

FICHE

**Prévisions climatiques saisonnières et
analyse de la probabilité et de la
temporalité de présence des pucerons**

**Mise à jour avec les données initialisées au
1^{er} janvier 2022**

SOMMAIRE

1. DESCRIPTION DE LA METHODE	2
1.1. Sources de données climatiques.....	2
1.1.1. <i>Système de prévision de Météo-France</i>	3
1.1.2. <i>Système de prévision COPERNICUS</i>	3
1.1.3. <i>Système de prévisions mensuelles ECMWF</i>	4
1.2. Prédiction du risque « jaunisse ».....	4
2. RESULTATS DES ANALYSES	4
2.1. Résultats des projections Copernicus.....	4
2.2. Résultats des projections sur le modèle de Météo-France	8
2.3. Probabilité des dates d'arrivée des pucerons (ou date des premiers vols).....	11
3. CONCLUSION	14

Le présent document, destiné à l'information du Gouvernement, constitue une version complétée de l'annexe V relative aux prévisions climatiques saisonnières et à l'analyse de la probabilité et de la temporalité de présence des pucerons de la note transmise aux membres du conseil de surveillance le 17 décembre dernier.

Les principaux apports¹, en police de couleur bleue, résident dans l'insertion des données de prévisions climatiques saisonnières de Météo-France initialisées au 1^{er} janvier 2022 et d'informations issues des prévisions mensuelles du centre de prévision européen (ECMWF, cf. *infra* § 1.1.3).

Les membres du conseil de surveillance ont été informés lors de la réunion de ce dernier le 21 décembre 2021 que le Gouvernement analyserait ces données dans le cadre de ses arbitrages sur la prise d'un arrêté permettant l'emploi de semences traitées à l'imidaclopride ou au thiamétoxame pour les semis 2022 de betteraves sucrières.

L'objectif de cette fiche est d'analyser les informations issues des prévisions climatiques saisonnières et les éléments issus des simulations. Ceci doit nous renseigner sur deux points :

- ◆ d'une part, sur le risque d'occurrence de pucerons, vecteurs des viroses de la betterave ;
- ◆ d'autre part, sur les temporalités de la présence des pucerons puisque les arrivées précoces, sur des betteraves jeunes, sont plus susceptibles d'engendrer des symptômes de viroses marqués (jaunissements de feuilles).

Cela conduit à une diminution de l'activité photosynthétique et donc à des baisses de rendement (racines et sucre), avec les incidences sur l'économie des exploitations et des industries sucrières.

L'analyse des données doit plus précisément porter sur la possibilité que nous avons d'écarter un risque significatif d'occurrence précoce, en absence de mesure prophylactique et/ou curative actionnable à grande échelle en 2022.

La méthode retenue l'an dernier s'appuyait sur une analyse des modèles de prévisions climatiques saisonnières.

Ces dernières fournissent les grandes tendances de certains paramètres météorologiques, comme les températures, pour les mois à venir, à l'échelle de vastes régions (au moins 1000 km sur 1000 km). À ces échéances, les variations de la température, de la salinité et des courants des océans, notamment tropicaux, ont des influences significatives sur l'évolution de l'atmosphère. Les variations de la glace de mer et des surfaces continentales (humidité du sol, couverture de neige) jouent aussi un rôle dans l'évolution de l'atmosphère. Pour produire les prévisions saisonnières, on utilise donc des modèles climatiques globaux qui simulent l'évolution de l'atmosphère, des océans, des glaces de mer et leurs interactions. Les prévisions saisonnières sont des prévisions probabilistes et leur niveau de performance qui dépend notamment de la zone géographique, est limité en Europe pour les températures hivernales. Météo-France produit chaque mois un bulletin expertisé pour les tendances saisonnières à trois mois sur l'Europe analysant le contexte climatique et les prévisions des modèles climatiques.

Les températures moyennes en automne et en hiver sont pertinentes à deux titres pour le risque de jaunisse sur la betterave.

Tout d'abord, elles donnent une indication sur la capacité de survie des pucerons pendant l'hiver, et, plus largement, sur la persistance de l'ensemble de la chaîne trophique intégrant pucerons et auxiliaires.

¹ Les rectifications mineures de mise en forme n'ont pas été retracées.

Par ailleurs, elles informent sur la date d'occurrence des premiers vols de pucerons virulifères, ce point étant largement et efficacement décrit par la relation entre la température moyenne au cours des mois de janvier-février et la date des premiers vols de pucerons. Le modèle utilisé mobilise la température sur la période 01/01–14/02.

Cependant, des conditions climatiques moyennes favorables peuvent être contrecarrées par des épisodes de gel intense, défavorables au développement de la maladie. Par ailleurs, le climat ne détermine pas à lui seul le risque de maladie. Bien d'autres facteurs entrent en ligne de compte comme les virus disponibles dans l'environnement, l'état des réservoirs initiaux, l'environnement paysager. Ces limitations sont à prendre en compte dans l'analyse de la valeur prédictive des résultats.

1. Description de la méthode

Sont décrites dans cette partie les problématiques de sources de données et de méthodes utilisées pour prédire la date d'arrivée des pucerons en 2022.

1.1. Sources de données climatiques

Les analyses ont été réalisées en utilisant les deux sources d'informations principales suivantes :

- ◆ les prévisions débiaisées réalisées par le système de prévisions saisonnières de Météo-France ajusté aux observations passées qui permet une analyse numérique détaillée, en particulier des probabilités de dates d'arrivée de pucerons ;
- ◆ les prévisions brutes disponibles sur le service européen C3S (*Copernicus Climate Change Service*) qui regroupe les prévisions saisonnières de plusieurs agences météorologiques de par le monde ; elles sont disponibles sous forme de synthèses cartographiques par trimestres à l'échelle européenne².

Les deux sources de données qui ont été utilisées diffèrent par leurs niveaux de corrections et de post-traitement consécutifs aux simulations climatiques. Celles-ci présentent des biais qu'il est nécessaire de corriger pour réaliser des interprétations quantitatives des prévisions. Ces biais ont pour origine la physique des modèles qui n'est qu'une représentation imparfaite de la réalité du fonctionnement climatique tant au niveau des processus que de la prise en compte des hétérogénéités spatiales (classiquement, les modèles utilisent des mailles de calculs de plusieurs dizaines de kilomètres). Les prévisions sont initialisées au premier jour de chaque mois.

En complément, une troisième source de données est utilisée dans cette nouvelle version de la note : les prévisions mensuelles fournies par le centre européen ECMWF. Les prévisions mensuelles portent sur des périodes de quelques semaines (six semaines pour ECMWF). Elles sont réalisées de manière assez similaire aux prévisions saisonnières, mais elles se basent sur des modèles plus détaillés, en particulier avec une meilleure résolution spatiale. Ces informations sont utilisées ici dans l'objectif de vérifier la cohérence des prévisions saisonnières de Météo-France initialisées au 1^{er} janvier, donc au début de la période ciblée pour les calculs de probabilité de date d'arrivée des pucerons.

² Site des données Copernicus :

https://climate.copernicus.eu/charts/c3s_seasonal/?facets=Parameters,T2m&time=2021110100,720,2021120100&type=terc_lo&rea=area01

1.1.1. Système de prévision de Météo-France

Pour le système de prévision de Météo-France, les prévisions saisonnières sont réalisées à partir de 51 simulations (appelées « membres »). Chacune d'elles correspond à une initialisation différente du modèle et produit une réalisation climatique cohérente pour les sept mois suivants. Ces simulations diffèrent en général l'une par rapport à l'autre et la prévision saisonnière est effectuée en analysant l'ensemble des simulations de manière probabiliste en recherchant les tendances futures. Dans le cas des températures, l'analyse porte sur la probabilité d'avoir une tendance chaude (Q3, tercile haut), froide (Q1, tercile bas) ou « normale » (ou « moyenne ») (Q2).

Les données élaborées par Météo-France ont été « débiaisées ». Les biais, qui ne sont pas constants dans l'espace, ni dans le temps, ont été déterminés en comparant les simulations du modèle de prévision sur la période 1993-2016 aux observations météorologiques. Dans un second temps, ces biais sont utilisés pour corriger les simulations des prévisions saisonnières. Les données sont finalement fournies à une résolution spatiale de 8 km par 8 km³.

1.1.2. Système de prévision COPERNICUS

Les données COPERNICUS proviennent des systèmes de prévisions saisonnières de différentes agences météorologiques :

- ◆ DWD (Deutscher Wetterdienst, Allemagne) ;
- ◆ CMCC (Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici, Italie) ;
- ◆ NCEP (National Centers for Environmental Prediction, Etats-Unis) ;
- ◆ JMA (Japan Meteorological Agency, Japon) ;
- ◆ ECCC (Environment and Climate Change Canada) ;
- ◆ MF (Météo-France)
- ◆ Met Office (Grande-Bretagne) ;
- ◆ ECMWF (centre européen de prévision à moyen terme).

La prévision dénommée « *C3S multisystem* » combine les prévisions de ces différents centres.

Les données COPERNICUS sont à basse résolution spatiale et directement issues des simulations par les modèles climatiques respectifs de chaque agence, donc non débiaisées. De ce fait, elles ne peuvent pas être utilisées pour des analyses quantitatives. Elles fournissent néanmoins des informations qualitatives très intéressantes qui permettent de renforcer l'analyse de la variabilité des résultats entre les différentes simulations. Cette variabilité peut être importante, exprimant la plus ou moins grande fiabilité des prévisions. La comparaison du modèle de Météo-France au multi-modèle « C3S » permet de qualifier la confiance que l'on peut accorder au jeu de données quantitatif basé sur ce seul modèle.

Il est précisé que le « débiaisage » de ces modèles nécessiterait la mise en place d'une chaîne de calcul qui n'existe pas actuellement et prendrait plusieurs mois, et ne permettrait pas l'instruction de la présente demande. **Les données initialisées au 1^{er} janvier n'étant pas disponibles, seules les données initialisées au 1^{er} novembre et au 1^{er} décembre qui ont été présentées dans la version précédente de cette note ont été utilisées.**

³ La page <https://meteofrance.fr/actualite/publications/les-publications-de-meteo-france/les-dernieres-previsions-saisonnieres>, présente une analyse finalisée des prévisions saisonnières.

1.1.3. Système de prévisions mensuelles ECMWF

Nous utilisons ici les informations diffusées par ECMWF qui donnent les probabilités d'appartenance aux 3 terciles Q1 (tercile inférieur : froid), Q2 (tercile médian : normal) et Q3 (tercile supérieur : chaud) des températures hebdomadaires moyennes pour chacune des 6 prochaines semaines⁴. Ces probabilités sont calculées à partir d'un ensemble de 51 simulations. Les cartes présentées dans cette note résultent d'un « post-processing » réalisé à Météo-France qui permet une interprétation plus aisée cartes originelles.

1.2. Prédiction du risque « jaunisse »

Le risque jaunisse dépend de la date d'inoculation des virus par les pucerons. Plus les betteraves sont contaminées à un stade jeune, plus l'impact sur la croissance et le rendement racine et sucre sera important. Les travaux de Qi et al. (2004) ont montré qu'il existe une corrélation entre la moyenne de la température entre le 1^{er} janvier et le 14 février et la date des premières captures de pucerons. Cette corrélation a été confirmée par Dewar et Qi en 2021 en tenant compte des années récentes dans l'analyse. Des dates d'arrivée de pucerons sont calculées en appliquant l'équation de Qi aux simulations climatiques de Météo-France. Les 51 simulations climatiques permettent ainsi de calculer une probabilité d'arrivée avant une date donnée. Cette probabilité peut être considérée comme un premier indicateur du risque de jaunisse.

Par ailleurs, les plantes adultes sont naturellement plus résistantes aux pucerons et à la transmission virale. Ce stade est atteint au plus tôt au 1^{er} juin pour les années les plus précoces, à un stade proche de 10-12 feuilles. Le 1^{er} juin a donc été défini comme la date à partir de laquelle la sensibilité des betteraves à la jaunisse diminue fortement pour calculer un second indicateur : la probabilité moyenne d'une arrivée de pucerons avant cette date.

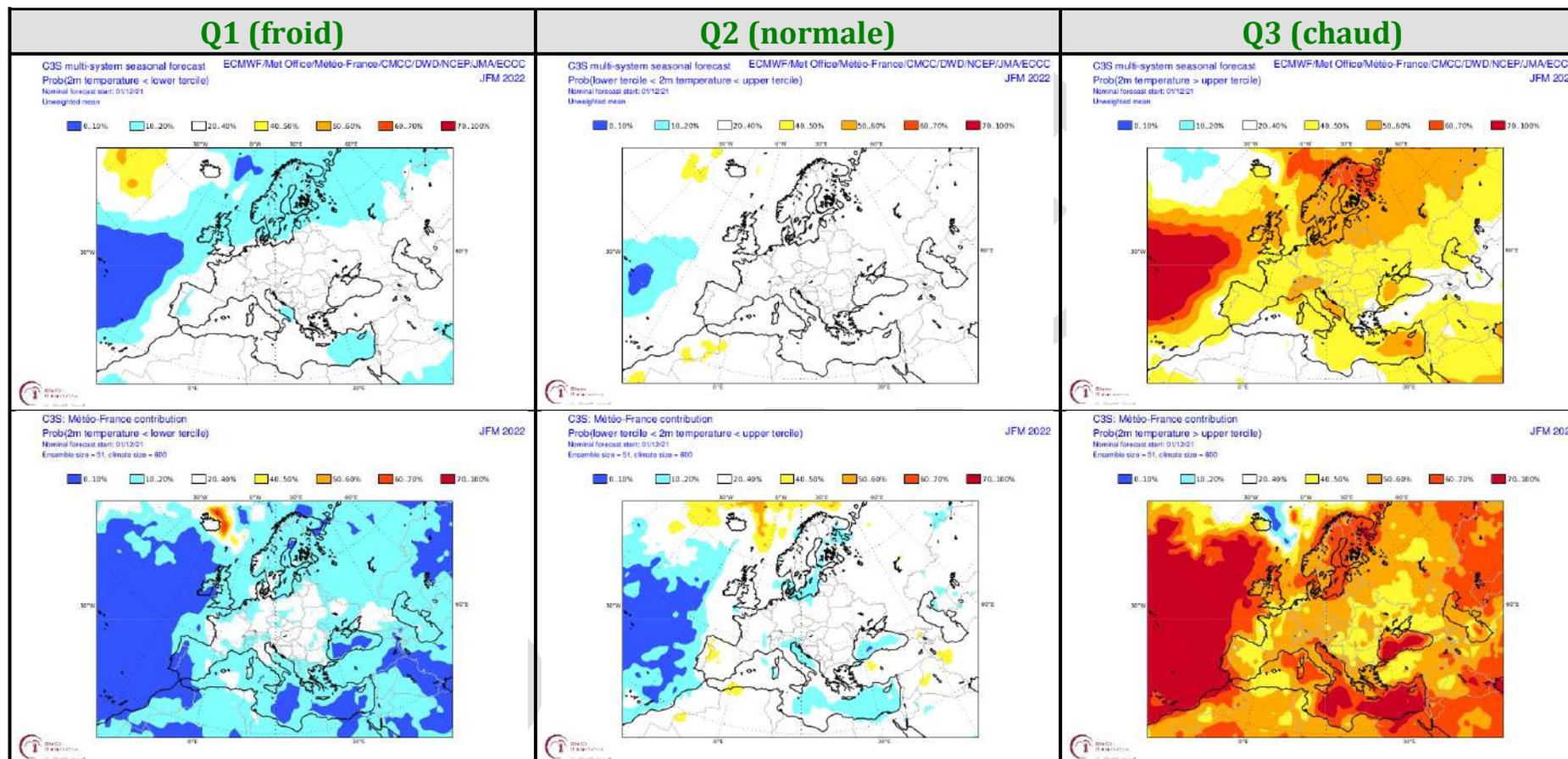
2. Résultats des analyses

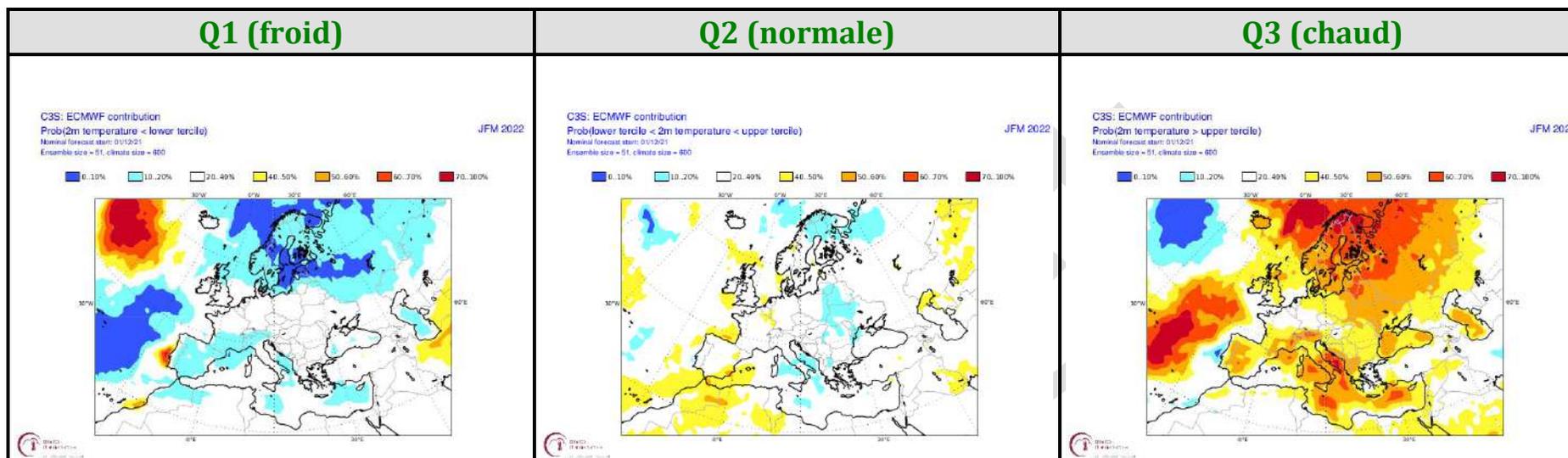
2.1. Résultats des projections Copernicus

Les figures et les tableaux ci-dessous présentent les prévisions de la température de l'air (T2m) en termes probabilistes. Ils présentent les probabilités d'appartenance des températures aux trois terciles, Q1 (froid), Q2 (normale) et Q3 (chaud) sur le trimestre janvier-février-mars 2022 pour les différents systèmes de prévisions initialisés au 1^{er} décembre 2021. Les figures présentent, à titre d'exemples, les trois systèmes de prévisions, Météo-France, ECMWF (Centre Européen) et C3S (Prévision multi-système COPERNICUS). Les tableaux présentent de manière synthétique les prévisions de l'ensemble des systèmes disponibles sur COPERNICUS pour les initialisations du 1^{er} novembre et du 1^{er} décembre. **Les initialisations au 1^{er} janvier ne sont pas disponibles pour la période considérée 01/01-14/02).**

⁴ Les graphiques présentant les prévisions mensuelles en termes de probabilités (*extended range*) de ECMWF sont accessibles à la page : <https://apps.ecmwf.int/webapps/opencharts/products/extended-pdist-2t>

Illustration 1 : Cartes COPERNICUS



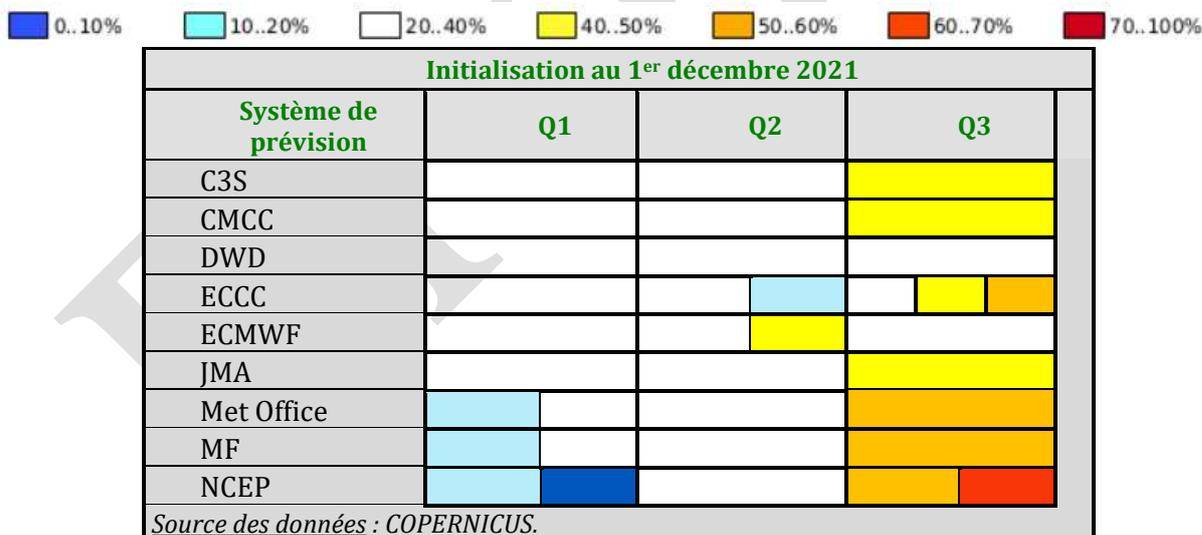
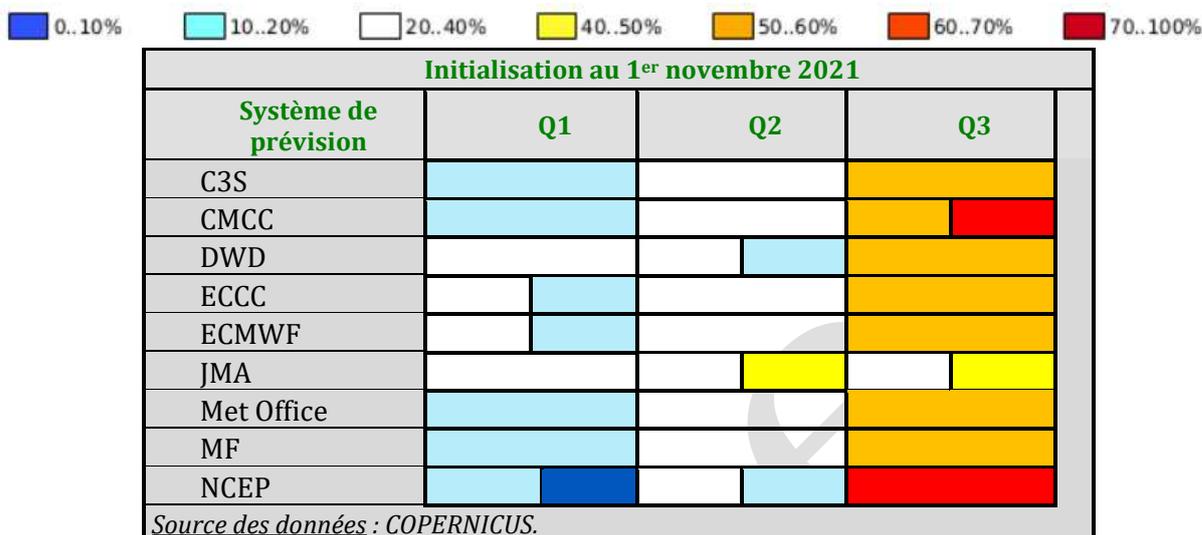


Source : COPERNICUS.

PROJ

Tableau 1 : Position des différents systèmes de prévisions dans les 3 terciles

La présence de plusieurs couleurs rend compte de l'existence de plusieurs terciles sur la zone de culture de la betterave (comme on peut le voir par exemple sur la figure du 3^{ème} tercile du système de prévision de Météo France ci-dessous).



A l'échelle d'une zone Nord France et Bénélux, une majorité de modèles donne des prévisions plutôt chaudes ou normales pour les initialisations des 1^{er} novembre et 1^{er} décembre. Aucun modèle ne donne des prévisions plutôt froides.

Cette tendance à prévoir plus de probabilité pour le tercile chaud au détriment du tercile froid s'observe systématiquement. Elle traduit la prise en compte par les modèles de la tendance climatique au réchauffement. Cette tendance est réelle, mais dans les prévisions elle peut masquer le signal de variabilité interannuelle. C'est pourquoi l'analyse de ces cartes doit être complétée par une analyse d'autres facteurs comme la circulation générale. Ce travail est réalisé chaque mois à Météo-France et synthétisés dans des bulletins expertisés.

Pour l'initialisation de novembre, le modèle de Météo-France donnait un diagnostic plutôt chaud ou normal également présent avec le modèle du Centre Européen (ECMWF). A partir de l'analyse de l'état du système climatique et des prévisions des modèles, les experts de Météo-France ont retenu que le scénario le plus probable pour les températures était le scénario normal (50 %), devant le scénario chaud (30 %) et le scénario froid (20 %)⁵.

Dans son expertise de décembre, Météo-France n'a pas retenu de scénario privilégié sur la France compte-tenu de la forte incertitude sur la circulation générale dominante. Le modèle de Météo-France n'a donc pas été considéré comme représentatif du scénario le plus probable. Enfin, il convient de rappeler que ces prévisions concernaient le trimestre janvier-février-mars dans son ensemble, l'utilisation des températures dans le modèle de Qi n'intègre des températures que sur la période janvier-février.

2.2. Résultats des projections sur le modèle de Météo-France

Les prévisions de températures moyennes entre le 1^{er} janvier et le 14 février par le système de prévisions saisonnières de Météo-France sont présentées *infra* sous forme cartographique pour la zone de culture de la betterave à sucre en fonction de leur position dans les 3 terciles Q1 (froid), Q2 (normale), Q3 (chaud). Chacune des 51 simulations débiaisées a été positionnée par rapport aux terciles déterminés sur les observations de 1981 à 2021 pour chaque point de la grille de restitution des résultats (tous les 8 km par 8 km). La proportion de simulations dans chaque tercile représente la probabilité d'occurrence de la température moyenne future sur la période 01/01-14/02 dans chacun des trois terciles. Une probabilité moyenne synthétisant l'ensemble des données spatiales est donnée dans les cartes suivantes.

⁵ <https://meteofrance.fr/actualite/publications/les-tendances-climatiques-trois-mois>

Illustration 2 : Probabilité moyenne d’être dans chacun des terciles Q1 (froid), Q2 (normale), Q3 (chaud)

Initialisation au 1^{er} novembre 2021



Initialisation au 1^{er} décembre 2021



Initialisation au 1^{er} janvier 2022



Source : INRAE, données Météo-France.

Les probabilités d’être dans le tercile le plus chaud Q3 sont proches de la moitié pour les initialisations présentées :

- ◆ 0,52 au 1^{er} novembre 2021 ;
- ◆ 0,45 au 1^{er} décembre 2021
- ◆ 0,54 au 1^{er} janvier 2022.

Cette première analyse se complète d’un tableau présentant la probabilité de position des températures moyennes 01/01-14/02 sur la zone de culture des betteraves à sucre dans les terciles Q1, Q2, Q3 déterminée à partir des 51 simulations initialisées aux 1^{er} octobre 2021, 1^{er} novembre 2021, 1^{er} décembre 2021 et 1^{er} janvier 2022. Les prévisions réalisées aux 1^{er} novembre 2019, 2020 et 2021 sont données pour mémoire, étant précisé que la colonne « observations » indique comment les températures moyennes se sont effectivement positionnées à l’échelle de la zone de production de la betterave à sucre.

Tableau 2 : Comparaison des prévisions (probabilité de position dans les 3 terciles) et des observations sur la période 1981-2021

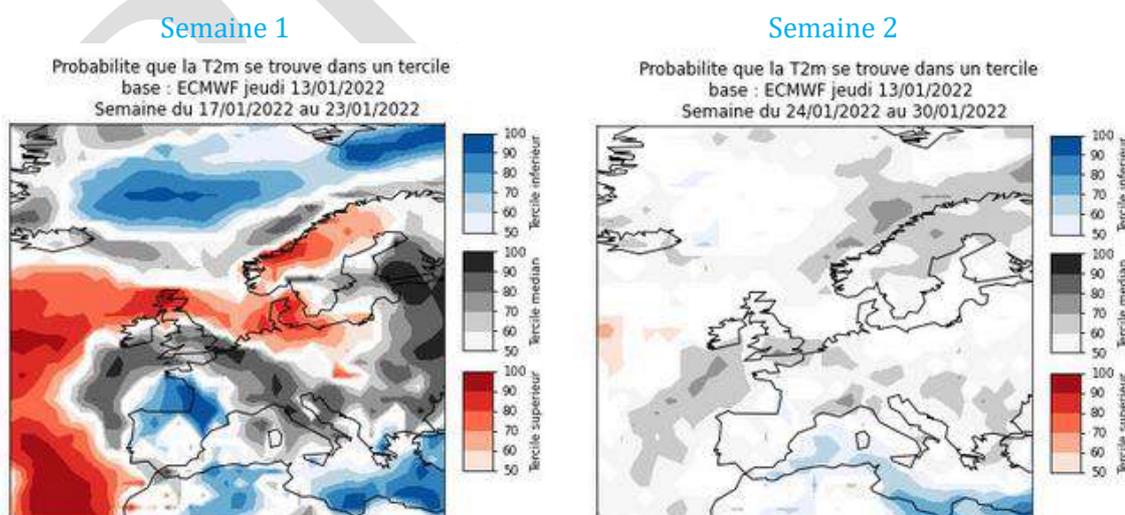
		Prévision (51 scénarios)			Observations		
		Q1 (froid)	Q2 (normale)	Q3 (chaud)	Q1 (froid)	Q2 (normale)	Q3 (chaud)
2019 – initialisation au 01/11		0,24	0,42	0,34	0,01	0,99	0,00
2020 – initialisation au 01/11		0,10	0,33	0,57	0,00	0,00	1,00
2021 – initialisation au 01/11		0,17	0,36	0,48	0,35	0,65	0,00
2022	initialisation au 01/10/2021	0,36	0,33	0,32	SO		
	initialisation au 01/11/2021	0,17	0,32	0,52			
	initialisation au 01/12/2021	0,21	0,34	0,45			
	Initialisation au 01/01/2022	0,27	0,19	0,54			

Source : INRAE, données Météo-France.

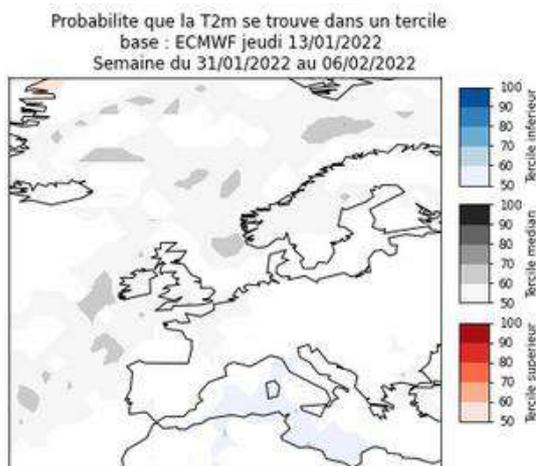
Les probabilités pour 2022 montrent une prévision plutôt chaude ou normale. L'initialisation au 1^{er} octobre ne dégagait aucune tendance avec des probabilités équivalentes de chaque tercile. Les résultats pour l'initialisation du 1^{er} novembre montrent un léger réchauffement par rapport aux initialisations d'octobre. Les résultats pour l'initialisation du 1^{er} décembre sont très similaires à ceux obtenus avec les initialisations du 1^{er} novembre. **Les données au 1^{er} janvier 2022 montrent une remontée significative de la probabilité que 2022 soit plus chaude (passage de 0,45 au 1^{er} décembre à 0,54 au 1^{er} janvier 2022).**

Les prévisions pour les quatre prochaines semaines d'ici mi-février (au 13 janvier) fournies par le Centre européen ECMWF sont présentées sur l'illustration suivante.

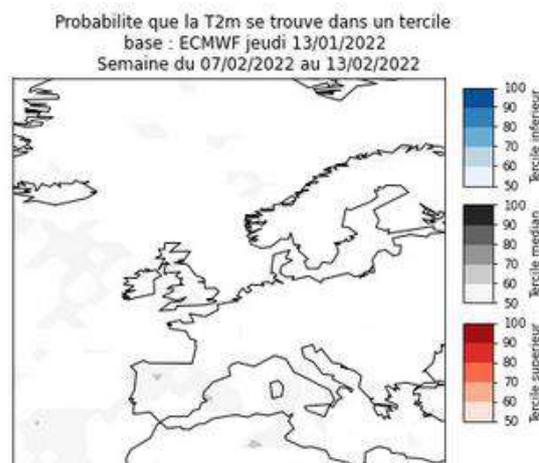
Illustration 3 : Prévisions mensuelles ECMWF initialisées au 13 janvier pour les semaines 1, 2, 3 et 4 de 2022 ; probabilité que la température se trouve dans un des trois terciles (T2m est la température de l'air à 2 m ; elle est équivalente à la température mesurée dans une station-météo)



Semaine 3



Semaine 4



Source : Tracé Météo-France à partir des données du centre européen ECMWF.

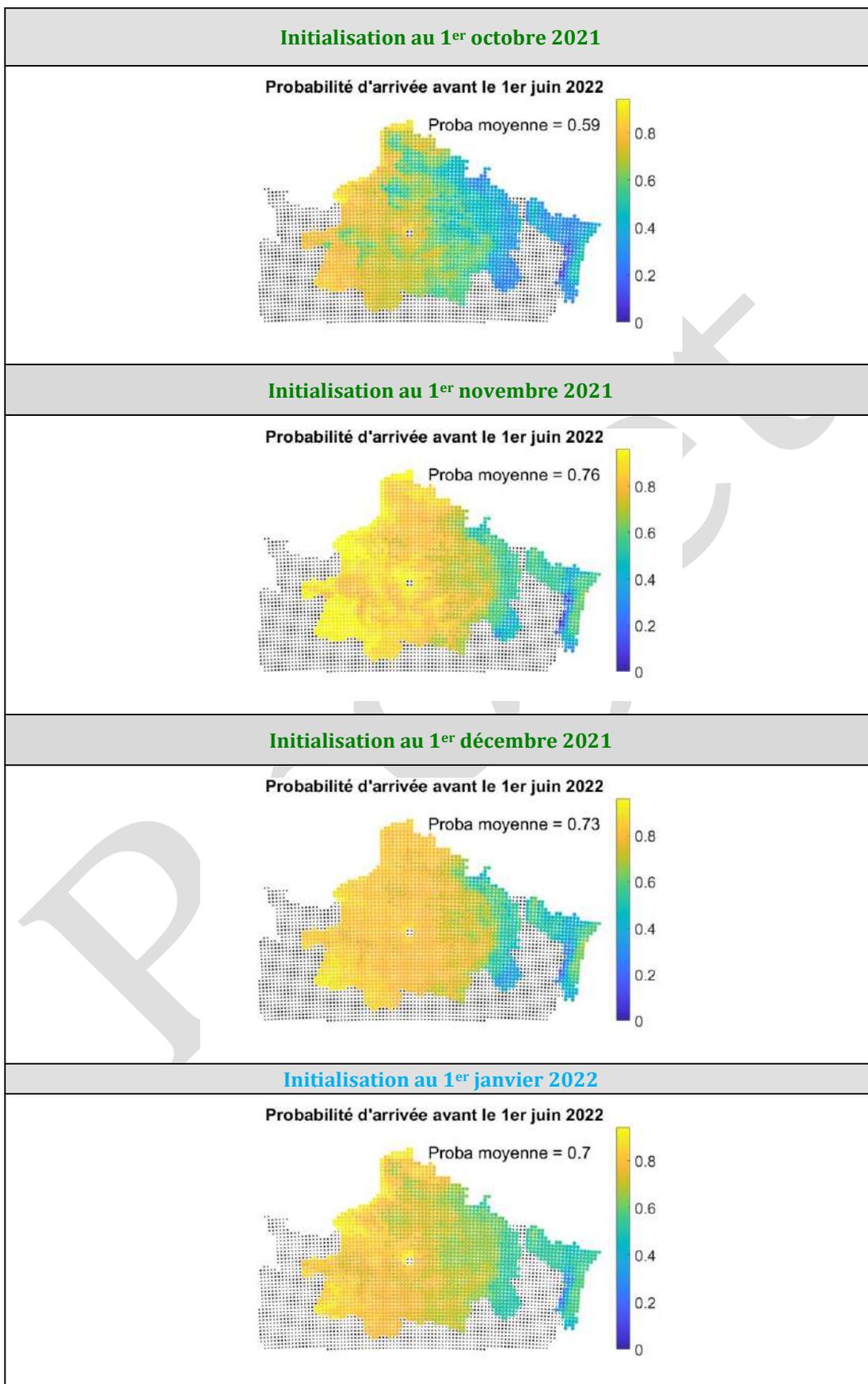
Ces prévisions montrent une tendance « normal à froid » pour ces prochaines semaines. Cependant, au-delà de la semaine 2, les probabilités des 3 terciles sont proches, montrant une prévisibilité faible. En considérant que les 15 premiers jours de janvier ont été plutôt chauds, ces dernières prévisions montrent qu'il est probable que la température moyenne de la période 1^{er} janvier-15 février soit proche des normales ou inférieure aux normales. Le scénario de la prévision saisonnière initialisée au 1^{er} janvier 2022, avec un scénario chaud dominant, n'est pas en cohérence avec cette prévision.

2.3. Probabilité des dates d'arrivée des pucerons (ou date des premiers vols)

Les probabilités d'arrivée calculées à partir des dates de premiers vols simulées pour chacune des 51 simulations climatiques sont présentées de manière cartographique *et sous forme d'histogrammes infra*. Une valeur globale à l'échelle de la zone de culture de la betterave à sucre est également donnée.

C'est cet élément qui doit être considéré en priorité pour déterminer le risque d'arrivée des pucerons. En effet, le facteur météorologique décrit *supra* est une cause d'apparition des pucerons et de leur arrivée précoce. Or, c'est bien cette problématique qui doit être analysée pour déterminer l'opportunité d'un arrêté d'une dérogation.

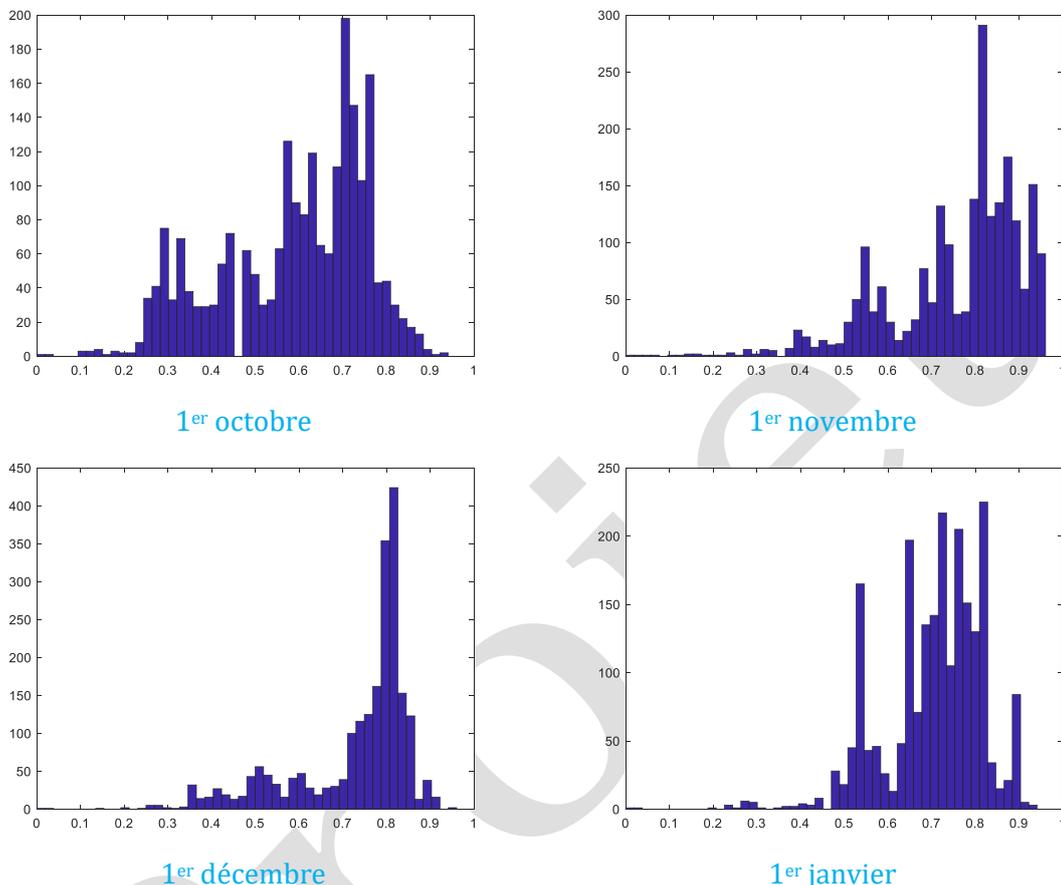
Illustration 4 : Probabilité de dates d'arrivée avant le 1^{er} juin à partir des prévisions climatiques saisonnières



Source : Calculs INRAE à partir des données Météo-France.

Ci-dessous sont présentés les histogrammes des probabilités d'arrivée avant le 1^{er} juin en fonction de l'initialisation (de gauche à droite et de haut en bas : 1^{er} octobre, 1^{er} novembre, 1^{er} décembre, 1^{er} janvier).

Illustration 5 : Histogrammes des probabilités de dates d'arrivée avant le 1^{er} juin à partir des prévisions climatiques saisonnières (valeurs de probabilités abscisse)



Source : Calculs INRAE à partir des données Météo-France

On y voit le « réchauffement » entre l'initialisation du 1^{er} octobre et celle du 1^{er} novembre. L'initialisation du 1^{er} décembre, si elle fournit une valeur globale ou moyenne assez proche de l'initialisation du 1^{er} novembre, montre par contre une forte homogénéisation de la probabilité à l'échelle du territoire (également visible sur la carte plus haut). L'initialisation du 1^{er} janvier montre un étalement plus large des probabilités d'arrivée avant le 1^{er} juin à l'échelle de la zone betterave et globalement une très légère baisse de la probabilité globale.

Les calculs montrent une probabilité importante d'arrivée avant le 1^{er} juin sur une part importante de la zone de culture. Cette probabilité a augmenté avec l'initialisation du 1^{er} novembre par rapport à celle du 1^{er} octobre. La probabilité a très légèrement baissé avec l'initialisation du 1^{er} décembre par rapport à celle du 1^{er} novembre. Enfin elle a légèrement baissé à 0,70 avec l'initialisation du 1^{er} janvier en lien avec le décalage vers des températures légèrement plus chaude dans les prévisions.

Ce résultat reste cependant à prendre avec précaution :

- ◆ du fait de la faible prévisibilité des températures à l'échéance saisonnière pour une prévision donnée ;
- ◆ car ces cartes s'appuient uniquement sur la prévision du modèle Météo-France, qui propose le scénario chaud comme le plus probable alors que le bulletin expertisé n'a privilégié de scénario pour le trimestre janvier-février-mars 2022 ;
- ◆ les prévisions mensuelles d'ECMWF au 13 janvier tendent vers des températures plus basses que celles prévues par les prévisions saisonnières, mais elles restent également très incertaines pour les 3 dernières semaines de la période d'intégration (01/01/2022-14/02/2022)
- ◆ car la validité du modèle de Qi qui repose sur une approche corrélative, avec un coefficient de détermination élevé. Mais ce n'est pas un modèle mécaniste et la relation n'est pas absolue.

3. Conclusion

Au total, par rapport aux initialisations de novembre et de décembre, la nouvelle initialisation au 1^{er} janvier fournit des résultats montrant un étalement plus important des températures prévues à l'échelle de la zone betterave avec un renforcement des quartiles chaud et froid. La probabilité moyenne d'arrivée avant le 1^{er} juin est de 0,70 à comparer à 0,73 et 0,76 pour les simulations initialisées au 1^{er} décembre et au 1^{er} novembre.

Cette analyse de l'ensemble de ces simulations, y compris la baisse observée de la probabilité d'arrivée de la baisse des pucerons entre l'initialisation des données au 1^{er} novembre (0,76) et les mêmes données initialisées au 1^{er} janvier (0,70) doit conduire à évaluer le risque d'occurrence précoce des pucerons potentiellement porteurs de virus, et susceptibles d'induire des pertes de rendement.

Il faut tenir compte d'une part du risque économique encouru par les agriculteurs et les industries et, d'autre part, de l'absence, encore en 2022, de pratiques prophylactiques ou curatives efficaces susceptibles d'être mises en œuvre à grande échelle.

Du fait de ces considérants, la question doit donc être reformulée et devenir : **peut-on prendre le risque d'avoir des survenues précoces de pucerons ?** Ce n'est plus dès lors un risque de première espèce comme on a l'habitude d'en traiter. On parle en effet ici d'un risque de **deuxième espèce** (β), qui est la probabilité de ne pas rejeter H_0 (pas de survenue précoce) alors que la vérité est H_1 (il y aura une occurrence précoce des pucerons et une attaque sévère). On prend ce **risque** de deuxième espèce lorsqu'on accepte l'hypothèse H_0 .

Dès lors, et à la lumière de l'ensemble des modèles et des résultats de simulation qui précèdent sur la base des données météorologiques pour l'initiation au 1^{er} janvier, **on ne peut pas raisonnablement écarter l'hypothèse** selon laquelle **il y aura en 2022 une occurrence de pucerons suffisamment précoce**, susceptible d'engendrer une fréquence significative de viroses avec **une incidence négative sur le rendement en sucre de la betterave** sur une part importante de la zone de culture de la betterave sucrière en France.