

Journées d'Études Scientifiques

RNSA – 23 novembre 2018

**Dates de Début de Pollinisation (DDP)
Méthodes statistiques et comparaisons**

**Franck Souverain
METEO-FRANCE - Toulouse
DSM/EC/AGRO**

Plan de la présentation

- 1 – Contexte historique des travaux menés avec le RNSA**
- 2 - Données RNSA et METEO-FRANCE utilisées**
- 3 - Type de modèles retenus pour le calcul des DDP**
- 4 - Résultats de la modélisation version 3 sur l'échantillon d'apprentissage**
- 5 - Evaluation sur les années 2016 – 2017 – 2018 (fourniture opérationnelle)**

2007 : Contacts avec Etienne Cassagne – Thèse au Laboratoire Climat et Santé - Faculté de Médecine de DIJON en collaboration avec le RNSA.

- **Principe : trouver une liaison statistique entre des prédicteurs météo (températures, pluie, humidité...) et la DDP référence calculée d'après les fichiers d'observations du RNSA (= numéro du jour dans l'année).**

2008 - 2009 : MF a mis en œuvre les modèles statistiques d'Etienne Cassagne (appelés version 1) et effectué une fourniture au RNSA.
A la fin 2009, des pistes d'amélioration sont décidées.

Etapes de la modélisation statistique de la DDP à METEO-FRANCE - 2

2010 : Développement de nouveaux modèles statistiques (version 2) par des élèves de l'Ecole Nationale de la Météorologie (ENM – Toulouse).

2011 - 2017 : A destination du RNSA, mise-à-disposition « **opérationnelle** » quotidienne de prévisions de DDP avec ces modèles durant le printemps.

Fin 2017 : après un nouveau stage à l'ENM, élaboration des modèles version 3 – mise en **opérationnel** pour la saison 2018.

Fin 2018 : Validation de la modélisation version 3 sur les années 2016 – 2017 - 2018

2 taxons

- Bouleaux (BO)
- Graminées (GR)

9 sites de mesure RNSA

- Amiens (BO et GR)
- Paris (BO et GR)
- Rouen (BO et GR)
- Nantes (GR)
- Clermont-Ferrand (BO)
- Montluçon (GR)
- Lyon (BO et GR)
- Toulouse (GR)
- Strasbourg (GR)



Observations quotidiennes depuis 1988.

| Site de mesure RNSA | N° de station Météo-France |
|---------------------|----------------------------|
| Amiens | 80379002 |
| Paris | 75114001 |
| Rouen | 76116001 |
| Nantes | 44020001 |
| Clermont-Ferrand | 63113001 |
| Montluçon | 63113001 |
| Lyon | 69029001 |
| Toulouse | 31069001 |
| Strasbourg | 67142001 |

Données du RNSA : détermination des DDP de référence

Le critère de **Lejoly-Gabriel** (LG - 1978) consiste à choisir comme DDP d'un taxon donné, le premier jour où sont remplies les deux conditions suivantes :

- La production pollinique du jour atteint au moins 1% de la production totale de la saison.
- La production cumulée jusqu'à ce jour atteint au moins 5% de la production totale de la saison.

Ce critère s'applique indifféremment aux graminées et aux bouleaux.

La DDP LG calculée sur les observations quotidiennes du RNSA est **notre référence** de la mesure pollinique.

L'objectif final est de modéliser statistiquement cette DDP LG.

Type de modèles utilisés - 1

Basés sur une somme de température : modélisation se rapprochant du développement phénologique des plantes (= unités de chaleur).

- Une **somme de température** est définie par
 - une **date de début de cumul**,
 - une **base**
 - + un **cumul à atteindre qui définit une date de fin.**
- Contribution quotidienne (à la somme de température moyenne)

$$C = \text{Max}(\mathbf{T_{moy}} - \mathbf{BASE}, 0)$$

Exemple :

Température moyenne = 17°

Base = 2°

Contribution au cumul = 15°C

• Cumul =

$$\sum_{\text{date début de cumul}}^{\text{date fin}} C$$

Cumul à atteindre

Type de modèles utilisés - 2

On recherche **LA** somme de température moyenne (STM) qui minimise :

- l'écart entre la DDP LG et la DDP calculée à partir des données historiques de Météo-France,
- sur un échantillon d'apprentissage (1991-2015) toutes villes confondues,
- sur des milliers de combinaison (date de début de cumul, base, cumul à atteindre),
- par taxon.

Au final, on souhaite une STM unique pour les bouleaux et une STM unique pour les graminées.

Résultats sur l'échantillon d'apprentissage 1991-2015

Bouleaux - échantillon d'apprentissage (V3)

Modèle sélectionné - bouleaux

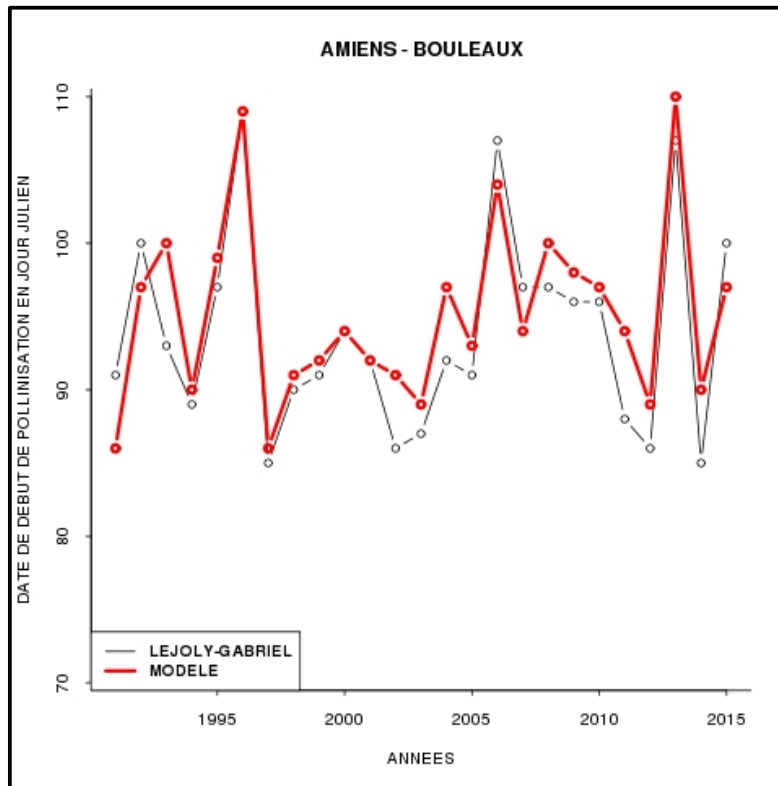
Date de début de cumul au 1er mars

Base du cumul 2°C

Seuil à atteindre 200°C

5 villes (1991-2015) :

- Très bon ajustement
- Résultats meilleurs que l'utilisation de la climatologie



$$EQM = \sqrt{\frac{1}{n} \sum (DDP1 - DDP2)^2}$$

Ecart Quadratique
Moyen = 5.3 jours

Graminées - échantillon d'apprentissage (V3)

Modèle sélectionné - graminées

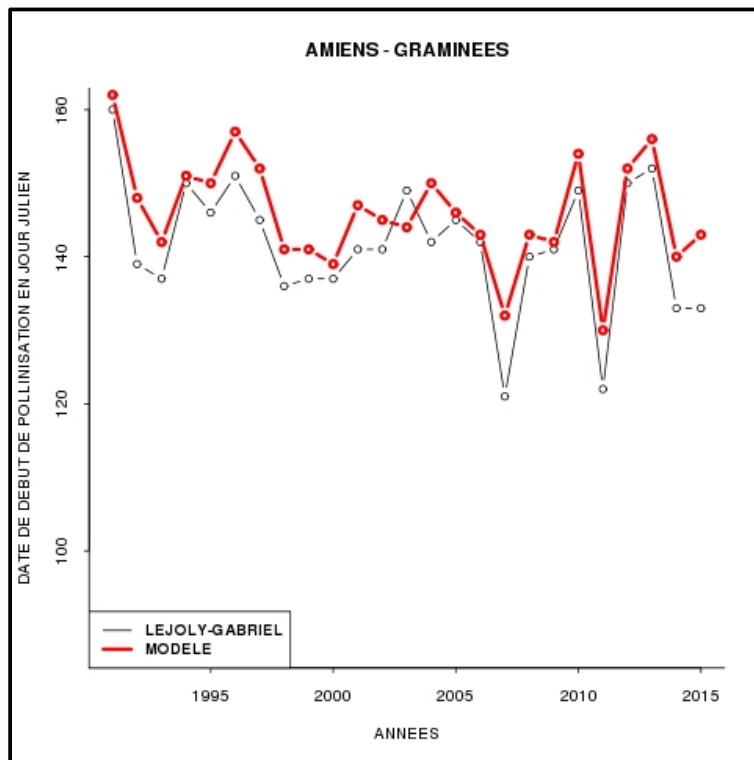
Date de début de cumul au 1er avril

Base du cumul 6°C

Seuil à atteindre 300°C

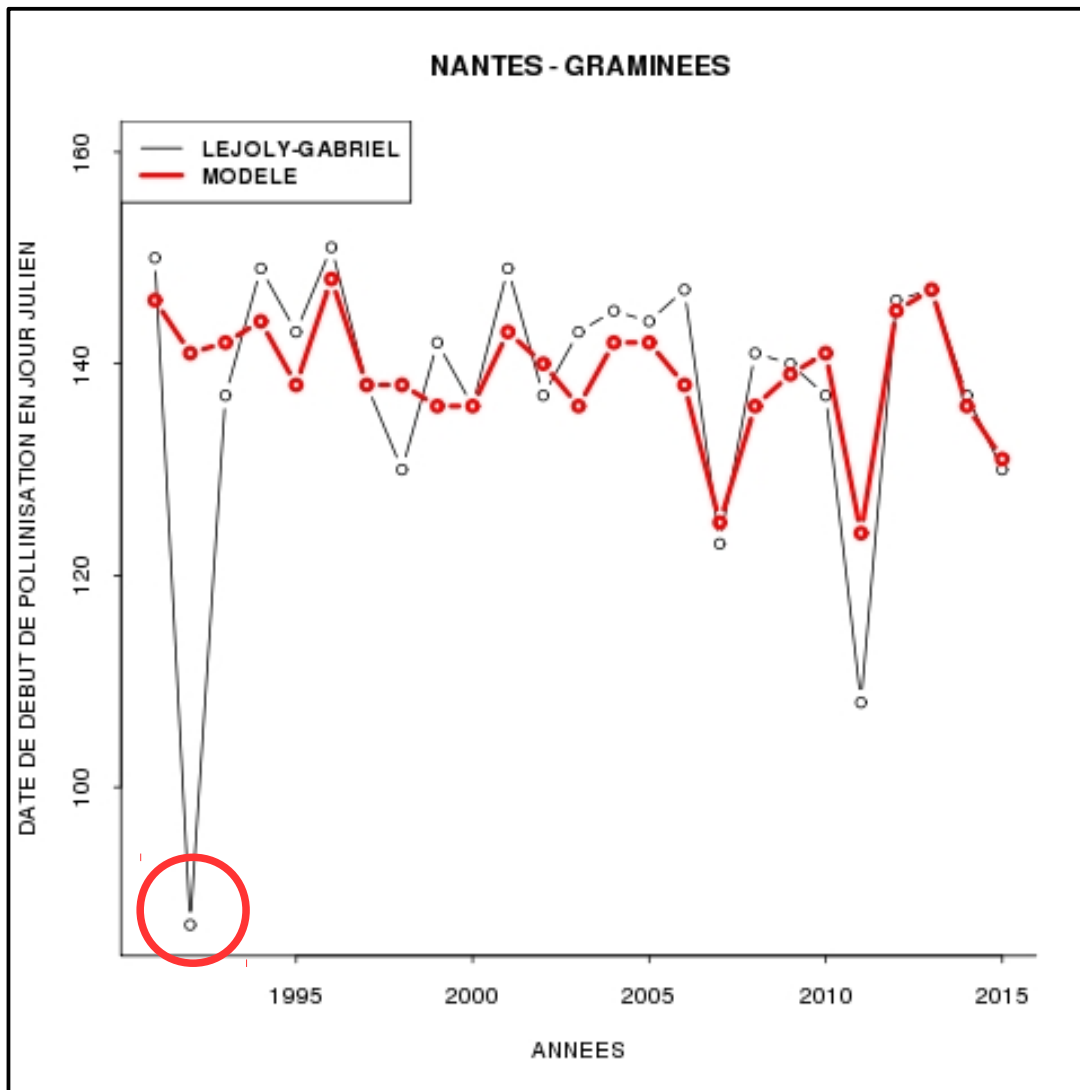
8 villes (1991-2015)

- Très bon ajustement sauf pour Nantes/Paris/Toulouse
- Résultats meilleurs que l'utilisation de la climatologie



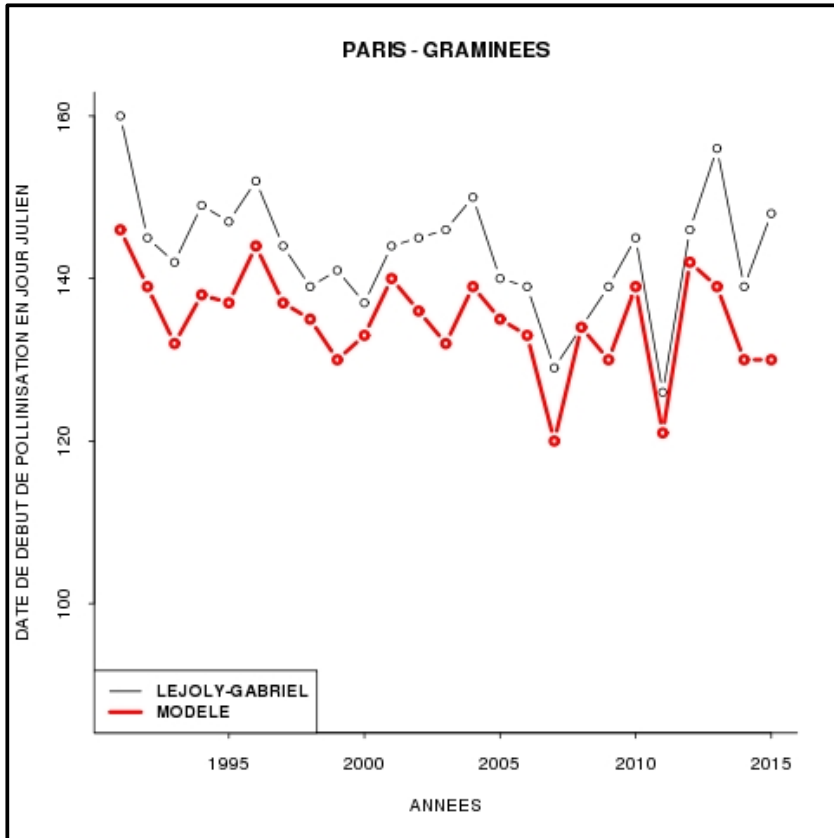
EQM = 8.3 jours

Graminées – Nantes - échantillon d'apprentissage (V3)

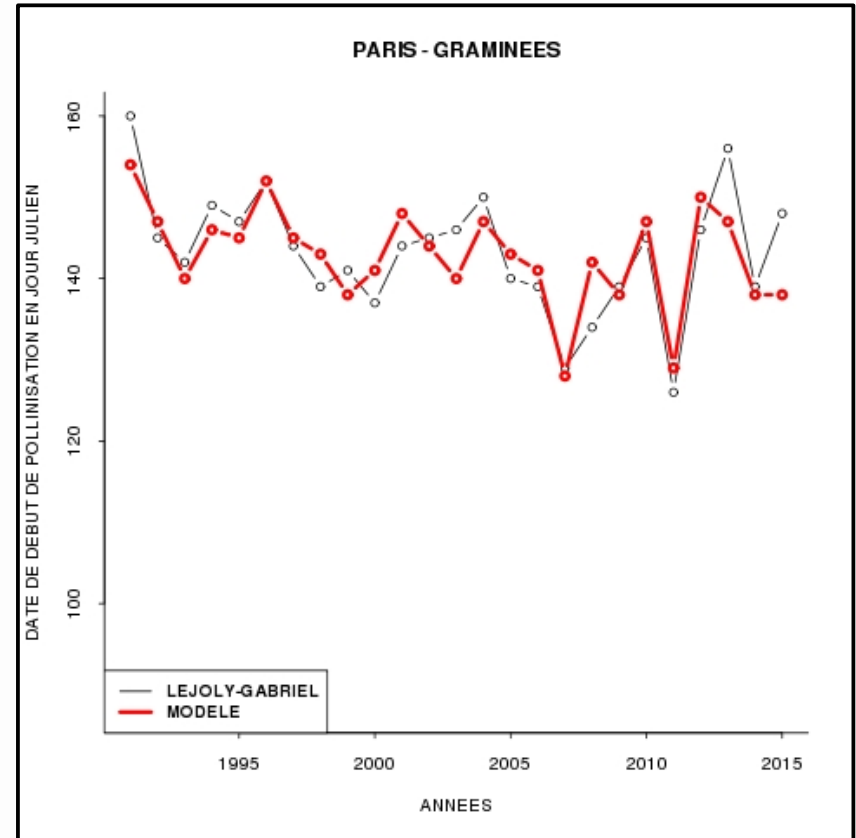


Les résultats très satisfaisants sauf pour 1992 où un problème de mesure a perturbé l'analyse.

Graminées – Paris - échantillon d'apprentissage (V3)

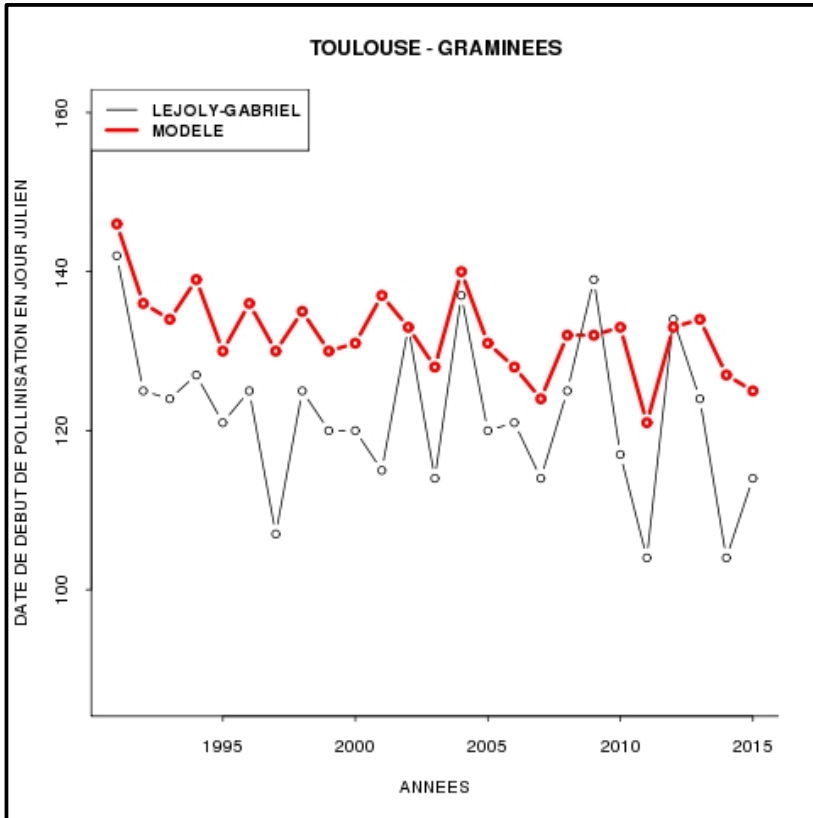


Avant correction de biais (8 jours)
EQM = 9.4 jours



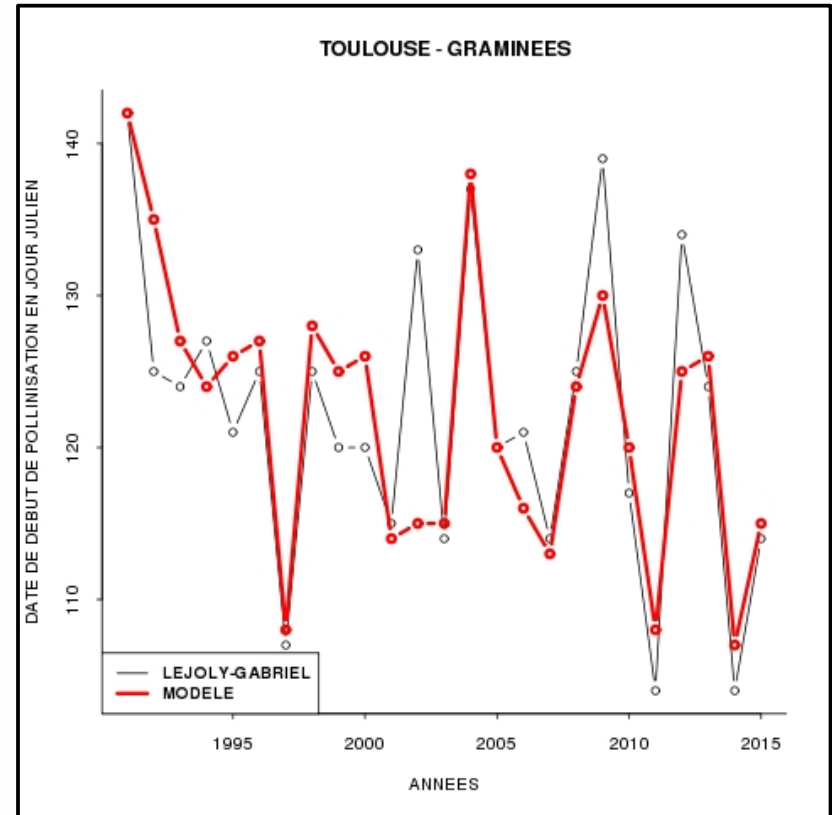
Après correction
EQM = 4.3 jours

Graminées – Toulouse - échantillon d'apprentissage (V3)



Avec la formule commune

~~Date de début de cumul au 1er avril
Base du cumul 6°C
Seuil à atteindre 300°C~~



Avec une formule spécifique (EQM = 5.5 j)

Date de début de cumul au 1er janvier
Base du cumul 10°C
Seuil à atteindre 150°C

Bilan des modèles version 3

1 modèle unique pour les bouleaux.

1 modèle unique pour les graminées sur :

- Amiens,
- Lyon,
- Montluçon,
- Nantes,
- Paris (avec correction),
- Rouen,
- Strasbourg.

1 modèle unique pour les graminées sur Toulouse.



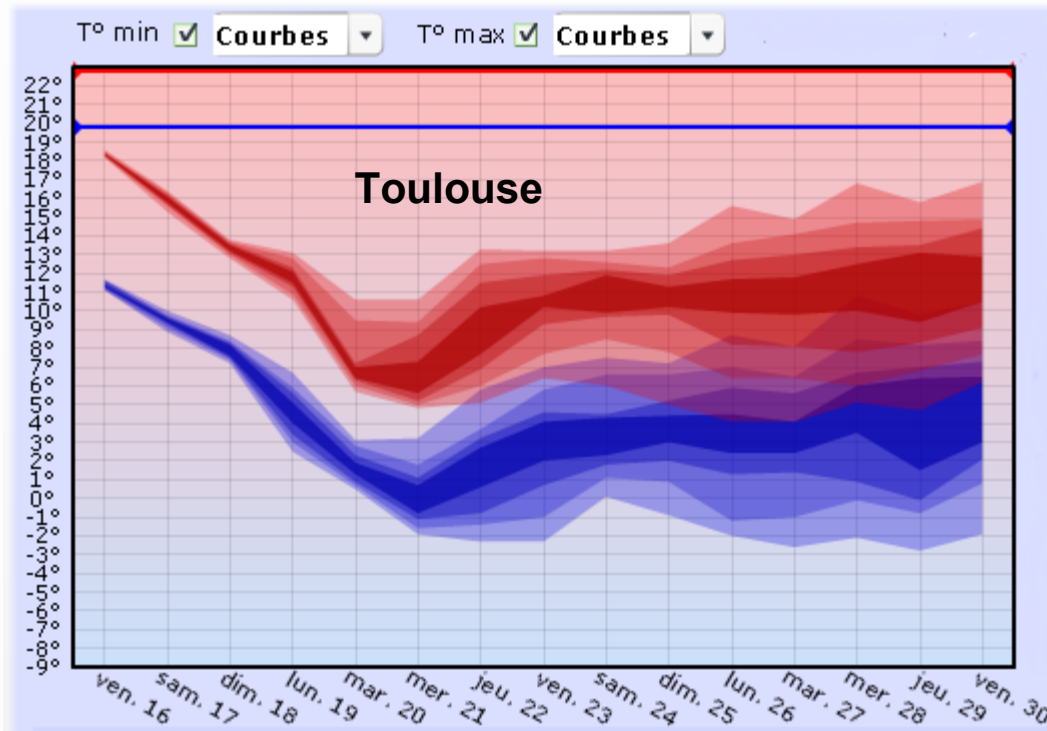
Evaluation sur les années 2016 - 2017 - 2018

Fourniture opérationnelle annuelle : alerte à 14 jours

Observations quotidiennes de températures jusqu'au jour J

· Amiens, Paris, Rouen, Nantes, Clermont-Ferrand,
Montluçon, Lyon, Toulouse, Strasbourg

Prévisions ensemblistes (51 membres) de J+1 à J+14



**Prévisions probabilistes
de DDP à 14 jours
d'échéance**

Toulouse

Date1 : 17 occurrence(s)

Date2 : 30 occurrence(s)

...

Bouleaux sur 2016 - 2017 - 2018

- Les meilleurs résultats sont pour Amiens et Rouen.
- Ils sont conformes à ceux obtenus avec l'échantillon d'apprentissage.
- Il n'y a pas d'année vraiment plus mauvaise qu'une autre.

| AMIENS - BOULEAUX | 2016 | 2017 | 2018 |
|----------------------------|------|------|------|
| LEJOLY GABRIEL (REFERENCE) | 100 | 87 | 98 |
| MODELISATION | 99 | 87 | 97 |
| Ecart | 1 | 0 | 1 |
| MAE | 0,66 | | |
| EQM | 0,81 | | |

| ROUEN - BOULEAUX | 2016 | 2017 | 2018 |
|----------------------------|------|------|------|
| LEJOLY GABRIEL (REFERENCE) | 101 | 88 | 97 |
| MODELISATION | 101 | 87 | 98 |
| Ecart | 0 | 1 | -1 |
| MAE | 0,66 | | |
| EQM | 0,81 | | |

| CLERMONT - BOULEAUX | 2016 | 2017 | 2018 |
|----------------------------|------|------|------|
| LEJOLY GABRIEL (REFERENCE) | 97 | 88 | 98 |
| MODELISATION | 98 | 85 | 90 |
| Ecart | -1 | 3 | 8 |
| MAE | 4 | | |
| EQM | 4,96 | | |

| LYON - BOULEAUX | 2016 | 2017 | 2018 |
|----------------------------|------|------|------|
| LEJOLY GABRIEL (REFERENCE) | 90 | 76 | 92 |
| MODELISATION | 94 | 82 | 90 |
| Ecart | -4 | -6 | 2 |
| MAE | 4 | | |
| EQM | 4,32 | | |

| PARIS - BOULEAUX | 2016 | 2017 | 2018 |
|----------------------------|------|------|------|
| LEJOLY GABRIEL (REFERENCE) | 101 | 85 | 96 |
| MODELISATION | 94 | 83 | 92 |
| Ecart | 7 | 2 | 4 |
| MAE | 4,33 | | |
| EQM | 4,79 | | |

RESULTATS TRES SATISFAISANTS

Graminées sur 2016 - 2017 - 2018

- Les meilleurs résultats sont pour Strasbourg, Paris et Lyon.
- Pour les 5 autres villes, il y a toujours une des 3 années avec un gros écart (+ de 8 jours).
- Les résultats sont conformes à ceux obtenus avec l'échantillon d'apprentissage.
- 2017 est la meilleure année (EQM = 4.5 jours seulement).

| STRASBOURG - GRAMINEES | 2016 | 2017 | 2018 |
|----------------------------|------|------|------|
| LEJOLY GABRIEL (REFERENCE) | 147 | 143 | 128 |
| MODELISATION | 143 | 139 | 126 |
| Ecart | 4 | 4 | 2 |
| MAE | 3,33 | | |
| EQM | 3,46 | | |

| PARIS - GRAMINEES | 2016 | 2017 | 2018 |
|----------------------------|------|------|------|
| LEJOLY GABRIEL (REFERENCE) | 147 | 137 | 132 |
| MODELISATION | 146 | 144 | 134 |
| Ecart | 1 | -7 | -2 |
| MAE | 3,33 | | |
| EQM | 4,24 | | |

| LYON - GRAMINEES | 2016 | 2017 | 2018 |
|----------------------------|------|------|------|
| LEJOLY GABRIEL (REFERENCE) | 126 | 137 | 123 |
| MODELISATION | 134 | 136 | 124 |
| Ecart | -8 | 1 | -1 |
| MAE | 3,33 | | |
| EQM | 4,69 | | |

| MONTLUCON - GRAMINEES | 2016 | 2017 | 2018 |
|----------------------------|-------|------|------|
| LEJOLY GABRIEL (REFERENCE) | 148 | 145 | 147 |
| MODELISATION | 145 | 142 | 128 |
| Ecart | 3 | 3 | 19 |
| MAE | 8,33 | | |
| EQM | 11,23 | | |

| NANTES - GRAMINEES | 2016 | 2017 | 2018 |
|----------------------------|------|------|------|
| LEJOLY GABRIEL (REFERENCE) | 127 | 137 | 135 |
| MODELISATION | 144 | 137 | 132 |
| Ecart | -17 | 0 | 3 |
| MAE | 6,66 | | |
| EQM | 9,96 | | |

RESULTATS SATISFAISANTS,
 cependant moins bons que pour les bouleaux.

Merci