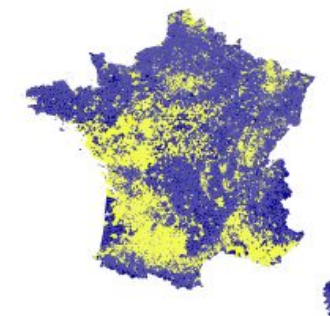


Proba commune avec dépôt - Année: [2021]

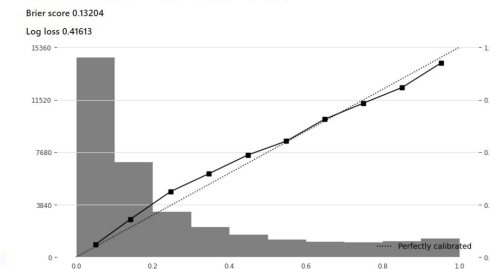


proba - 2022

dépôt - 2022



Proba commune avec dépôt - Année: [2022]

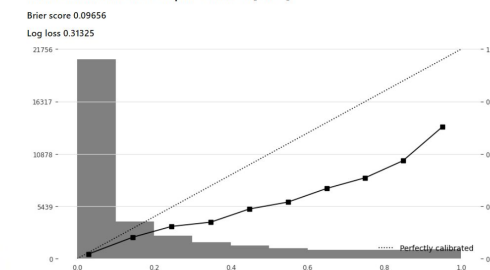


proba - 2023

dépôt - 2023



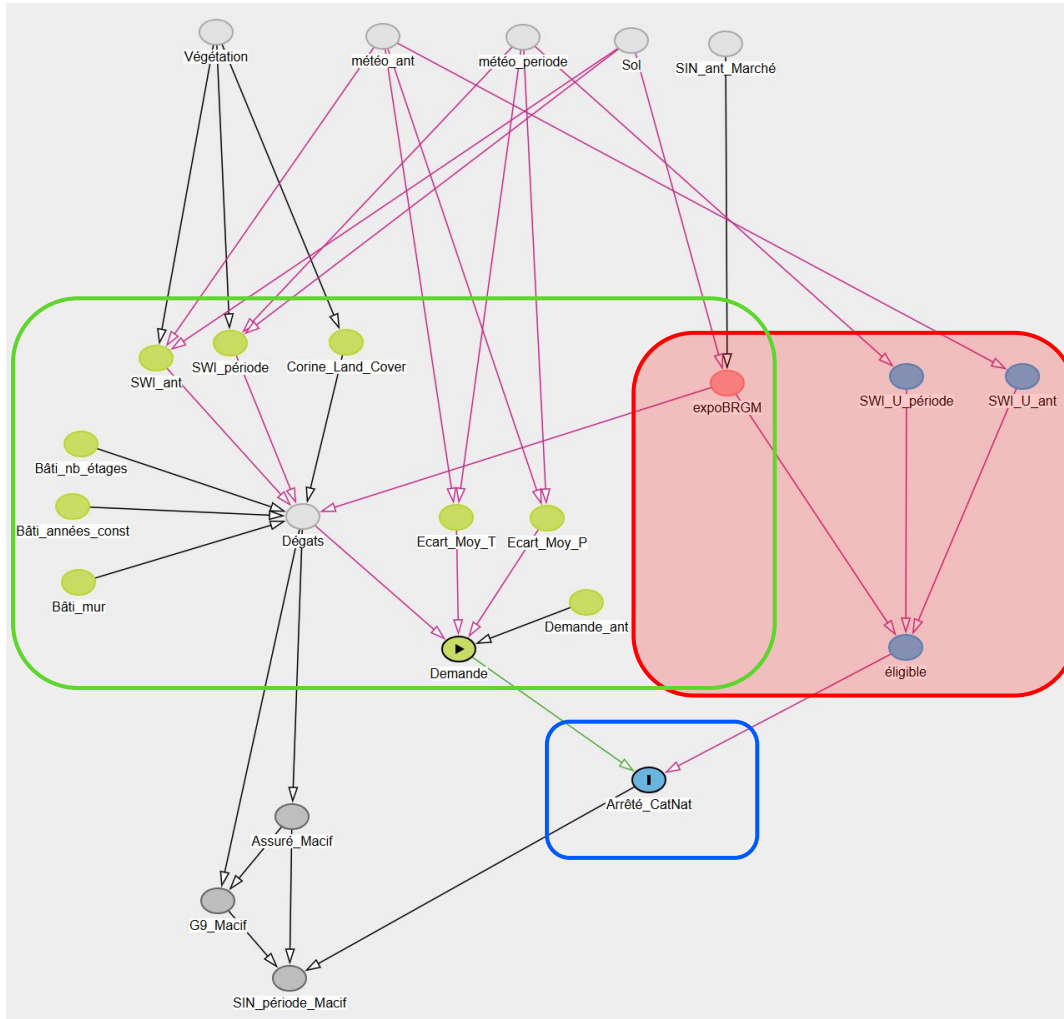
Proba commune avec dépôt - Année: [2023]



De bonnes performances à l'exception de 2023

# 03 Modélisation - estimation SWI\_U et règles d'éligibilité

## Stratégie de modélisation



### Utilisation des variables :

- SWI physique (disponibles à J+1) par maille SAFRAN
  - données des modèles physiques
- exposition BRGM
- Corine and land cover
- shapefile des communes
- pseudo SWI uniforme mensuels par maille SAFRAN(cible)

### Feature engineering :

- calcul des excédents mensuels des variables météo
- variables lags (cible et SWI physique)
- adjacence des communes

### Jeu de données final :

- une ligne par maille par mois
- entraînement de 1969 à 2018
- test de 2019 à 2024

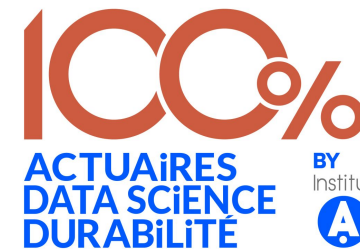
### Modèle :

- séries chronologiques
  - CatBoost
  - loss rmse
  - une chronique par maille
  - modèle FR métropolitaine
  - prédictions conformes pour cône d'incertitude sur horizon de projection
- règles de décisions



# 03 Modélisation - probabilité d'éligibilité base 2024

Résultats sur la période 2019-2023



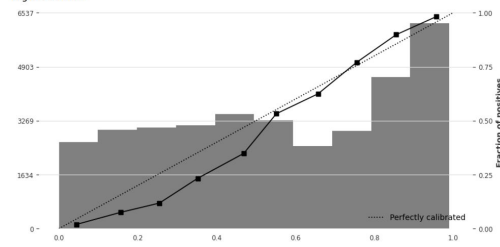
proba - 2019

éligible - 2019



Proba éligible base 2024 - Année: 2019

Brier score 0.13103  
Log loss 0.40898



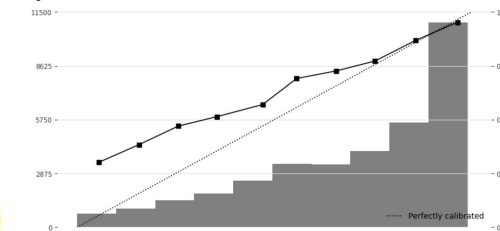
proba - 2022

éligible - 2022



Proba éligible base 2024 - Année: 2022

Brier score 0.15687  
Log loss 0.50019



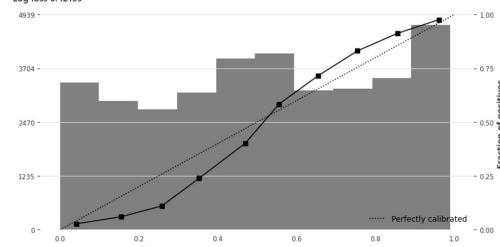
proba - 2020

éligible - 2020



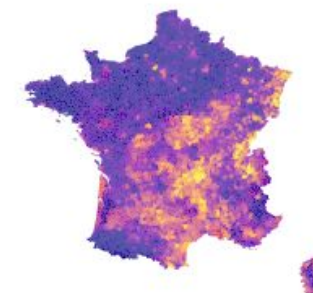
Proba éligible base 2024 - Année: 2020

Brier score 0.13502  
Log loss 0.42159



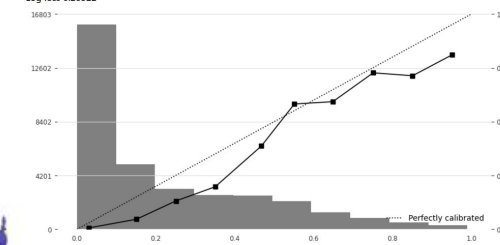
proba - 2023

éligible - 2023



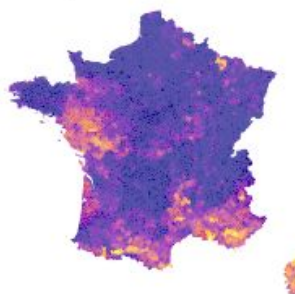
Proba éligible base 2024 - Année: 2023

Brier score 0.06796  
Log loss 0.28322



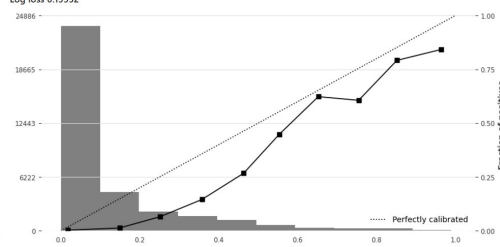
proba - 2021

éligible - 2021



Proba éligible base 2024 - Année: 2021

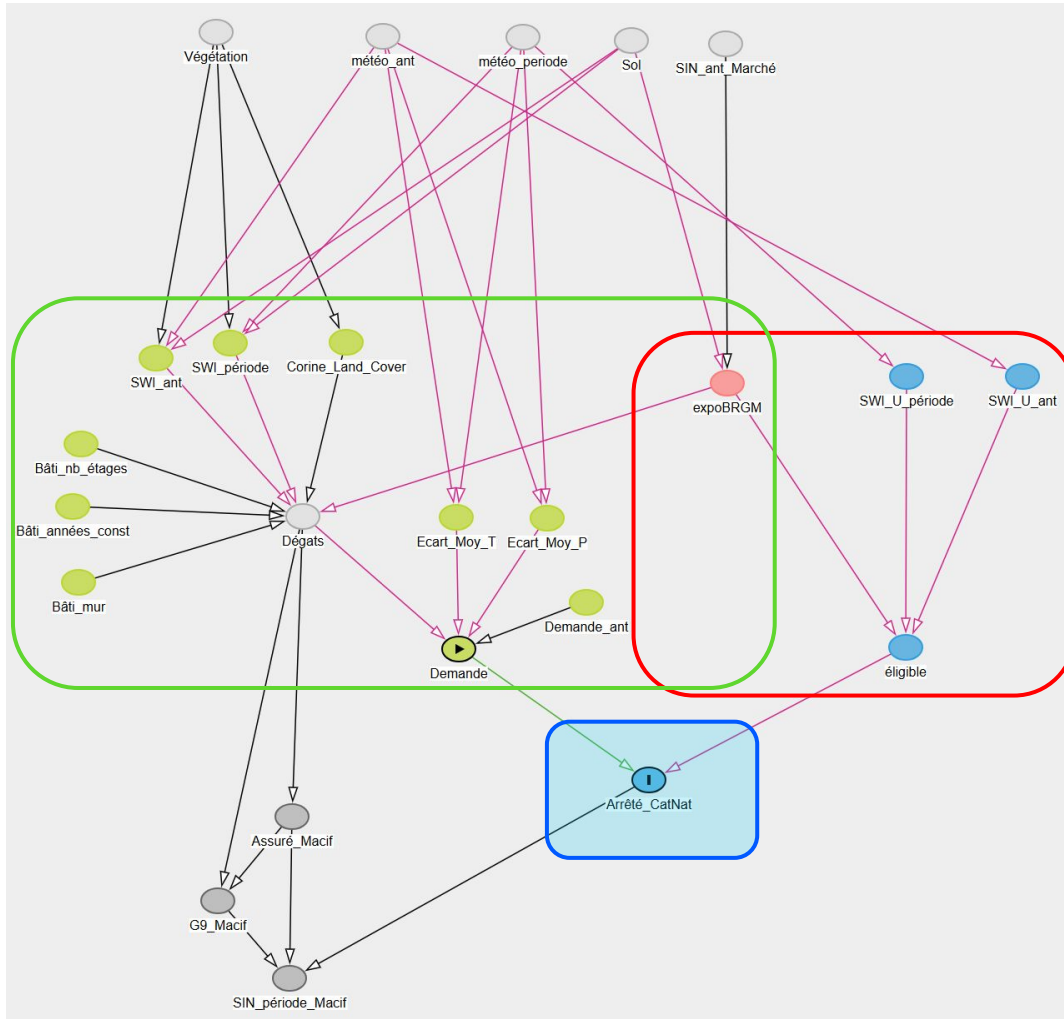
Brier score 0.03742  
Log loss 0.13552



L'application des règles de décision exacerbe les erreurs de calibration

# 03 Modélisation - estimation SWI\_U et règles d'éligibilité

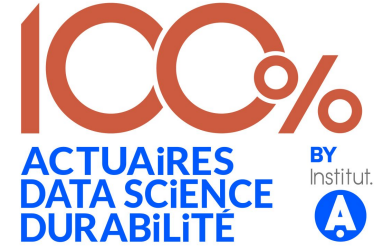
## Stratégie de modélisation



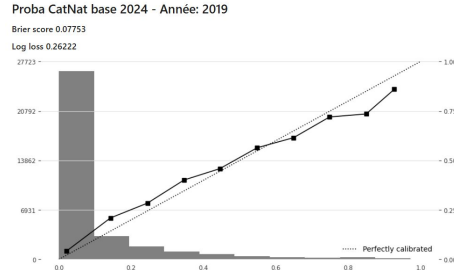
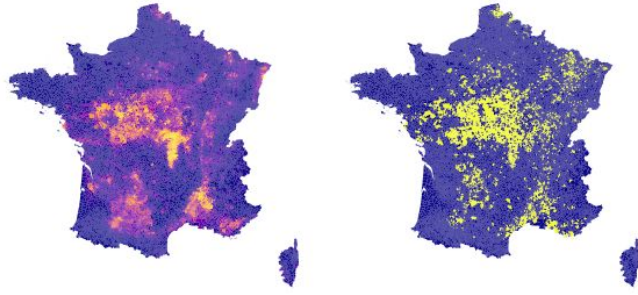
Il ne reste plus qu'à combiner les prédictions des deux modèles

# 03 Modélisation - probabilité CatNat base 2024

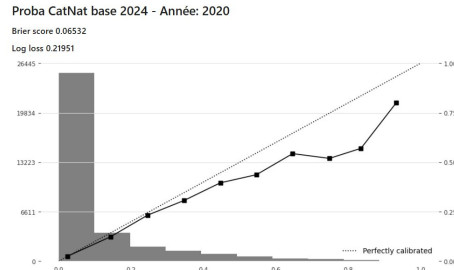
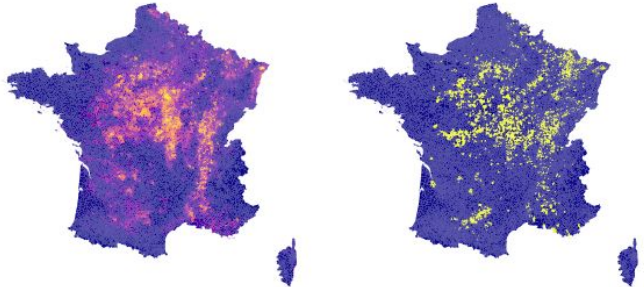
## Résultats sur la période 2019-2023



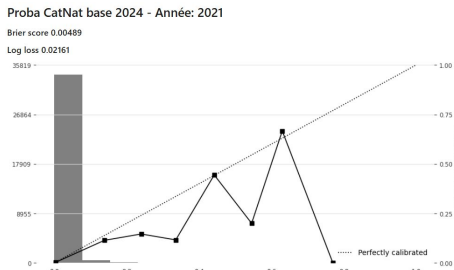
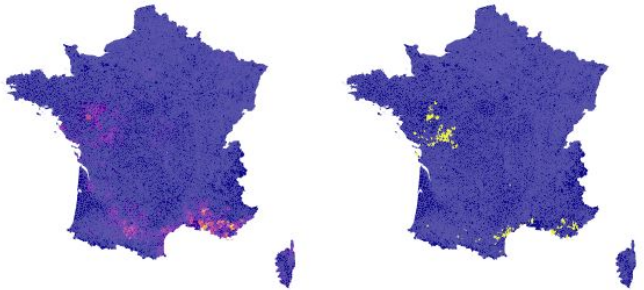
proba CatNat base 2024 - 2019 commune catnat base 2024 - 2019



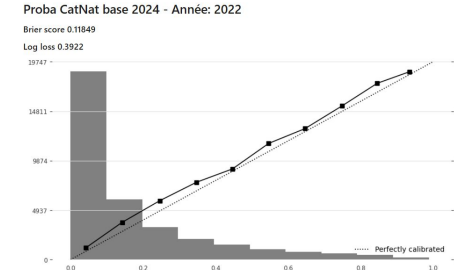
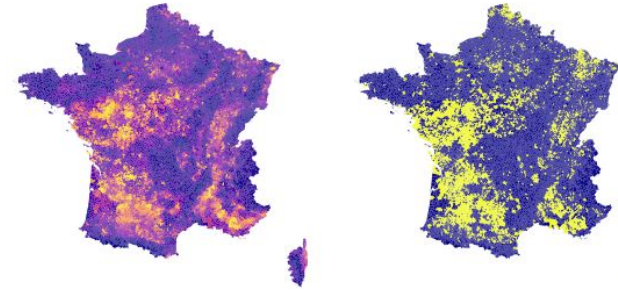
proba CatNat base 2024 - 2020 commune catnat base 2024 - 2020



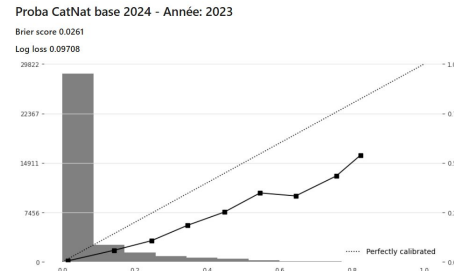
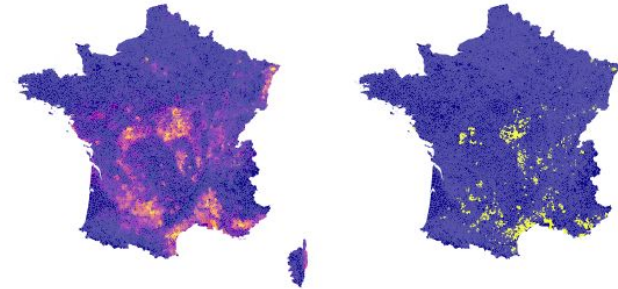
proba CatNat base 2024 - 2021 commune catnat base 2024 - 2021



proba CatNat base 2024 - 2022 commune catnat base 2024 - 2022

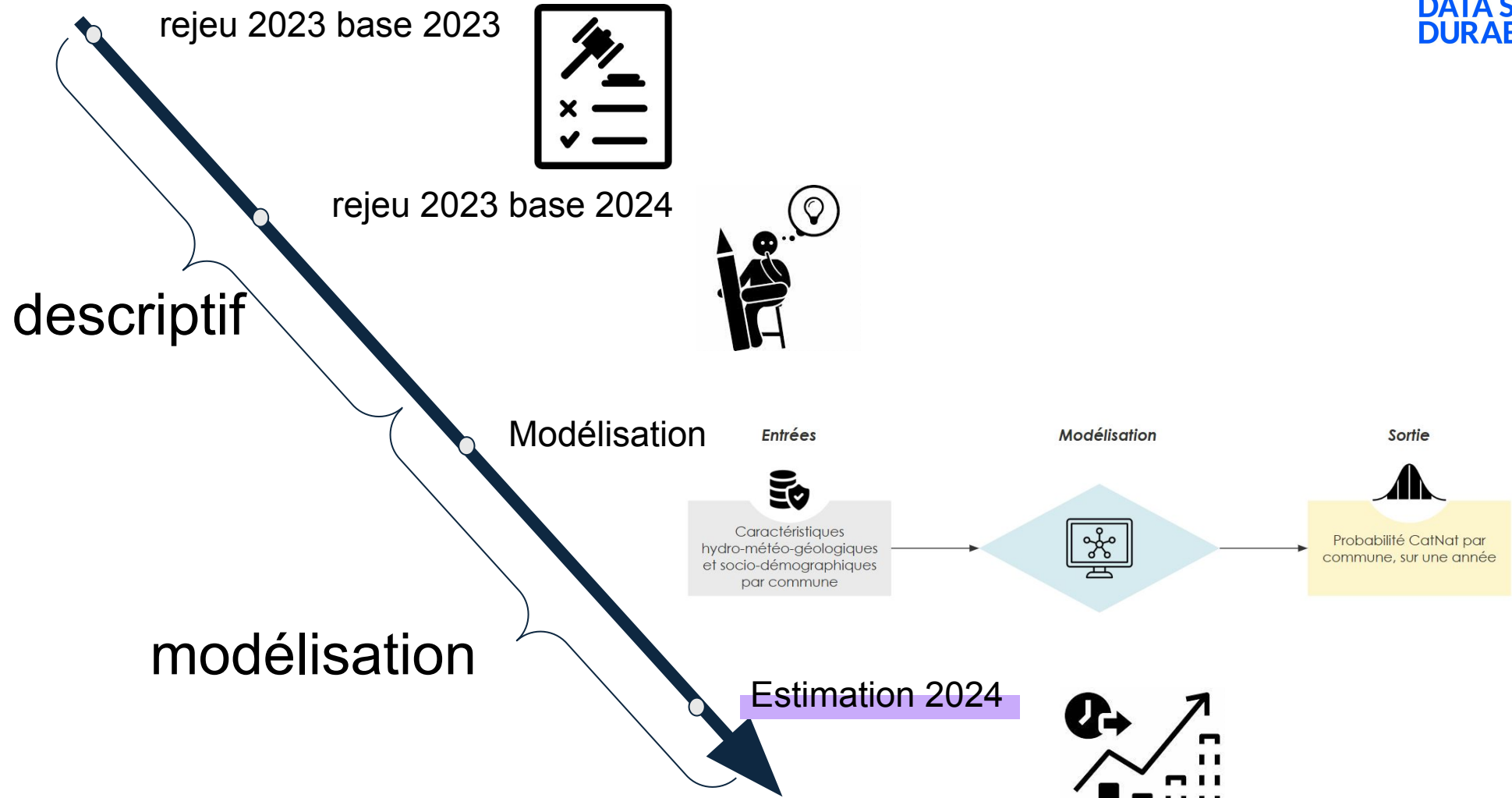


proba CatNat base 2024 - 2023 commune catnat base 2024 - 2023



De bonnes performances à l'exception de 2023 (impact dépôt de dossiers)

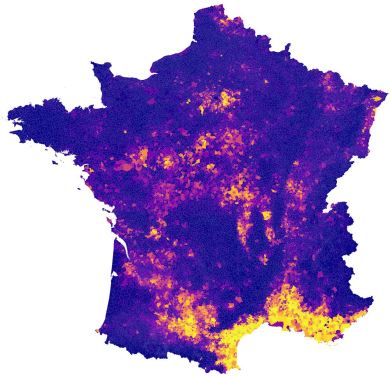
### 03 Approche de modélisation



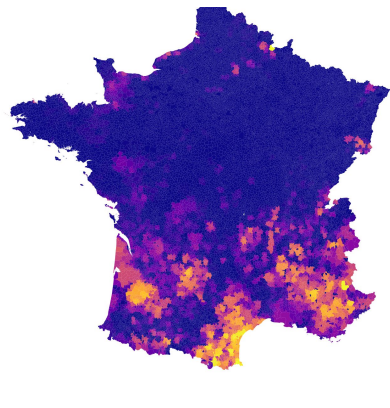
### 03 Estimation 2024

Sur la base des informations à fin octobre 2024 (utilisable Fast Close)

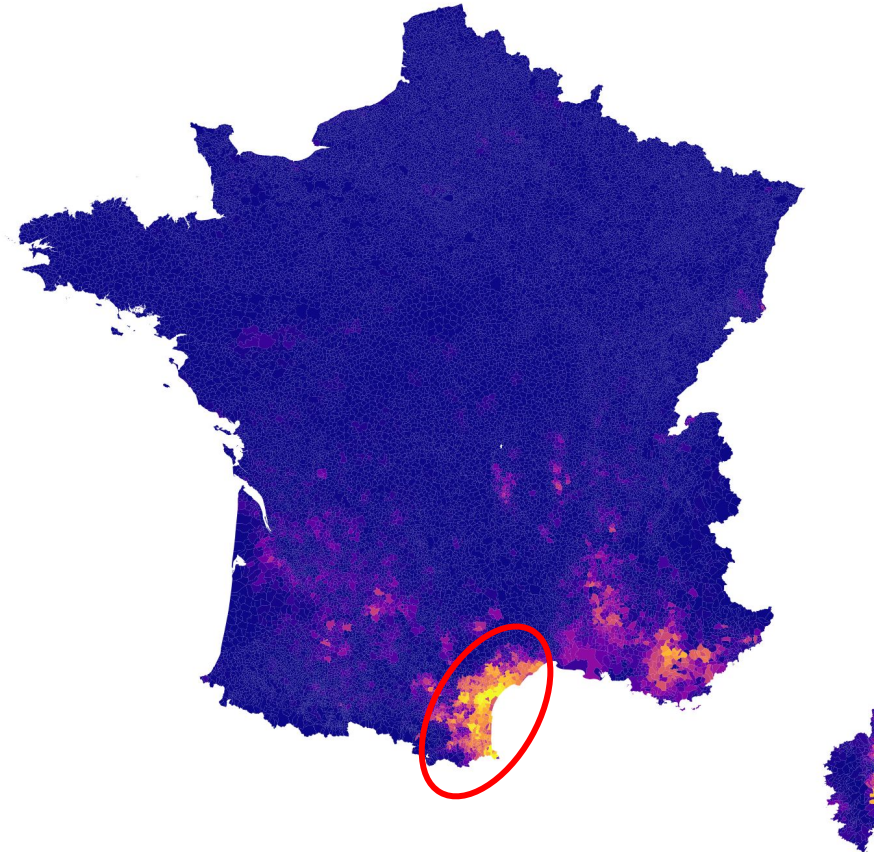
Probabilité de dépôt



Probabilité d'éligibilité



Probabilité de reconnaissance  
CatNat RGA base 2024



Une probabilité principalement concentrée sur les Pyrénées orientales

### 03 Rappel des objectifs

$$E[Y] = \sum_{communes} \left( \underbrace{Pr_{commune}(\text{arrêté catnat})}_{\text{Phénomène Marché}} * \overbrace{Freq_{commune} * Coût Moyen_{commune}}^{\text{Spécifique MACIF}} \right)$$

Phénomène Marché <= objet des travaux

- ✓ On cherche à identifier la probabilité qu'une commune soit reconnue CatNat.
- ✓ Cette probabilité doit être si possible calibrée
- ✓ Nous sommes principalement intéressés par l'impact du changement des critères d'éligibilité introduits par la circulaire
- ✓ approche modulaire rendant possible le back testing

$$P(Y | \hat{Y} = y) \simeq y$$

## 04 Conclusion

## 04 Utilisation de ces travaux et prochaines étapes

$$E[Y] = \sum_{communes} \left( \underbrace{Pr_{commune}(\text{arrêté catnat})}_{\text{Objet des travaux}} * \underbrace{Freq_{commune}}_{\text{Modèle de fréquence}} * \underbrace{Coût Moyen_{commune}}_{\text{Modèle de coût moyen}} \right)$$

Spécifique MACIF

Objet des travaux => **Phénomène Marché**

- ▶ Ces travaux répondent au besoin initial et permettent donc d'anticiper de manière précise dès la fin de première année les communes en reconnaissance CatNat sur le péril sécheresse.
- ▶ À partir de ces éléments disponibles sous la forme d'une probabilité attribuée à chaque commune, des modèles complémentaires devront être réalisés afin d'obtenir le coût global de la sécheresse.

Modèle de fréquence :  
à partir du portefeuille Macif (appartement/maison, année de construction...), estimation du **nombre de sinistres théorique en cas de catnat**

Modèle de coût moyen :  
à partir du portefeuille Macif (appartement/maison, année de construction, somme assurée...), estimation du **coût moyen théorique en cas de catnat**



# Merci !