

Evaluation des performances de prévision de la qualité de l'air sur la Nouvelle-Aquitaine pour l'année 2022

Conformément au référentiel technique national

Document en réponse à l'article 13 de l'arrêté du 16 avril 2021

Période de mesure : 2022

Commune et département d'étude : région Nouvelle-Aquitaine

Référence : MOD_INT_22_075_m

Version finale du : 02/06/2023

Auteur(s) : Anthony MERLO – Ingénieur d'études

Vérification du rapport : Cindy VIDA – Ingénieure d'études

Validation du rapport : Rémi FEUILLADE – Directeur Délégué Production et Exploitation

Avant-Propos

Titre : Evaluation des performances de prévision de la qualité de l'air sur la Nouvelle-Aquitaine pour l'année 2022

Reference : MOD_INT_22_075

Version : finale du 02/06/2023

Délivré à : LCSQA, DREAL Nouvelle-Aquitaine

Nombre de pages : 32 (couverture comprise)

Conditions d'utilisation

Atmo Nouvelle-Aquitaine fait partie du dispositif français de surveillance et d'information sur la qualité de l'air. Sa mission s'exerce dans le cadre de la loi sur l'air du 30 décembre 1996 et de ses décrets d'application.

À ce titre et compte tenu de ses statuts, Atmo Nouvelle-Aquitaine est garant de la transparence de l'information sur les résultats de ces travaux selon les règles suivantes :

- Atmo Nouvelle-Aquitaine est libre de leur diffusion selon les modalités de son choix : document papier, communiqué, résumé dans ses publications, mise en ligne sur son site internet (www.atmo-nouvelleaquitaine.org)
- les données contenues dans ce rapport restent la propriété d'Atmo Nouvelle-Aquitaine. En cas de modification de ce rapport, seul le client sera informé d'une nouvelle version. Tout autre destinataire de ce rapport devra s'assurer de la version à jour sur le site Internet de l'association.
- en cas d'évolution de normes utilisées pour la mesure des paramètres entrant dans le champ d'accréditation d'Atmo Nouvelle-Aquitaine, nous nous engageons à être conforme à ces normes dans un délai de 6 mois à partir de leur date de parution
- toute utilisation de ce document doit faire référence à Atmo Nouvelle-Aquitaine et au titre complet du rapport.

Atmo Nouvelle-Aquitaine ne peut en aucune façon être tenu responsable des interprétations, travaux intellectuels, publications diverses résultant de ses travaux pour lesquels l'association n'aurait pas donné d'accord préalable. Dans ce rapport, les incertitudes de mesures ne sont pas prises en compte lors de comparaison à un seuil réglementaire

En cas de remarques sur les informations ou leurs conditions d'utilisation, prenez contact avec Atmo Nouvelle-Aquitaine :

- depuis le [formulaire de contact](#) de notre site Web
- par mail : contact@atmo-na.org
- par téléphone : 09 84 200 100

Validation numérique du rapport, le

Sommaire

| | |
|--|----------|
| 1. Présentation de la plate-forme de prévision et des observations..... | 7 |
| 2. Evaluation de la plate-forme de prévision | 9 |
| 2.1. Prévisions ozone..... | 9 |
| 2.1.1. Scores classiques (biais, RMSE, corrélations) | 9 |
| 2.1.2. Performances sur les seuils réglementaires..... | 13 |
| 2.2. Prévisions PM ₁₀ | 18 |
| 2.2.3. Scores classiques (biais, RMSE, corrélations) | 18 |
| 2.2.4. Performances sur les seuils réglementaires..... | 22 |

Annexes

| | |
|--|-----------|
| <u>ANNEXE 1 - METHODE DE CALCUL DES SCORES</u> | <u>31</u> |
| <u>ANNEXE 2 - ELEMENTS DE TABLE DE CONTINGENCE</u> | <u>32</u> |

Lexique

Polluants

- O₃ ozone
- PM₁₀ Particules d'un diamètre aérodynamique de 10 µm
- PM_{2,5} Particules d'un diamètre aérodynamique de 2,5 µm

Unités de mesure

- µg microgramme (= 1 millionième de gramme = 10⁻⁶ g)
- µm micromètre (= 1 millionième de mètre = 10⁻⁶ m)
- m³ Mètre cube

Abréviations

- PREV'AIR Plate-forme de prévision nationale de la qualité de l'air gérée par l'INERIS
- INERIS Institut National de l'Environnement industriel et des RISques
- AS Adaptation Statistique
- AMU Arrêté Mesures d'Urgence

Résumé

Les résultats présentés dans ce document permettent d'établir un diagnostic des performances des prévisions brutes et des prévisions issues de l'adaptation statistique de la plate-forme PREV'AIR pour la région Nouvelle-Aquitaine en ozone et en particules grossières PM₁₀ sur l'année 2022. Les prévisions expertisées par le prévisionniste (LouTee) sont également évaluées dans la partie des scores en lien avec les critères AMU (Arrêté Mesures d'Urgence).

L'outil EVALTOOLS dans sa version 1.0.8 a été utilisé pour cette évaluation (<https://opensource.umr-cnrm.fr/projects/evaltools>).

Au regard des objectifs de qualité fixés sur les scores classiques (RMSE, corrélation et biais), l'ensemble des indicateurs est respecté pour les prévisions PREV'AIR issues de l'adaptation statistique au niveau de la région pour l'ozone et pour les PM₁₀ aux échéances J+0 (prévision pour le jour-même) et J+1 (prévision pour le lendemain). Les prévisions PREV'AIR brutes au niveau régional atteignent la quasi-totalité de ces objectifs de qualité, à l'exception de la corrélation à J+1 en ozone et à J+0 et J+1 en PM₁₀.

L'analyse par typologie sur les concentrations en ozone en 2022 fait ressortir de meilleures performances pour les profils périurbains/urbains que le profil rural, notamment pour la RMSE et le biais. Pour les prévisions PM₁₀, le profil périurbain apparaît moins bien reproduit que les profils urbain et rural.

L'analyse par horizon montre une dégradation progressive dans les scores de la prévision brute à mesure que l'échéance de prévision s'éloigne (J+0 à J+2), notamment au niveau de la corrélation (PM₁₀ et ozone). Avec l'adaptation statistique du matin, les scores sont améliorés pour toutes les échéances, sans privilégier particulièrement l'échéance J+0 qui bénéficie de données d'observations jusqu'au matin.

En termes de détections des dépassements de valeurs seuil (180 µg/m³ en maximum journalier pour l'ozone), l'année 2022 se distingue par seulement 3 franchissements de ce seuil sur les observations faites par les stations de mesures de Nouvelle-Aquitaine. La prévision brute PREV'AIR ainsi que son adaptation statistique n'ont pas permis de reproduire ces franchissements au niveau des stations. Les critères de caractérisation d'un épisode de pollution à l'ozone (population et/ou superficie exposées à ce seuil) n'ont pas été remplis sur l'année. Les prévisions de l'expertise prévisionniste et de l'adaptation statistique PREV'AIR à J+0 ont reproduit cette absence d'épisode de pollution.

Concernant les PM₁₀ (50 µg/m³ en moyenne journalière), plusieurs épisodes ont été observés par les stations de mesure dont deux de grande ampleur : fin mars (poussières désertiques) et le 19 juillet (incendies de feux de forêt).

Pour mémoire, l'année 2022 se caractérise en Nouvelle-Aquitaine par des incendies de feux de forêt inédits par leur durée et leur intensité. Depuis l'activation du module d'émissions de feux dans la chaîne de production sur la France de PréV'Air, 19 occurrences ont franchi le seuil d'information / recommandations, dont 10 ont également atteint le seuil d'alerte.

Ces incendies s'étant produits sur des zones éloignées du réseau de mesures, peu d'observations ont été obtenues au niveau des stations. Ces dernières contribuent au redressement statistique et à la spatialisation des données de qualité de l'air du modèle. En raison de diverses optimisations attendues sur la prise en compte de ces événements dans les simulations, les prévisionnistes ont régulièrement fait le choix de ne pas retenir ces journées comme des épisodes de pollution. Toutefois, cette analyse porte sur la référence du calcul de la veille obtenu par PREV'AIR, incluant ces 19 franchissements du seuil d'information et de recommandations – notamment sur les Landes et la Gironde.

La principale issue des prévisions sur les journées où les critères AMU sont atteints (en J-1) est la détection manquée (vert) pour l'adaptation statistique et pour l'expertise prévisionniste LouTee à l'échéance J+0 et J+1. A noter que l'aide à la décision apportée par PREV'AIR AS s'est notamment portée sur les départements de la Gironde, des Landes et des Pyrénées-Atlantiques qui totalisent le plus grand nombre de journées en dépassement. La plus-value des prévisions issues de l'expertise prévisionniste se vérifie à J+0 pour l'ensemble des départements à l'exception des Landes et du Lot-Et-Garonne.

1. Présentation de la plate-forme de prévision et des observations

La plate-forme de prévision PREV'AIR est développée et maintenue par l'INERIS. Chaque jour, une fourniture des prévisions de qualité de l'air est délivrée à Atmo Nouvelle-Aquitaine. Celle-ci se compose de deux jeux de données :

- Les prévisions dites « brutes », directement issues du modèle de chimie-transport
- Les prévisions dites « adaptées statistiquement » (ou AS), issues d'un traitement statistique sur les prévisions brutes sur la base d'un apprentissage entre le modèle et les mesures

Les prévisions de l'année 2022 sont issus d'un enchaînement de traitements faisant intervenir les éléments suivants :

- Modèles
 - Météo : Météo-France et ECMWF
 - Chimie : CHIMERE V2020

- Post-traitements

Les traitements d'adaptation statistique et de spatialisation (géostatistique) sont décrits en Annexe 1 du rapport des performances de Prév'Air de l'INERIS au niveau national (<https://www.lcsqa.org/system/files/media/documents/LCSQA2022-Performances%20Prev%27air%202021-v2.pdf>) :

L'adaptation statistique est une méthodologie en deux étapes. La première étape utilise les connaissances de pollution sur un historique passé (mesure et prévision) et des champs de météorologie afin d'établir une estimation statistique aux N stations du niveau de pollution à l'échéance J+0. Elle est étendue par la suite aux échéances J+1 puis J+2. Afin de limiter le nombre de calculs, seuls les indicateurs du maximum journalier et de la moyenne journalière sont considérés. La méthodologie utilise la régression multilinéaire afin d'estimer une concentration à l'aide de facteurs appelés « variables explicatives ».

La spatialisation est réalisée au moyen d'un krigeage avec le modèle CHIMERE en dérive externe. Les cartographies PM₁₀ et les PM_{2,5} sont réalisées par co-krigeage pour assurer une cohérence entre elles.

Les données brutes sont disponibles la veille au soir. Les données corrigées sont généralement disponibles avant 9h30. Il s'agit des données qui viendront alimenter la diffusion publique. Sur l'année 2022, le taux de mise à disposition des prévisions issues de l'adaptation statistique est de 99,5% (363/365, les dates manquantes sont le 24/07/2022 et le 10/12/2022).

- Expertise prévisionniste (LouTee)

Chaque jour, le prévisionniste d'ATMO Nouvelle-Aquitaine peut décider de suivre ou non la proposition du modèle Prév'Air AS au regard des critères de l'Arrêté Mesures d'Urgence (AMU) pour recommander le déclenchement, le maintien, la levée ou l'absence de procédure préfectorale départementale en lien avec la présence ou non d'un épisode de pollution. Cette source de donnée n'est évaluée que sur les parties 'Scores en lien avec les critères AMU'.

→ Observations de fond utilisées dans l'évaluation :

○ Par typologie :

| Typologie | Ozone | PM ₁₀ |
|-------------|-------|------------------|
| Rurale | 4 | 2 |
| Périurbaine | 5 | 4 |
| Urbaine | 17 | 17 |

○ Par département :

| Département | Ozone | PM ₁₀ |
|-------------------------|-------|------------------|
| 16-Charente | 1 | 1 |
| 17-Charente-Maritime | 2 | 2 |
| 19-Corrèze | 2 | 2 |
| 23-Creuse | 2 | 1 |
| 24-Dordogne | 1 | 1 |
| 33-Gironde | 5 | 3 |
| 40-Landes | 1 | 1 |
| 47-Lot-Et-Garonne | 0 | 0 |
| 64-Pyrénées-Atlantiques | 4 | 4 |
| 79-Deux-Sèvres | 3 | 3 |
| 86-Vienne | 2 | 2 |
| 87-Haute-Vienne | 3 | 3 |

Soit, pour la région Nouvelle-Aquitaine : 26 en ozone, 23 en PM₁₀

2. Evaluation de la plate-forme de prévision

Les méthodes de calcul sont définies dans ANNEXE 1 - METHODE DE CALCUL DES SCORES

2.1. Prévisions ozone

Les scores en O₃ sont établis (en maximum horaire journalier) sur une période d'avril à septembre inclus.

2.1.1. Scores classiques (biais, RMSE, corrélations)

Par rapport aux objectifs de qualité

| Polluant | Bias (µg/m ³) | RMSE (µg/m ³) | Corrélation |
|------------------|---------------------------|---------------------------|-------------|
| O ₃ | -10/+10 | 25 | 0,7 |
| PM ₁₀ | -7,5/+7,5 | 15 | 0,6 |

Figure 1 : Objectifs de qualité définis pour O₃ et PM₁₀ pour le biais, la RMSE et la corrélation qui s'appliquent aux performances des prévisions en régions et sur les zones disposant d'un arrêté mesure d'urgence et aux échéances J0 et J1.

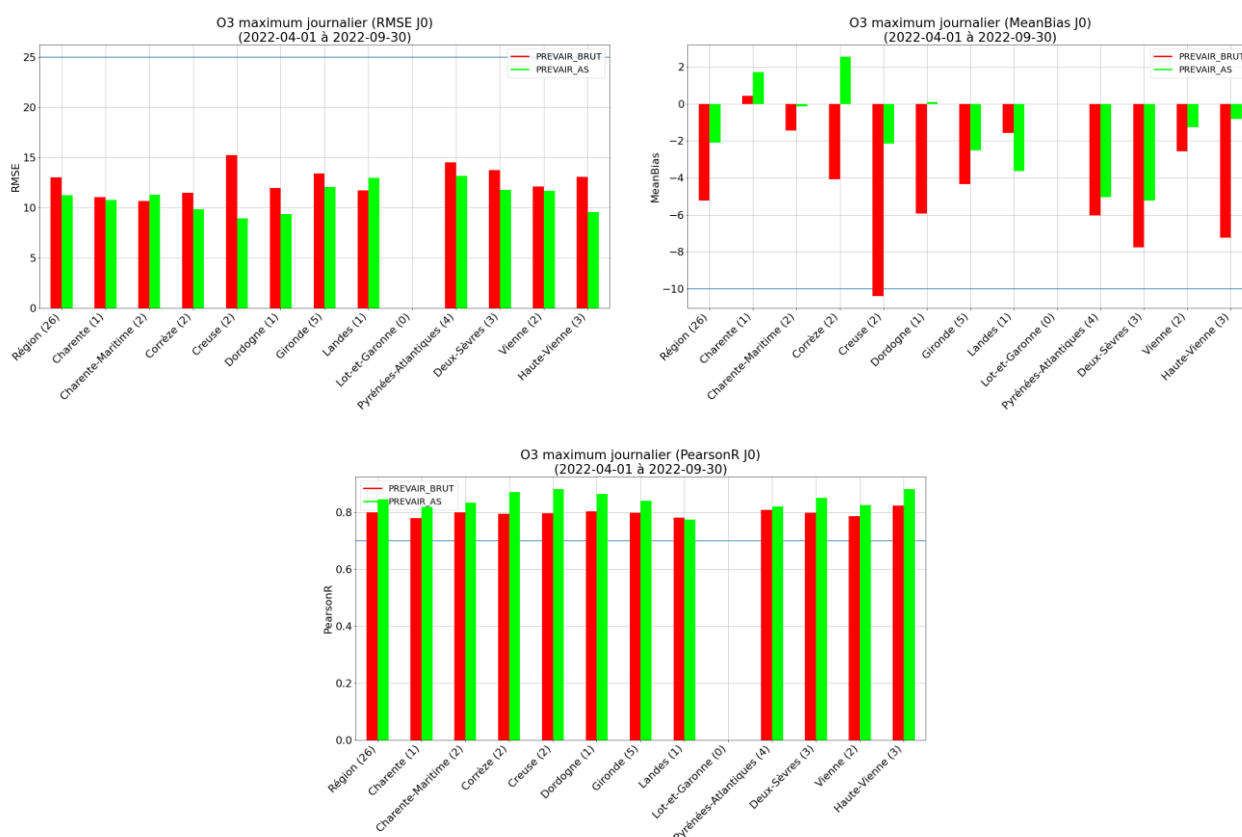


Figure 2 : Ozone - Scores de RMSE (gauche), biais (droite) et corrélation (bas) en Nouvelle Aquitaine et par département des prévisions PREV'AIR brut (rouge) et de l'adaptation statistique du matin (vert) d'avril à septembre 2022 sur l'échéance J0. Accolés entre parenthèses aux zones géographiques se trouvent le nombre de stations prises en compte pour le calcul. La ligne bleue indique l'objectif de qualité.

Ces scores sont une moyenne des scores temporels de chaque station de fond. Les scores par département sont obtenus avec un filtre spatial au moment de calculer la moyenne. L'absence d'évaluation sur le Lot-Et-Garonne est à relier à l'absence de données d'observations de fond sur ce département.

L'objectif de qualité est respecté par les prévisions PREV'AIR brutes et adaptées statistiquement en ozone à J+0 pour les 3 métriques (RMSE, biais et corrélation) pour la région Nouvelle-Aquitaine. On constate une amélioration des scores entre les prévisions brutes et les prévisions obtenues après l'adaptation statistique sur la majorité des évaluations. Seule la Creuse ne satisfait pas l'objectif de qualité pour le biais avec les prévisions PREV'AIR brutes J+0.

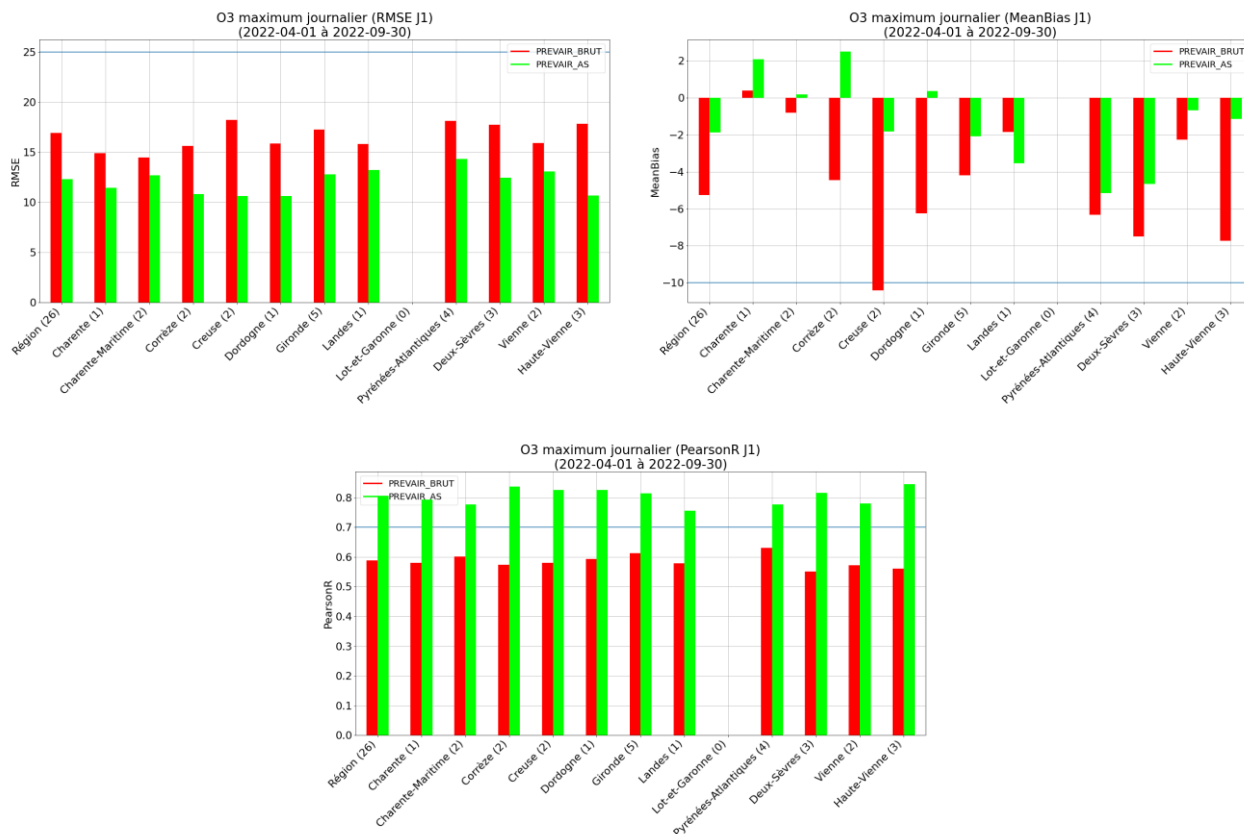


Figure 3 : Ozone - Scores de RMSE (gauche), biais (droite) et corrélation (bas) en Nouvelle Aquitaine et par département des prévisions PREV'AIR brut (rouge) et de l'adaptation statistique 10h (vert) d'avril à septembre 2022 sur l'échéance J+1. Accolés entre parenthèses aux zones géographiques se trouvent le nombre de stations prises en compte pour le calcul. La ligne bleue indique l'objectif de qualité.

L'objectif de qualité est respecté par les prévisions PREV'AIR brutes en ozone à J+1 sur la RMSE et le biais pour la région. On constate une amélioration, notamment pour la corrélation, par les prévisions fournies avec adaptation statistique.

L'objectif de qualité n'est pas respecté par les prévisions PREV'AIR brutes en ozone à J+1 sur la corrélation pour la région. Après l'adaptation statistique, les prévisions respectent bien l'objectif de qualité.

Les biais constatés sur les prévisions J+0 et J+1 en ozone sont régulièrement négatifs, synonymes d'une sous-estimation des maxima journaliers prévus vis-à-vis des maxima journaliers observés. Toutefois, l'adaptation statistique redresse ces maxima et ces biais négatifs sont réduits, voire deviennent légèrement positifs (pour la Charente, la Charente-Maritime, la Corrèze et la Dordogne).

Par typologie

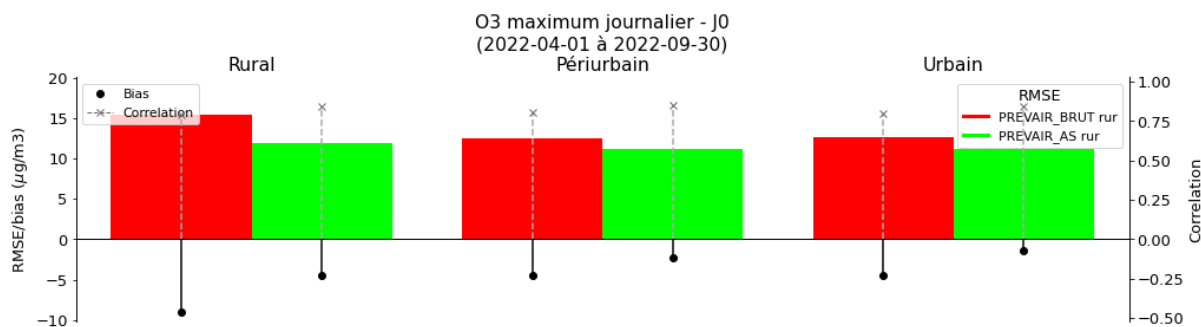


Figure 4 : Ozone – Synthèse des scores de RMSE, biais et corrélation en fonction de la typologie de stations (urbaines, périurbaines, rurales) des prévisions PREV'AIR brut (rouge) et de l'adaptation statistique du matin (vert) d'avril à septembre 2022 sur l'échéance J0

Ces éléments sont obtenus à partir du calcul des scores par station, puis ceux-ci sont moyennés avec un filtre sur les typologies de stations de fond (urbaines, périurbaines et rurales).

L'analyse par typologie fait ressortir de meilleures performances pour les prévisions au niveau des stations urbaines/périurbaines que celles au niveau des stations rurales, notamment en termes de biais et de RMSE. Sur l'ensemble des évaluations, les prévisions issues de l'adaptation statistiques affichent de meilleurs résultats que les prévisions brutes. La capacité de l'adaptation statistique à infléchir le biais négatif de la prévision brute ne semble pas dépendre de la typologie de la station. A noter que les valeurs de ces biais moyens pour les prévisions adaptées statistiquement restent faibles puisqu'ils sont, en moyenne, inférieurs à $-5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Par échéance de prévision

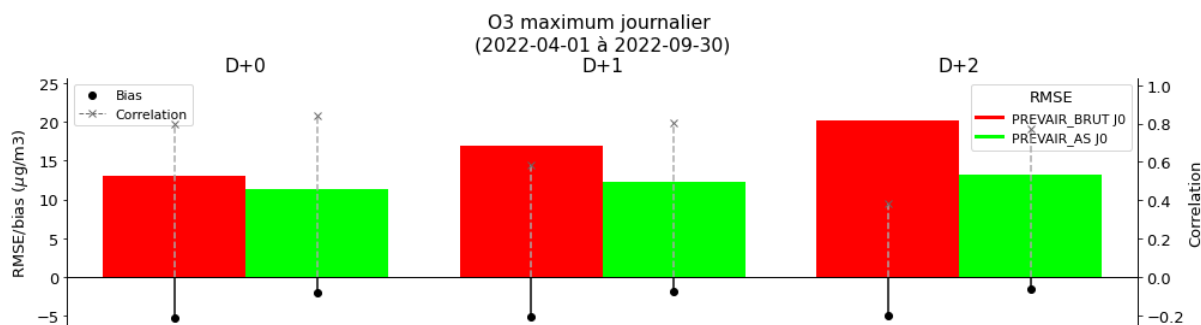


Figure 5 : Ozone – Synthèse des scores de RMSE, biais et corrélation en fonction du jour de prévision pour PREV'AIR brut (rouge) et de l'adaptation statistique du matin (vert) d'avril à septembre 2022

Ces éléments sont obtenus à partir du calcul des scores par station, moyennés sur les différents horizons de prévisions (J+0 à J+2).

Les résultats obtenus en fonction de l'horizon de prévision se dégradent fortement à mesure que l'échéance de prévision s'éloigne pour les prévisions brutes (corrélation et RMSE) à l'exception du biais moyen qui reste stable. A l'inverse, les scores pour l'adaptation statistique du matin se dégradent moins rapidement que ceux des prévisions brutes : l'ensemble des métriques restent relativement stables d'une échéance à l'autre.

Par gamme de concentration

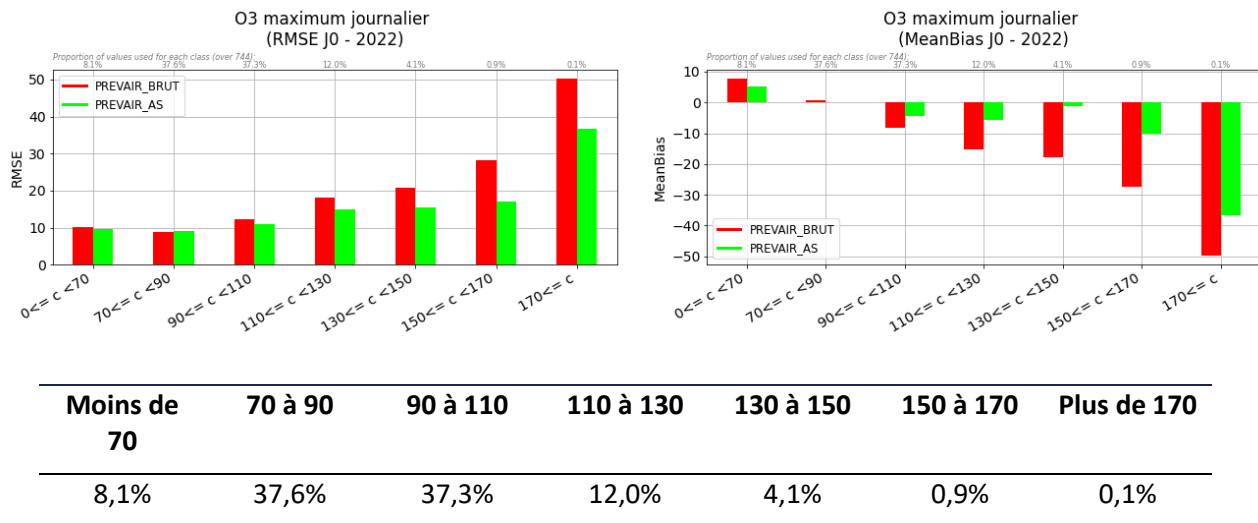


Figure 6 : Ozone – Scores de RMSE et biais par classe de concentration des prévisions PREVAIR brut (rouge) et de l'adaptation statistique du matin (vert) d'avril à septembre 2022 sur l'échéance J+0. Sous les figures, les taux d'observations pour chaque classe de concentrations.

Les données journalières sont groupées selon leur « classe de concentration » (par rapport aux observations). Pour chaque groupe, les scores sont ensuite calculés sur chaque station de fond puis moyennés.

L'adaptation statistique du matin améliore l'ensemble des scores (RMSE ou biais). Les valeurs les plus élevées et les moins fréquemment observées, sont celles qui sont le plus difficilement reproduites par le modèle brut. L'adaptation statistique ressort comme la prévision la plus performante, elle tend à réduire la RMSE et le biais sur quasi-toutes les gammes de concentrations.

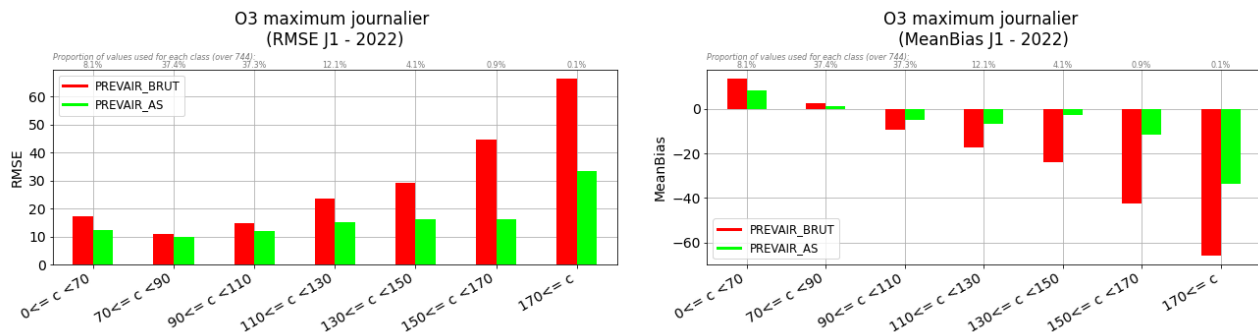


Figure 7 : Ozone – Scores de RMSE et biais par classe de concentration des prévisions PREVAIR brut (rouge) et de l'adaptation statistique du matin (vert) d'avril à septembre 2022 sur l'échéance J+1. Sous les figures, les taux d'observations pour chaque classe de concentrations.

A l'échéance J+1, et comparé à l'échéance J+0, les indicateurs statistiques entre la prévision brute et l'adaptation statistique du matin restent en faveur de l'adaptation statistique, synonymes de l'efficacité de la correction à un horizon plus lointain que J+0.

Sur plusieurs années

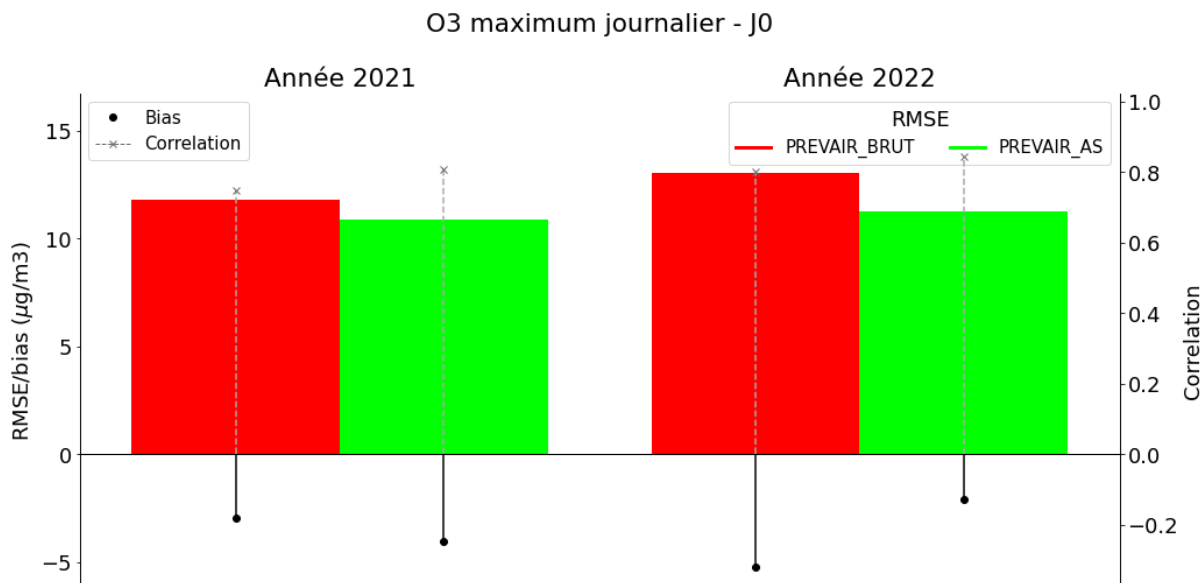


Figure 8 : Ozone – Synthèse des scores de RMSE (barres colorées), biais moyen (points noirs) et corrélation (pointillés gris) entre avril et septembre 2021 et 2022 pour PREVAIR brut (rouge) et pour son adaptation statistique du matin (vert)

Il s'agit de moyennes des scores temporels par station pour les années 2021 et 2022.

A noter que les biais sur 2021 et 2022 sont négatifs, synonymes d'une sous-estimation moyenne des prévisions vis-à-vis des observations. Ce résultat est logique dans la recherche de prévision d'un maximum journalier. Seules les performances en termes de corrélation ressortent meilleures en 2022 par rapport à 2021. Les biais moyens et les RMSE calculés pour 2022 sont plus élevés qu'en 2021. En effet, l'année 2022 se caractérise par une période estivale comportant des épisodes de chaleurs plus intenses et plus nombreux qu'en 2021 ayant conduit à des maxima journaliers en ozone troposphérique régulièrement plus élevés – plus difficiles à reproduire (cf. analyse précédente).

2.1.2. Performances sur les seuils réglementaires

Scores aux stations

→ Séries temporelles

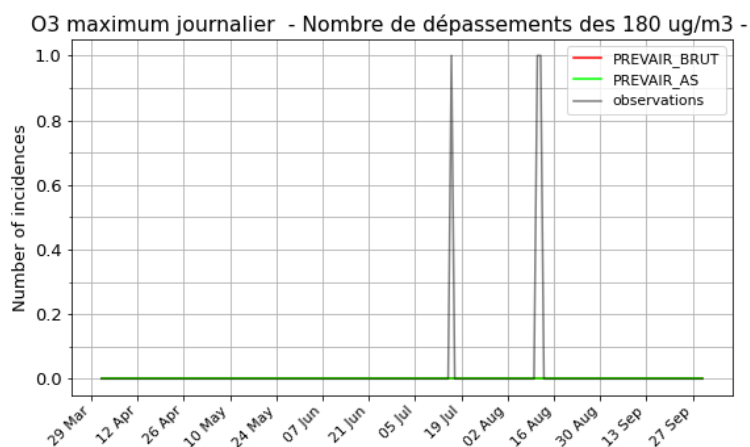


Figure 9 : superposition des dépassements enregistrés et prévus à J0 par les différentes prévisions

Ces figures représentent le nombre de dépassements observés (en pointillés gris) et prévus (en couleur) cumulés sur toutes les stations de fond pour chaque journée de la période considérée.

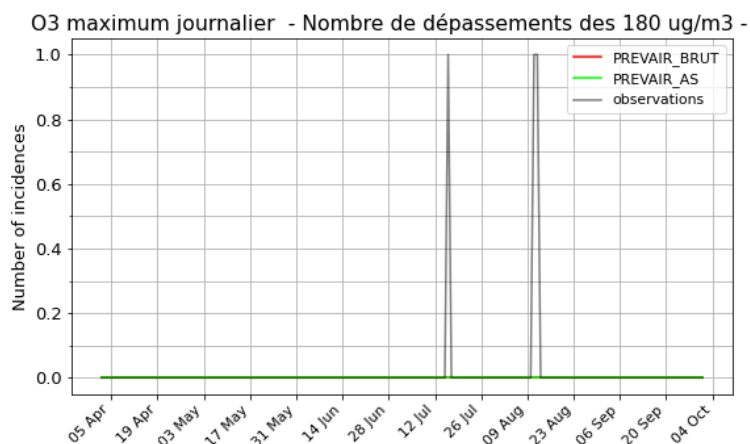


Figure 10 : superposition des dépassements enregistrés et prévus à J1 par les différentes prévisions

L'année 2022 comporte 3 dépassements des 180 µg/m³ en ozone au niveau des observations. Pour les échéances J+0 et J+1, la prévision PREV'AIR brute (rouge) et son adaptation statistique (vert) n'ont pas détecté ces dépassements. Ces prévisions n'ont toutefois apporté aucun dépassement à tort.

➔ **Éléments de la table de contingence**

Les éléments pris en compte pour produire les figures de cette partie sont définis en ANNEXE 2 - ELEMENTS DE TABLE DE CONTINGENCE

Les figures ci-dessous représentent les valeurs des tables de contingence (Bonne détection, Détection manquée, Fausse détection) cumulées sur les stations de fond pour la région à gauche et décliné par département.

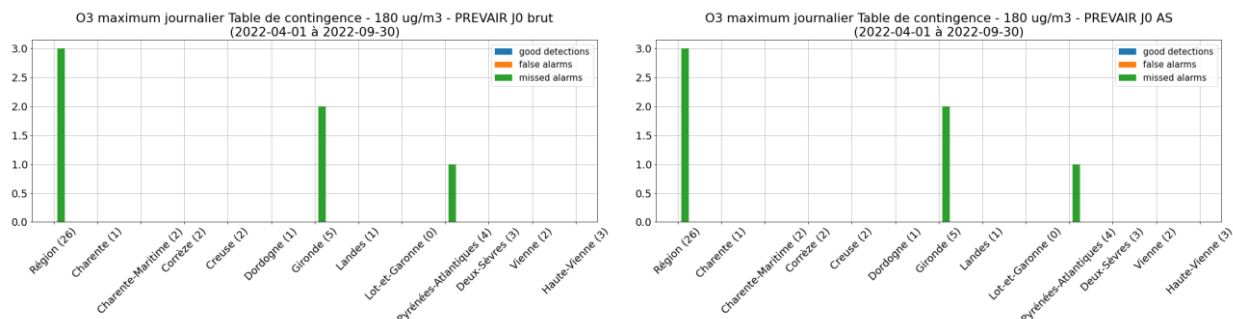


Figure 11 : Ozone – Tables de contingence sur la période d'avril à septembre 2022 à l'échéance J0 pour le seuil de 180 µg/m³. Les bonnes détections sont en bleu, les fausses détections en orange, et les détections manquées en vert. Gauche : Tables de contingence de PREV'AIR brut pour les départements de la Nouvelle Aquitaine. Droite : équivalent pour l'adaptation statistique du matin.

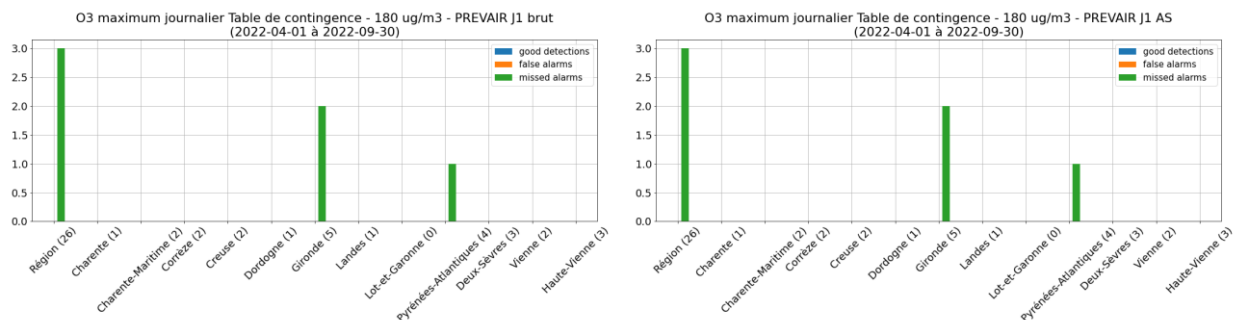


Figure 12 : Ozone – Tables de contingence sur la période d'avril à septembre 2022 à l'échéance J+1 pour le seuil de 180 µg/m³. Les bonnes détections sont en bleu, les fausses détections en orange, et les détections manquées en vert. Gauche : Tables de contingence de PREV'AIR brut pour les départements de la Nouvelle Aquitaine. Droite : équivalent pour l'adaptation statistique du matin.

Les figures de contingence ci-dessus font référence à l'absence de franchissement du seuil de $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ par les prévisions (brutes et adaptation statistique) : cela résulte en des détections manquées (vert) pour les 3 dépassements et une absence de détection à tort (orange).

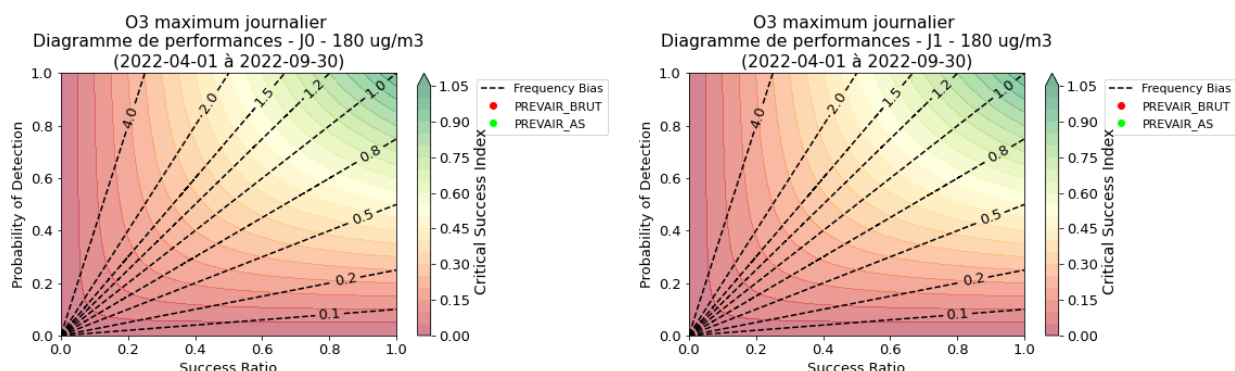


Figure 13 : Ozone – Diagrammes de performance pour PREVAIR brut (rouge) et l'adaptation statistique du matin (vert) d'avril à septembre 2022 pour l'échéance J0 (gauche) et J1 (droite).

Les figures ci-dessus représentent une vue complète des performances des prévisions par rapport à la détection des seuils réglementaires (l'objectif est de se situer au plus proche du coin supérieur droit) :

- Axe horizontal : capacité du modèle à faire de bonnes prévisions parmi les détections
- Axe vertical : capacité du modèle à prévoir des dépassements
- Axe transverse : proportion de fausses alertes par rapport aux alertes manquées
- Axe couleur : capacité du modèle à faire de bonnes prévisions sans événements parasites (fausses alertes, alertes manquées)

L'absence de point symbolise l'absence de franchissement du seuil par le jeu de données concerné (même si des dépassements de ce seuil ont pu être constatés par la mesure) ou si la mesure n'a jamais présenté de dépassement du seuil. Pour l'année 2022, malgré 3 dépassements observés en station de mesures, l'absence de point est due à l'absence de franchissement du seuil par les prévisions au niveau des stations.

Scores en lien avec les critères de l'Arrêté Mesure d'Urgence (AMU)

La référence pour calculer le dépassement des critères est le calcul de la veille : les surfaces ou populations exposées à un dépassement calculées en mode J-1 avec intégration des mesures de la veille sont comparées à ce qui avait été prévu par le modèle en mode J ou J+1. Est considérée comme situation de dépassement toute journée dont la superficie départementale exposée dépasse 25 km^2 et dont la superficie régionale associée dépasse 100 km^2 d'exposition, ou lorsque la population exposée dépasse 10% pour la Charente-Maritime, la Gironde et les Pyrénées-Atlantiques (ou 50 000 habitants pour les autres départements, dont leur population est inférieure à 500 000 habitants) ; conformément à l'arrêté inter-préfectoral du 7 avril 2016 (mis à jour le 26 août 2016) relatif à la gestion des épisodes de pollution atmosphérique et au déclenchement des procédures d'information-recommandations et d'alerte.

➔ Au seuil d'information / recommandations

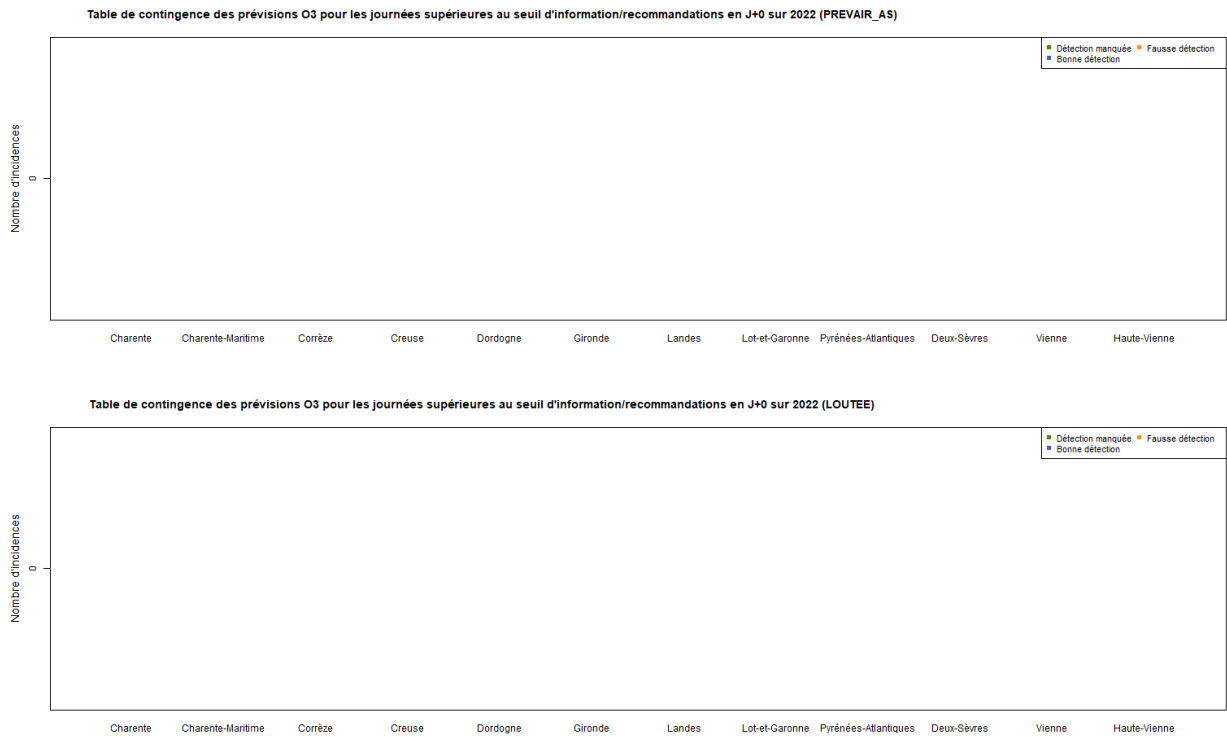


Figure 14 : Ozone – Tables de contingence des critères AMU (critères surfaciques et de population confondus) sur la période d'avril à septembre 2022 à l'échéance J0 pour les journées supérieures au seuil d'informations/recommandations à partir des prévisions PREVAIR AS (haut) et de l'expertise prévisionniste via LOUTEE (bas). Les bonnes détections sont en bleu, les fausses alertes en orange, et les alertes manquées en vert.

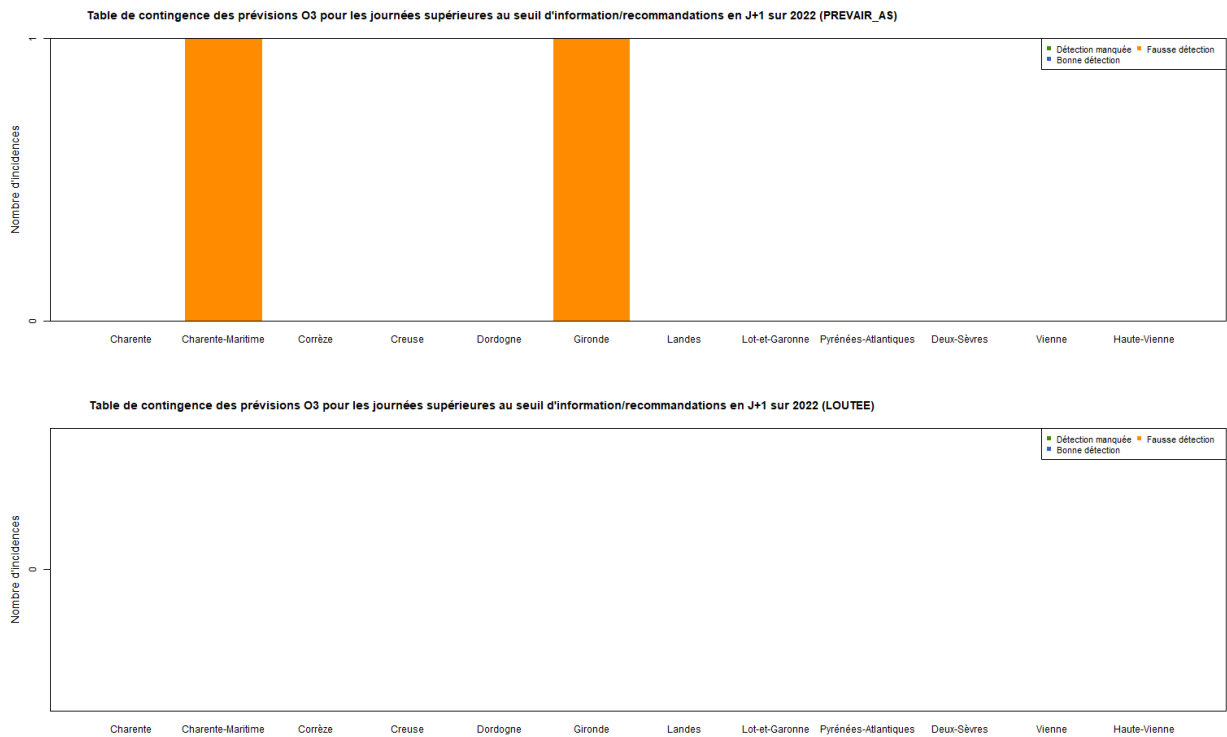


Figure 15 : Ozone – Tables de contingence des critères AMU (critères surfaciques et de population confondus) sur la période d'avril à septembre 2022 à l'échéance J+ 1 pour les journées supérieures au seuil d'informations/recommandations à partir des prévisions PREVAIR AS (haut) et

de l'expertise prévisionniste via LOUTEE (bas). Les bonnes détections sont en bleu, les fausses alertes en orange, et les alertes manquées en vert.

Les figures ci-dessus représentent les éléments de la table de contingence concernant les critères de l'arrêté mesure d'urgence en place dans les départements pour J0 et J+1.

Ces résultats sont différents avec ceux de la partie 2.1.2.1 car l'analyse ne porte plus sur les franchissements en station mais sur les départements. Ainsi, les superficies et populations exposées à des concentrations supérieures au seuil peuvent ne pas se situer au niveau des stations et pourtant caractériser un département en épisode de pollution. Deux prévisions issues de l'adaptation statistique, à J+1, présentent des prévisions de dépassement des critères AMU :

- la prévision du 17 juin 2022 pour le lendemain pour la Charente-Maritime
- la prévision du 11 août 2022 pour le lendemain pour la Gironde

Ces dépassements ne se sont pas avérés sur les cartographies intégrant les mesures en station. Il s'agit donc de dépassements à tort. L'intervention du prévisionniste a été de ne pas suivre ces prévisions, ce qui a permis de ne pas proposer à tort d'épisode de pollution à l'ozone sur ces journées. A noter que les mesures en station restent élevées, voire en franchissement du seuil, pour ces journées – sans atteindre les critères AMU de caractérisation d'un épisode de pollution au niveau départemental (population/superficies exposées).

→ Au seuil d'alerte

En lien avec les éléments présentés au seuil d'information/recommandations, aucun dépassement du seuil d'alerte à l'ozone n'est à évaluer à partir des jeux de données d'observations ou de prévisions.

2.2. Prévisions PM₁₀

Les scores PM₁₀ sont établis (en moyenne journalière) à partir des données de l'ensemble de l'année.

2.2.3. Scores classiques (biais, RMSE, corrélations)

Par rapport aux objectifs de qualité

| Polluant | Bias (µg/m ³) | RMSE (µg/m ³) | Corrélation |
|------------------|---------------------------|---------------------------|-------------|
| O ₃ | -10/+10 | 25 | 0,7 |
| PM ₁₀ | -7,5/+7,5 | 15 | 0,6 |

Figure 16 : Objectifs de qualité définis pour O₃ et PM₁₀ pour le biais, la RMSE et la corrélation qui s'appliquent aux performances des prévisions en régions et sur les zones disposant d'un arrêté mesure d'urgence et aux échéances J0 et J1.

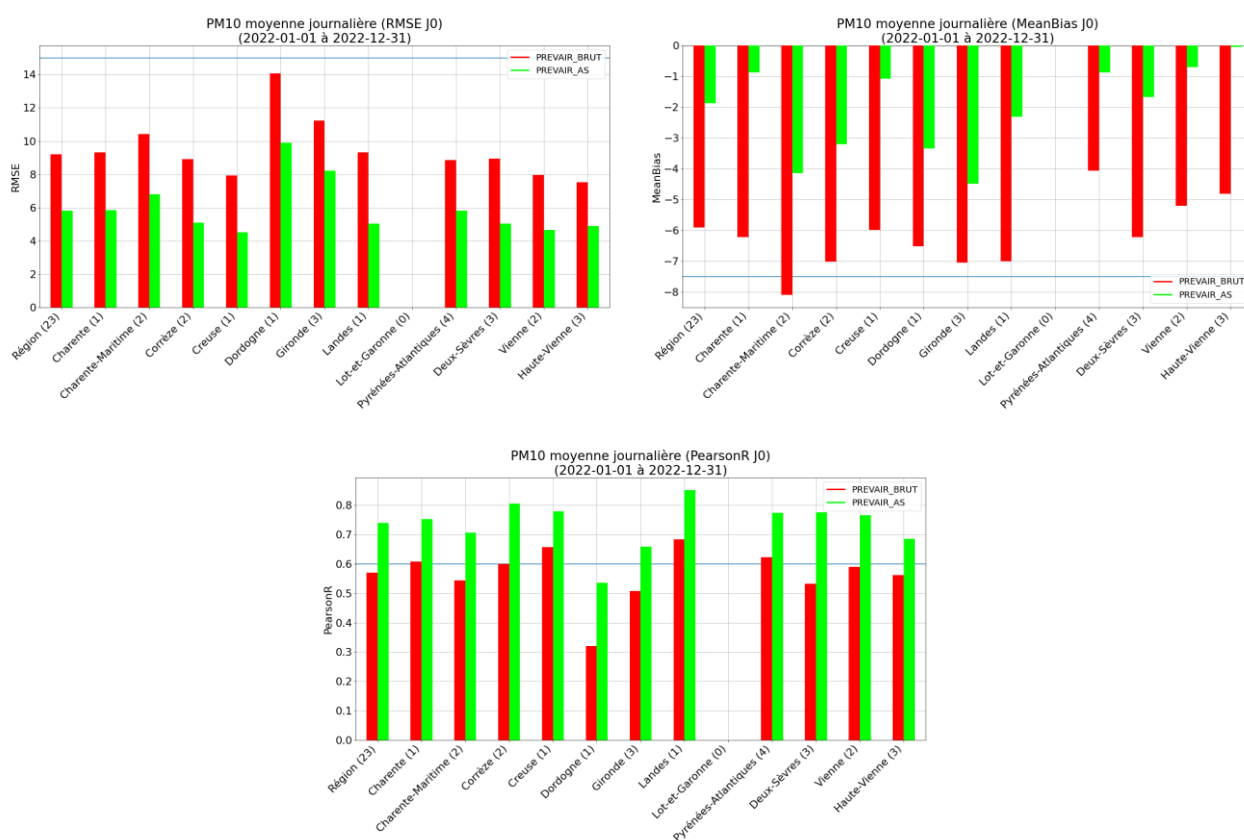


Figure 17 : PM₁₀ - Scores de RMSE (gauche), biais (droite) et corrélation (bas) en Nouvelle Aquitaine et par département des prévisions PREVAIR brut (rouge) et de l'adaptation statistique 10h (vert) pour 2022 sur l'échéance J0. Accolés entre parenthèses aux zones géographiques se trouvent le nombre de stations prises en compte pour le calcul. La ligne bleue indique l'objectif de qualité.

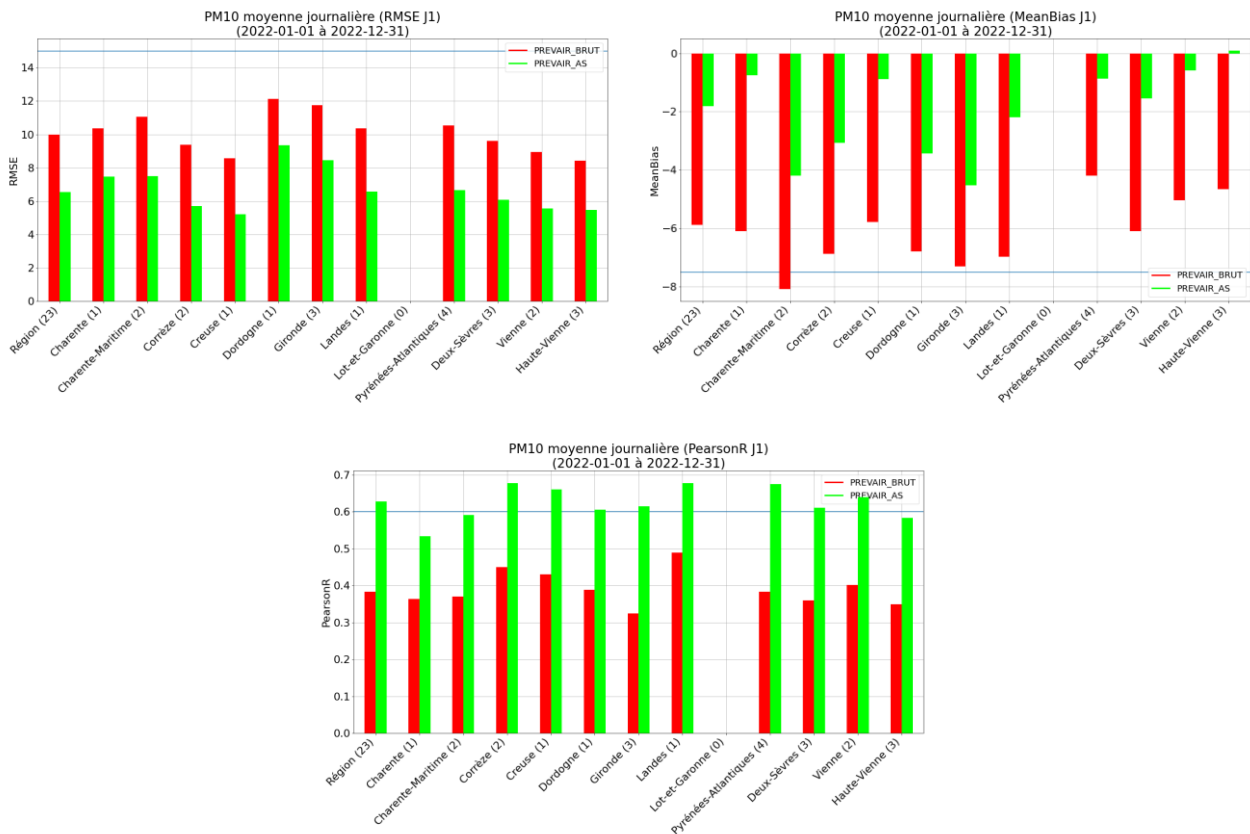


Figure 18 : PM₁₀ - Scores de RMSE (gauche), biais (droite) et corrélation (bas) en Nouvelle Aquitaine et par département des prévisions PREVAIR brut (rouge) et de l'adaptation statistique 10h (vert) d'avril à septembre 2022 sur l'échéance J+1. Accolés entre parenthèses aux zones géographiques se trouvent le nombre de stations prises en compte pour le calcul. La ligne bleue indique l'objectif de qualité.

Ces scores sont une moyenne des scores temporels de chaque station de fond. Les scores par département sont obtenus avec un filtre spatial au moment de calculer la moyenne. L'absence d'évaluation sur le Lot-et-Garonne est à relier à l'absence de données d'observations de fond sur ce département.

Tous les objectifs de qualité sont respectés pour les prévisions en PM₁₀ à J+0 et à J+1 au niveau de la région Nouvelle-Aquitaine pour les biais et les RMSE.

Concernant la corrélation, l'objectif de qualité est respecté pour les prévisions de l'adaptation statistique. Les prévisions brutes ne respectent pas l'objectif de qualité pour la région pour cette métrique.

On constate une nette amélioration des scores entre les prévisions brutes et les prévisions obtenues après l'adaptation statistique du matin sur la totalité des évaluations.

Par typologie

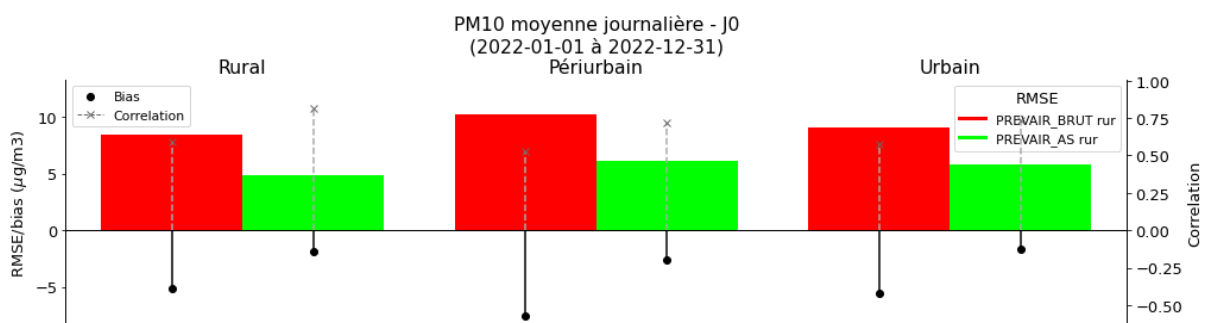


Figure 19 : PM₁₀ – Synthèse des scores de RMSE, biais et corrélation en fonction de la typologie de station (urbaines, périurbaines, rurales) des prévisions PREVAIR brut (rouge) et de l'adaptation statistique du matin (vert) pour 2022 sur l'échéance J0

Ces éléments sont obtenus à partir du calcul des scores par station, moyennés avec un filtre sur les typologies de stations de fond (urbaines, périurbaines et rurales).

Les résultats obtenus en fonction de la typologie sont meilleurs au niveau des stations de typologie rurales qu’au niveau des stations périurbaines. Les prévisions brutes affichent des biais moyens négatifs. L’adaptation statistique du matin réduit ce biais négatif et améliore également la RMSE sur toutes les typologies.

Par échéance de prévision

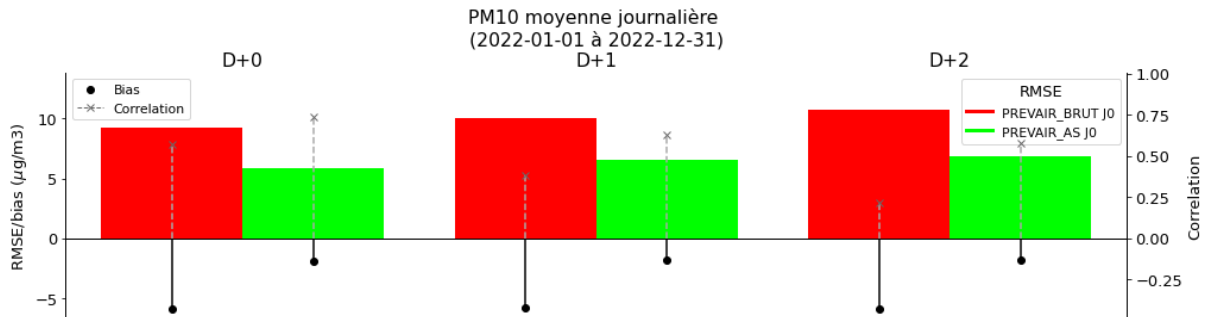
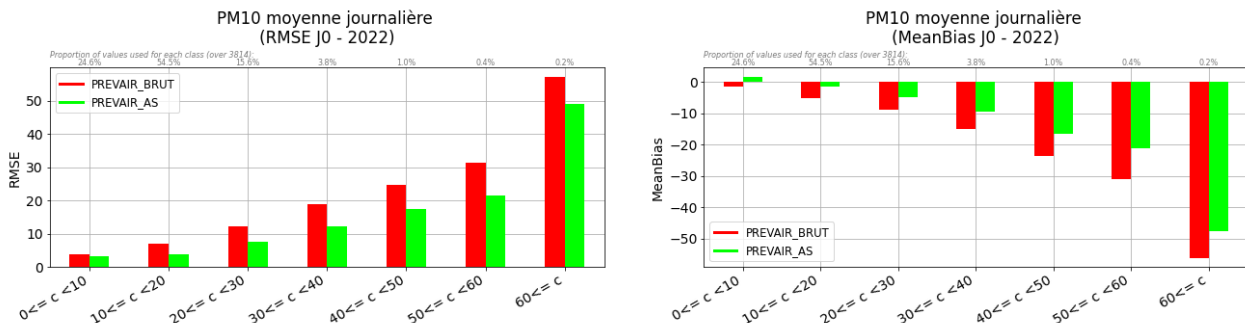


Figure 20 : PM₁₀ – Synthèse des scores de RMSE, biais et corrélation en fonction du jour de prévision pour PREVAIR brut (rouge) et de l’adaptation statistique du matin (vert) pour 2022

Ces éléments sont obtenus à partir du calcul des scores par station, moyennés sur les différents horizons de prévisions (J+0 à J+2).

Les scores des prévisions brutes comme ceux de l’adaptation statistique PM₁₀ se dégradent progressivement à mesure que l’échéance de prévision s’éloigne, notamment par la corrélation. Au regard des biais et de la RMSE, les scores des prévisions brutes et de l’adaptation statistique affichent une relative stabilité entre les différentes échéances de prévision.

Par gamme de concentration



| Moins de 10 | 10 à 20 | 20 à 30 | 30 à 40 | 40 à 50 | 50 à 60 | Plus de 60 |
|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|------------|
| 24,6% | 54,5% | 15,6% | 3,8% | 1% | 0,4% | 0,2% |

Figure 21 : PM₁₀ – Scores de RMSE et biais par classe de concentration des prévisions PREVAIR brut (rouge) et de l’adaptation statistique du matin (vert) pour 2022 sur l’échéance J+0. Sous les figures, les taux d’observations pour chaque classe de concentrations.

Les données journalières sont groupées selon leur « classe de concentration » (par rapport aux observations). Pour chaque groupe, les scores sont ensuite calculés sur chaque station de fond puis moyennés.

L’adaptation statistique du matin améliore la RMSE et le biais calculés sur l’ensemble des gammes de concentrations par rapport à la prévision brute. Les biais sont de plus en plus négatifs à mesure que les niveaux augmentent. Les valeurs les plus élevées et les moins fréquemment observées sont logiquement celles qui sont le plus difficilement reproduites par les prévisions. Lorsque les mesures de PM₁₀ en station dépassent 50 µg/m³ en 2022, la prévision de l’adaptation statistique s’accompagne, en moyenne, d’un biais de -21 à -48 µg/m³ sur ces stations. La survenue de vastes incendies durant l’été 2022, difficiles à reproduire par la prévision brute (hauteur d’injection, localisations et quantités des émissions variables au jour le jour) ou par l’adaptation

statistique (détections ponctuelles au niveau du réseau fixe), contribue à ces biais/RMSE importants – notamment pour les concentrations journalières supérieures à 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

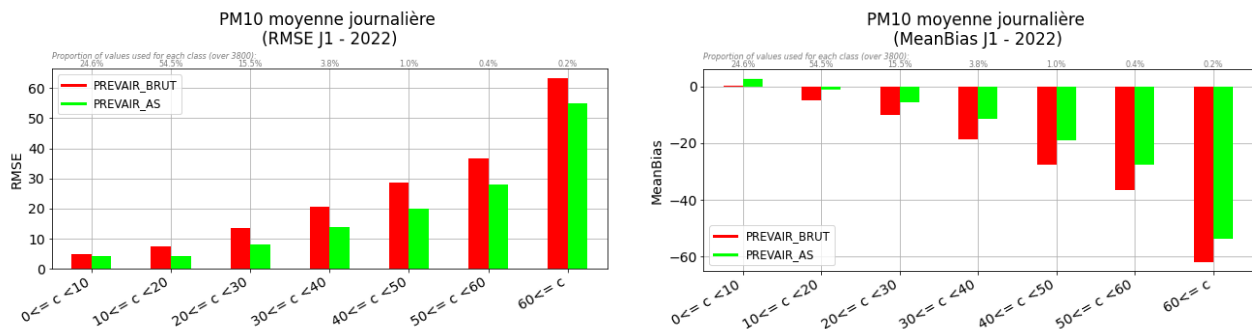


Figure 22 : PM₁₀ – Scores de RMSE et biais par classe de concentration des prévisions PREVAIR brut (rouge) et de l'adaptation statistique du matin (vert) pour 2022 sur l'échéance J+1. Sous les figures, les taux d'observations pour chaque classe de concentrations.

A l'échéance J+1, les indicateurs statistiques entre la prévision brute et l'adaptation statistique du matin restent semblables à l'analyse sur J+0, synonyme d'un maintien des gains apportés par la correction statistique.

Sur plusieurs années

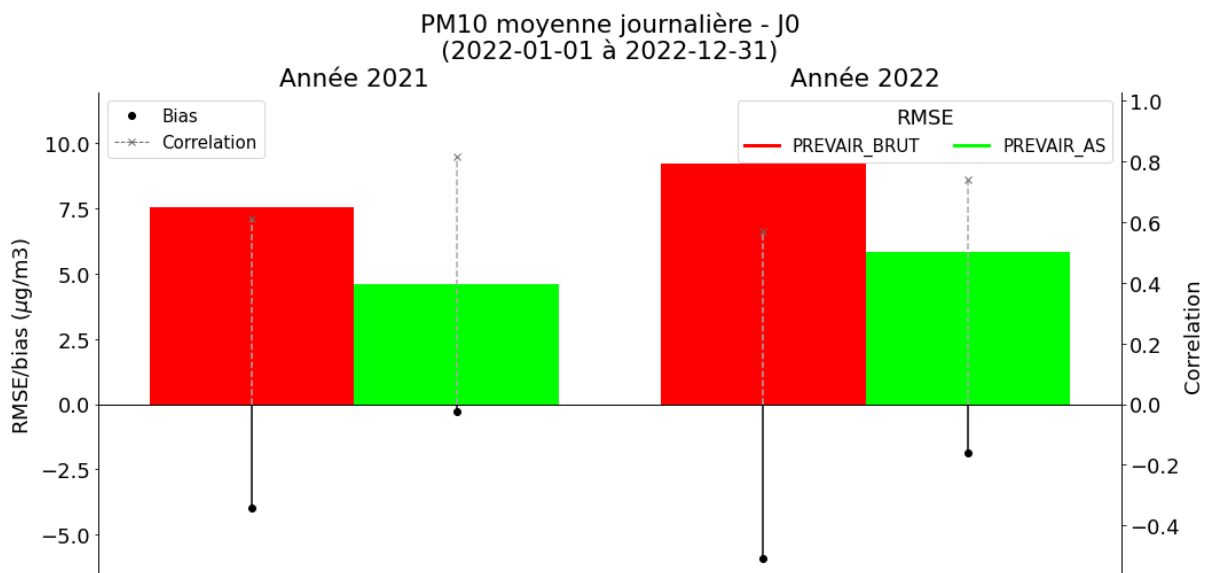


Figure 23 : PM₁₀ – Synthèse des scores de RMSE (barres colorées), biais moyen (points noirs) et corrélation (pointillés gris) en 2021 et 2022 pour PREVAIR brut (rouge) et pour son adaptation statistique du matin (vert)

Il s'agit de moyennes des scores temporels par station pour les années 2021 et 2022.

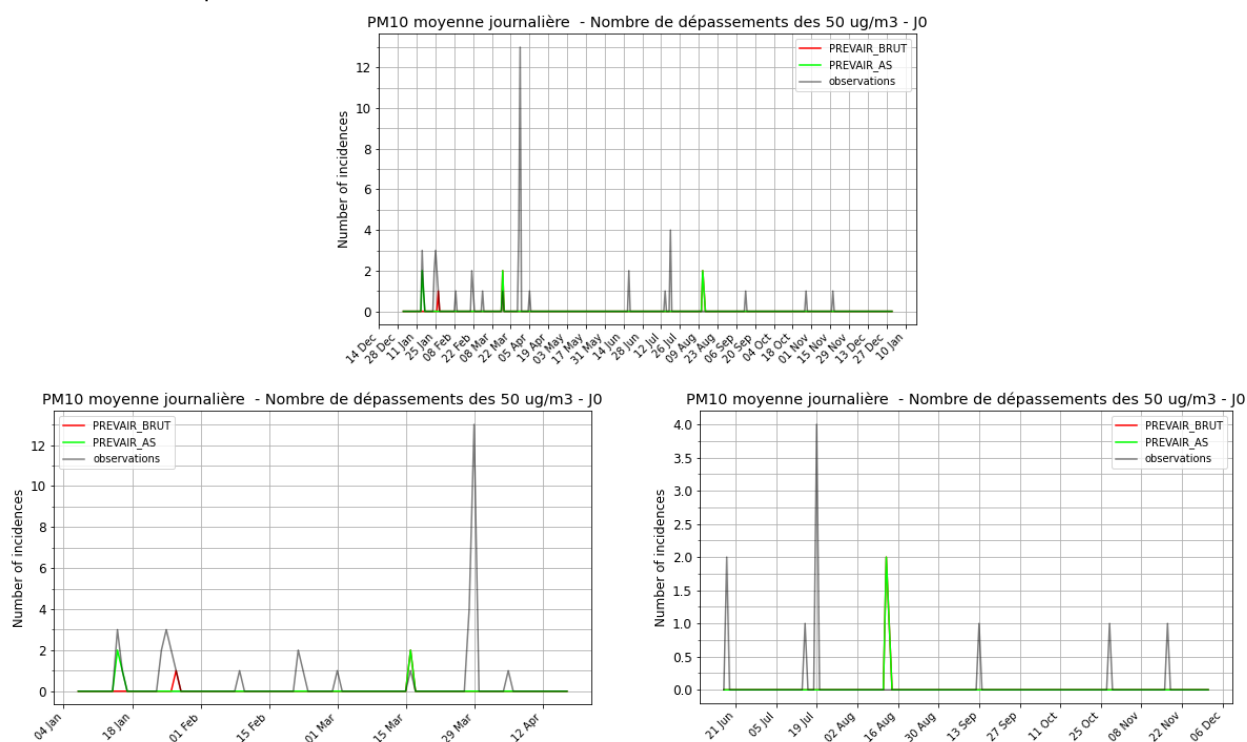
A noter que les biais sur 2021 et 2022 sont négatifs, synonymes d'une sous-estimation moyenne des prévisions vis-à-vis des observations.

L'ensemble des indicateurs statistiques (biais moyens, corrélations et RMSE) sont moins performants en 2022 par rapport à 2021.

2.2.4. Performances sur les seuils réglementaires

Scores aux stations

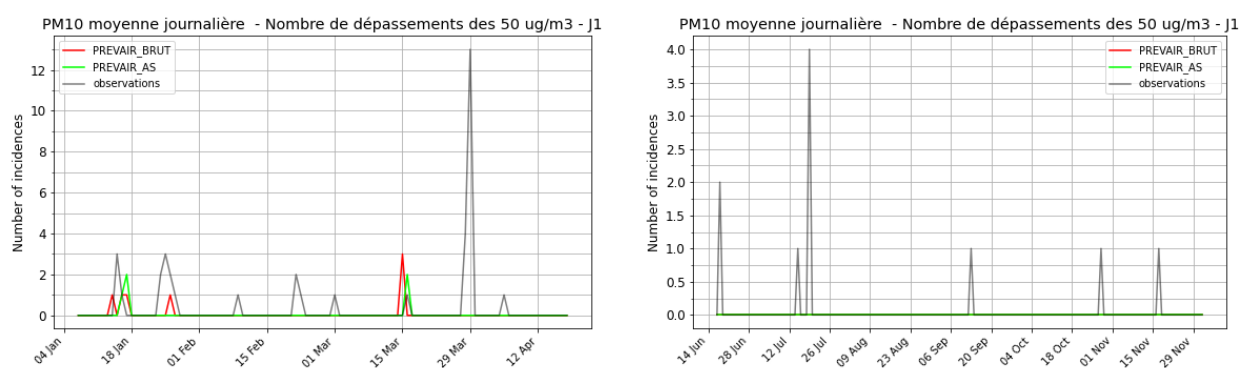
→ Séries temporelles



N.B. : les échelles sur les formats zoomés diffèrent

Figure 24 : superposition des dépassements enregistrés et prévus à J0 par les différentes prévisions sur l'année (haut) et zoomé sur les périodes de franchissement de seuil (bas)

Cette figure représente le nombre de dépassements observés (en pointillés gris) et prévus (en couleur) cumulés sur toutes les stations de fond pour chaque journée de la période considérée.



N.B. : les échelles sur les formats zoomés différents

Figure 25 : superposition des dépassements enregistrés et prévus à J1 par les différentes prévisions sur l'année (gauche) et zoomé sur la période de franchissement de seuil (droite)

Pour cette analyse, les dépassements du seuil de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les moyennes journalières PM_{10} , au niveau des stations, seront regardés selon trois types de regroupements :

- les épisodes de grande ampleur (nombreuses incidences et/ou durées longues) : fin mars (poussières désertiques) et autour du 19 juillet 2022 (remontée du panache de fumées des incendies de feux de forêt)
- les épisodes de moyenne ampleur (moyenne incidence et/ou durée moyenne) : mi et fin janvier, fin février et le 18 juin 2022

- les dépassements ponctuels (généralement sur une journée pour une station) : 7 journées réparties sur l'année 2022

En termes de détection des valeurs en dépassement, pour l'échéance J+0 :

- L'épisode de moyenne ampleur de mi-janvier et le dépassement de mi-mars sont convenablement reproduits par les prévisions de l'adaptation statistique ;
- L'épisode de moyenne ampleur de fin janvier n'a pas été détecté mais on observe toutefois que la prévision brute a présenté une occurrence de dépassement sur la fin de celui-ci ;
- Les épisodes de grande ampleur ainsi que la majorité des dépassements ponctuels n'ont pas été reproduits pour les deux prévisions.
- Des dépassements à tort ont été fournis début août 2022 par la prévision de l'adaptation statistique.

Pour l'échéance J+1, on retrouve des résultats semblables de ceux de l'échéance J+0 avec :

- Une dégradation des performances sur la capacité à reproduire l'épisode de mi-janvier ;
- Une amélioration vis-à-vis des dépassements à tort existants à J+0 en août : aucun dépassement à tort fourni à J+1 sur cette période.

➔ Eléments de la table de contingence

Les éléments pris en compte pour produire les figures de cette partie sont définis en ANNEXE 2 - ELEMENTS DE TABLE DE CONTINGENCE

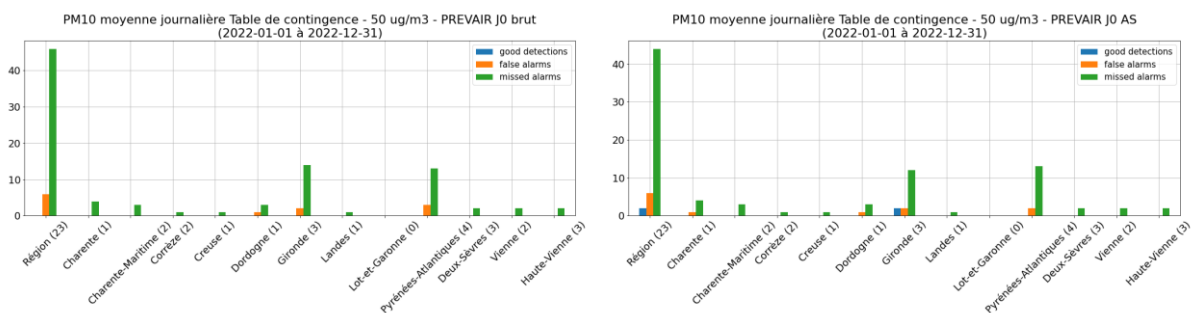


Figure 26 : PM₁₀ - Tables de contingence sur la période d'avril à septembre 2022 à l'échéance J0 pour le seuil de 50 µg/m³. Les bonnes détections sont en bleu, les fausses détections en orange, et les détections manquées en vert. Gauche : Tables de contingence de PREV'AIR brut pour les départements de la Nouvelle Aquitaine. Droite : équivalent pour l'adaptation statistique du matin.

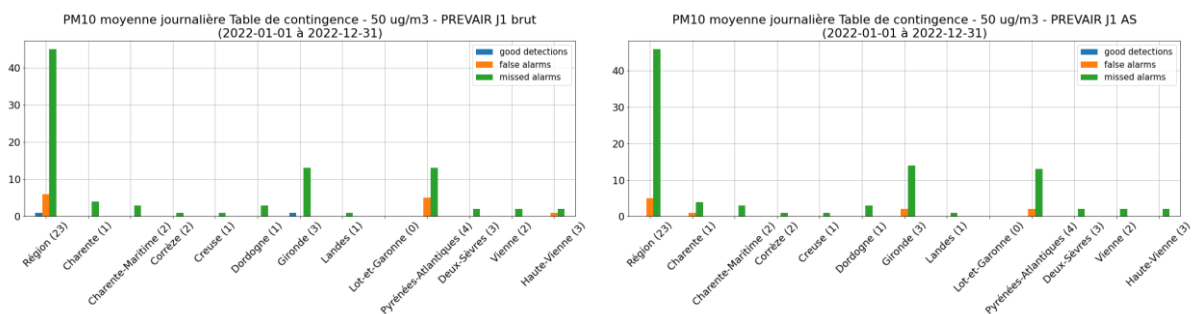


Figure 27 : PM₁₀ - Tables de contingence sur la période d'avril à septembre 2022 à l'échéance J+1 pour le seuil de 50 µg/m³. Les bonnes détections sont en bleu, les fausses détections en orange, et les détections manquées en vert. Gauche : Tables de contingence de PREV'AIR brut pour les départements de la Nouvelle Aquitaine. Droite : équivalent pour l'adaptation statistique du matin.

Les tables de contingence ci-dessus révèlent que l'issue principale, sur les journées avec une moyenne journalière en dépassement des 50 µg/m³, est la détection manquée (vert). Les prévisions par l'adaptation statistique se distinguent des prévisions brutes par une proportion légèrement plus élevée en bonnes détections (bleu) pour l'échéance J+0 (constat opposé pour J+1). Les détections à tort (orange) sont relativement semblables entre les deux prévisions.

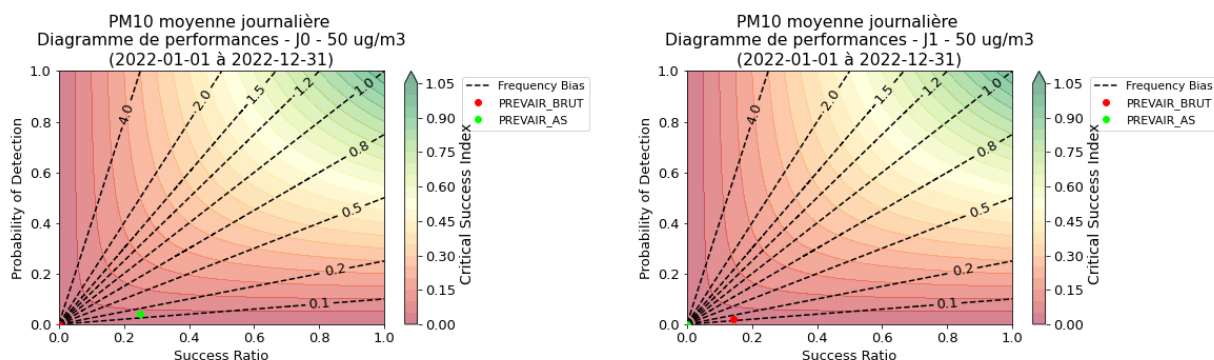


Figure 28 : PM₁₀ - Diagrammes de performance pour PREVAIR brut (rouge) et l'adaptation statistique du matin (vert) pour 2022 pour l'échéance J0 (gauche) et J1 (droite).

Les figures ci-dessus représentent une vue complète des performances des prévisions par rapport à la détection des seuils réglementaires (l'objectif est de se situer au plus proche du coin supérieur droit) :

- Axe horizontal : capacité du modèle à faire de bonnes prévisions parmi les détections
- Axe vertical : capacité du modèle à prévoir des dépassements
- Axe transverse : proportion de fausses alertes par rapport aux alertes manquées
- Axe couleur : capacité du modèle à faire de bonnes prévisions sans événements parasites (fausses alertes, alertes manquées)

L'absence de point symbolise l'absence de franchissement du seuil par le jeu de données concerné (même si des dépassements de ce seuil ont pu être constatés par la mesure) ou si la mesure n'a jamais présenté de dépassement du seuil.

Ces graphiques sont en cohérence avec les tables de contingence où la prévision de franchissement de seuil est :

- Meilleure pour l'adaptation statistique à J+0 par rapport à la prévision brute
- Meilleure pour la prévision brute à J+1 par rapport à l'adaptation statistique

Scores en lien avec les critères de l'Arrêté Mesure d'Urgence (AMU)

La référence pour calculer le dépassement des critères est le calcul de la veille : les surfaces ou populations exposées à un dépassement calculées en mode J-1 avec intégration des mesures de la veille sont comparées à ce qui avait été prévu par le modèle en mode J ou J+1. Est considérée comme situation de dépassement toute journée dont la superficie départementale exposée dépasse 25 km² et dont la superficie régionale associée dépasse 100 km² d'exposition, ou lorsque la population exposée dépasse 10% pour la Charente-Maritime, la Gironde et les Pyrénées-Atlantiques (ou 50 000 habitants pour les autres départements, dont leur population est inférieure à 500 000 habitants) ; conformément à l'arrêté inter-préfectoral du 7 avril 2016 (mis à jour le 26 août 2016) relatif à la gestion des épisodes de pollution atmosphérique et au déclenchement des procédures d'information-recommandation et d'alerte.

➔ Au seuil d'information / recommandations

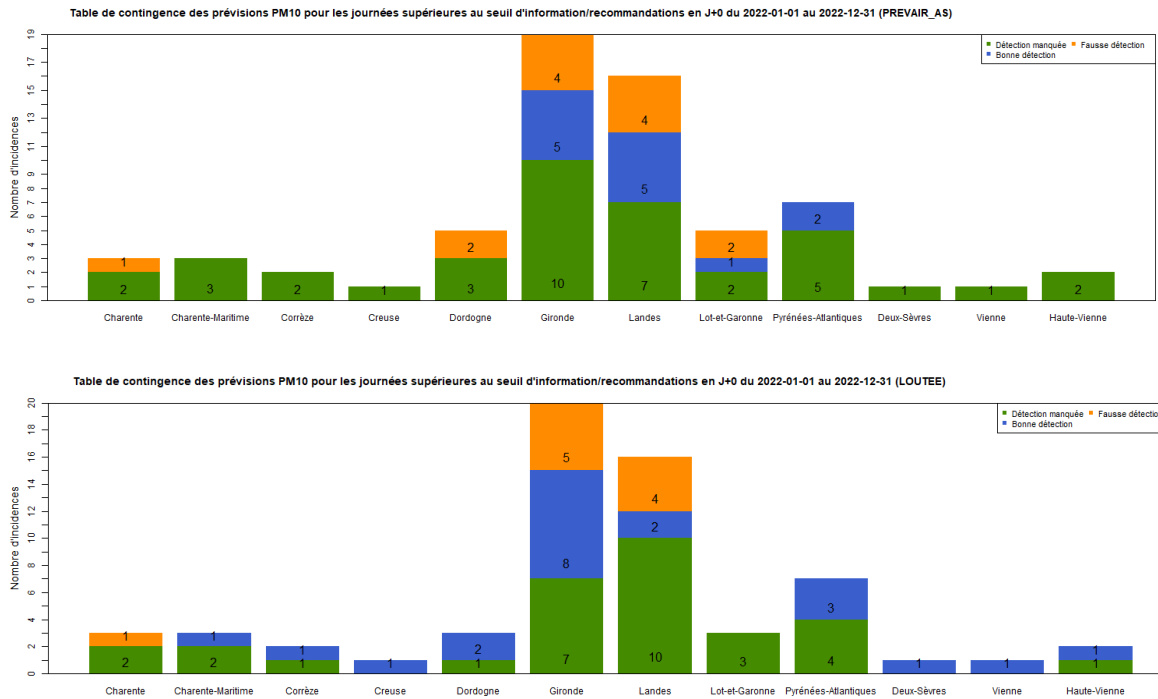


Figure 29 : PM₁₀ - Tables de contingence des critères AMU (critères surfaciques et de population confondus) sur 2022 à l'échéance J0 pour les journées supérieures au seuil d'informations/recommandations à partir des prévisions PREV'AIR AS (haut) et de l'expertise prévisionniste via LOUTEE (bas). Les bonnes détections sont en bleu, les fausses alertes en orange, et les alertes manquées en vert.

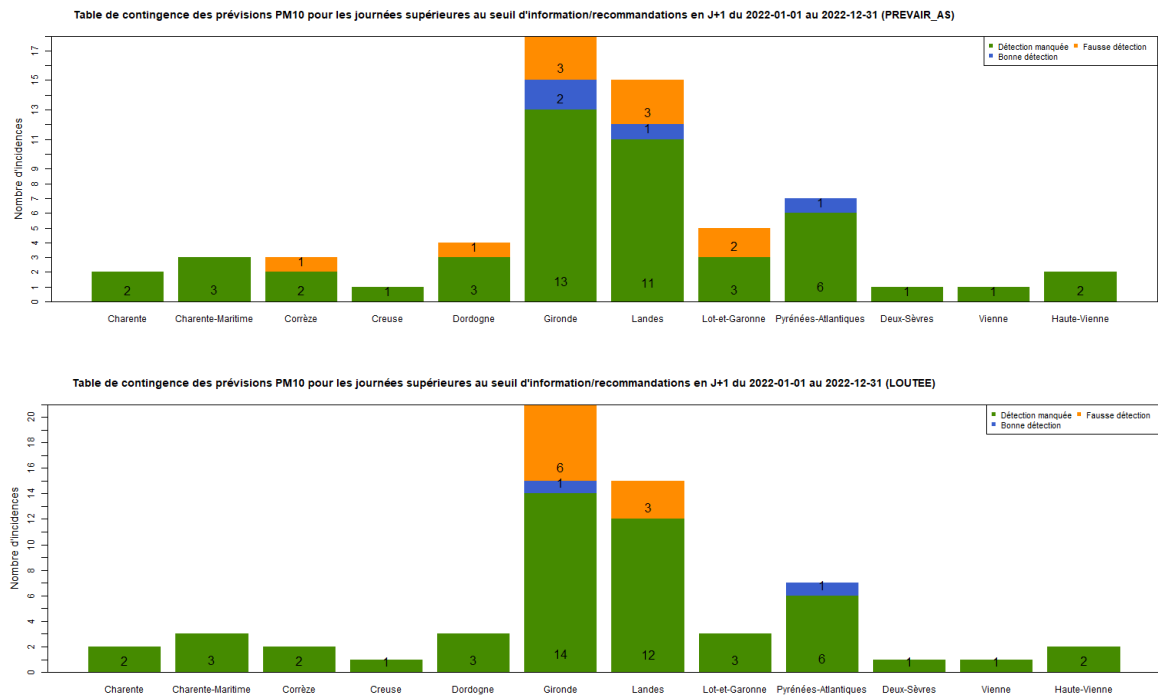


Figure 30 : PM₁₀ - Tables de contingence des critères AMU (critères surfaciques et de population confondus) sur 2022 à l'échéance J+1 pour les journées supérieures au seuil d'informations/recommandations à partir des prévisions PREV'AIR AS (haut) et de l'expertise prévisionniste via LOUTEE (bas). Les bonnes détections sont en bleu, les fausses alertes en orange, et les alertes manquées en vert.

Pour mémoire, l'année 2022 se caractérise en Nouvelle-Aquitaine par des incendies de feux de forêt de grande ampleur ayant contribué à l'atteinte des critères d'un épisode de pollution aux PM₁₀ sur plusieurs journées

durant l'été. Depuis l'activation du module d'émissions de feux dans la chaîne de production de la France de Prév'Air, c'est *a minima* 19 occurrences ayant franchi le seuil d'information / recommandations (essentiellement sur la Gironde et les Landes) qui sont concernées au regard des simulations J-1. Parmi ces 19 occurrences, 10 ont également franchi le seuil d'alerte.

Ces incendies s'étant produits sur des zones éloignées du réseau de mesures, peu d'observations ont été obtenues au niveau des stations. Ces dernières contribuent au redressement statistique et à la spatialisation des données de qualité de l'air du modèle. En raison de diverses optimisations attendues sur la prise en compte de ces événements dans les simulations, les prévisionnistes ont régulièrement fait le choix de ne pas retenir ces journées comme des épisodes de pollution. Toutefois, cette analyse porte – comme indiqué en préambule – sur la référence du calcul de la veille obtenu par Prév'Air.

Sur l'année 2022, la principale issue des prévisions sur les journées où les critères AMU sont atteints (en J-1) est la détection manquée (vert) pour l'adaptation statistique et pour l'expertise prévisionniste LouTee à l'échéance J+0. À noter que l'aide à la décision apportée par PREV'AIR AS s'est notamment portée sur les départements de la Gironde, des Landes et des Pyrénées-Atlantiques qui totalisent le plus grand nombre de journées en dépassement. La plus-value des prévisions issues de l'expertise prévisionniste se réalise pour l'ensemble des départements à l'exception des Landes et du Lot-Et-Garonne. Les fausses alertes du prévisionniste peuvent trouver leur origine dans le choix de maintenir un épisode de pollution pour s'affranchir de levées/re-déclenchements intempestifs vis-à-vis des autorités locales compétentes ou dans l'utilisation du principe de précaution lorsque les critères AMU s'approchent des conditions de déclenchement/maintien sans, *in fine*, les atteindre.

À l'échéance J+1, la part de détections manquées est prépondérante pour l'adaptation statistique de PREV'AIR et l'expertise du prévisionniste. Cette dernière permet d'améliorer le nombre de détections à tort sur la plupart des départements à l'exception de la Gironde où elle se détériore.

→ Au seuil d'alerte

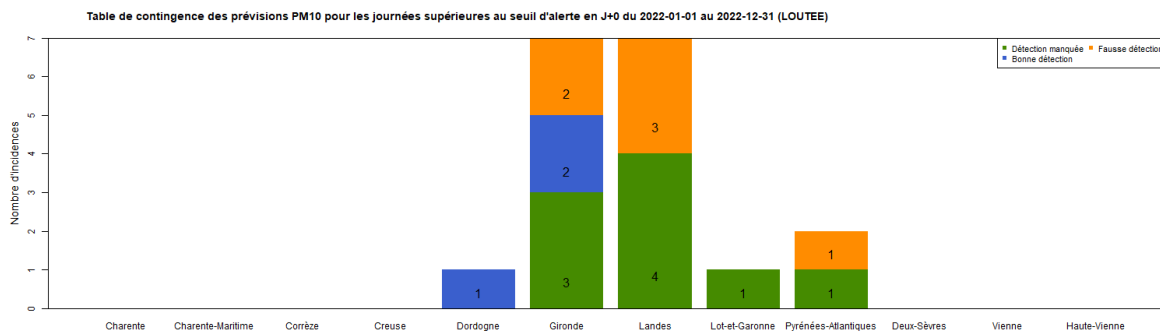
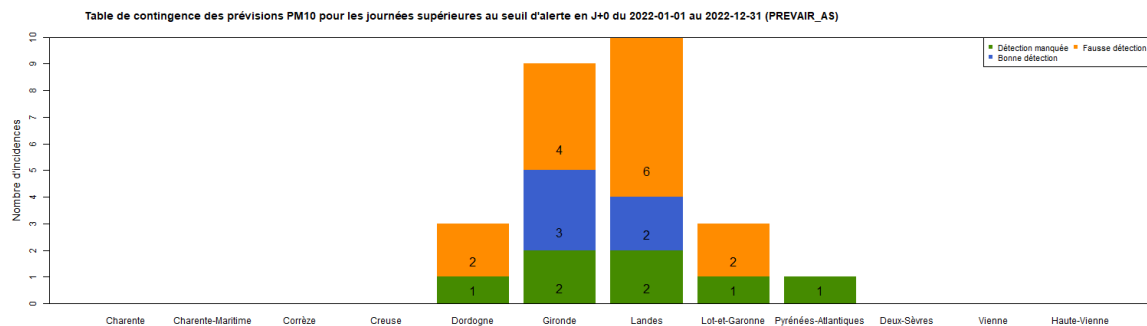


Figure 31 : PM₁₀ - Tables de contingence des critères AMU (critères surfaciques et de population confondus) sur 2022 à l'échéance J0 pour les journées supérieures au seuil d'alerte à partir des prévisions PREVAIR AS (haut) et de l'expertise prévisionniste via LOUTEE (bas). Les bonnes détections sont en bleu, les fausses alertes en orange, et les alertes manquées en vert.

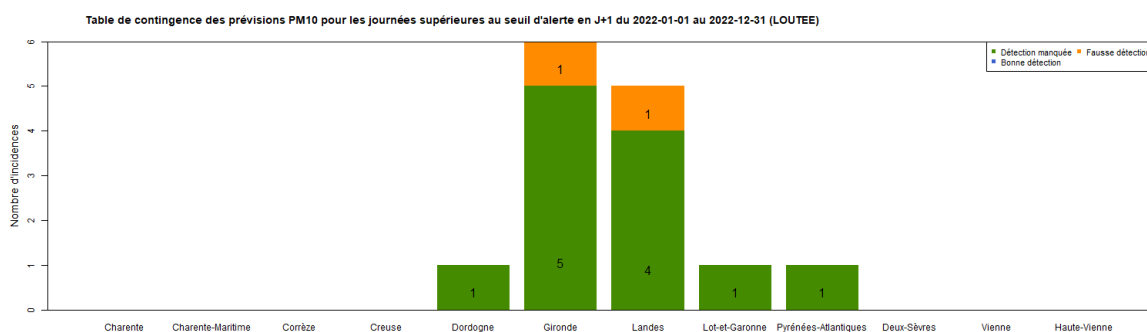
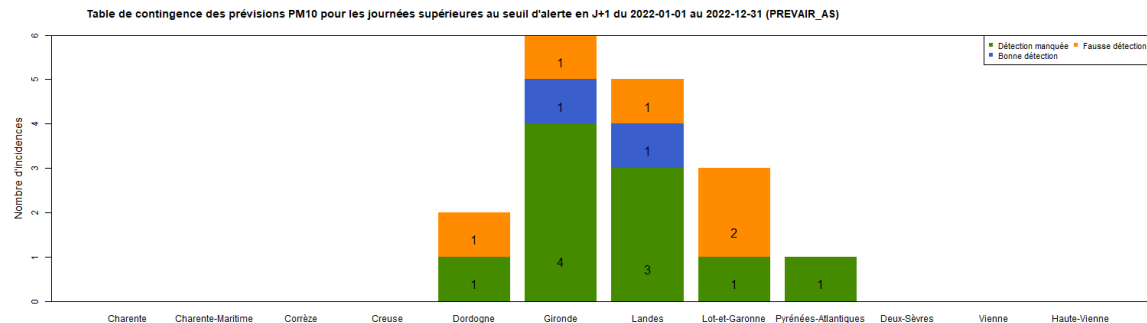


Figure 32 : PM₁₀ - Tables de contingence des critères AMU (critères surfaciques et de population confondus) sur 2022 à l'échéance J+1 pour les journées supérieures au seuil d'alerte à partir des prévisions PREVAIR AS (haut) et de l'expertise prévisionniste via LOUTEE (bas). Les bonnes détections sont en bleu, les fausses alertes en orange, et les alertes manquées en vert.

Vis-à-vis du seuil d'alerte, l'adaptation statistique à J+0 prévoit quelques bonnes détections supplémentaires par rapport à l'expertise prévisionniste LouTee au détriment d'un nombre plus important de prévisions à tort. Les différences obtenues entre le prévisionniste et la proposition par l'adaptation statistique de Prév'Air à ce

seuil proviennent régulièrement de la caractérisation ou non en épisode de pollution les journées affectées par les incendies de l'été. L'issue principale des prévisions aux échéances J+0 et J+1 est la détection manquée (vert).

Table des figures

| | |
|---|----|
| Figure 1 : Objectifs de qualité définis pour O ₃ et PM ₁₀ pour le biais, la RMSE et la corrélation qui s'appliquent aux performances des prévisions en régions et sur les zones disposant d'un arrêté mesure d'urgence et aux échéances J0 et J1..... | 9 |
| Figure 2 : Ozone - Scores de RMSE (gauche), biais (droite) et corrélation (bas) en Nouvelle Aquitaine et par département des prévisions PREV'AIR brut (rouge) et de l'adaptation statistique du matin (vert) d'avril à septembre 2022 sur l'échéance J0. Accolés entre parenthèses aux zones géographiques se trouvent le nombre de stations prises en compte pour le calcul. La ligne bleue indique l'objectif de qualité..... | 9 |
| Figure 3 : Ozone - Scores de RMSE (gauche), biais (droite) et corrélation (bas) en Nouvelle Aquitaine et par département des prévisions PREV'AIR brut (rouge) et de l'adaptation statistique 10h (vert) d'avril à septembre 2022 sur l'échéance J+1. Accolés entre parenthèses aux zones géographiques se trouvent le nombre de stations prises en compte pour le calcul. La ligne bleue indique l'objectif de qualité..... | 10 |
| Figure 4 : Ozone – Synthèse des scores de RMSE, biais et corrélation en fonction de la typologie de stations (urbaines, périurbaines, rurales) des prévisions PREV'AIR brut (rouge) et de l'adaptation statistique du matin (vert) d'avril à septembre 2022 sur l'échéance J0..... | 11 |
| Figure 5 : Ozone – Synthèse des scores de RMSE, biais et corrélation en fonction du jour de prévision pour PREV'AIR brut (rouge) et de l'adaptation statistique du matin (vert) d'avril à septembre 2022..... | 11 |
| Figure 6 : Ozone – Scores de RMSE et biais par classe de concentration des prévisions PREV'AIR brut (rouge) et de l'adaptation statistique du matin (vert) d'avril à septembre 2022 sur l'échéance J+0. Sous les figures, les taux d'observations pour chaque classe de concentrations..... | 12 |
| Figure 7 : Ozone – Scores de RMSE et biais par classe de concentration des prévisions PREV'AIR brut (rouge) et de l'adaptation statistique du matin (vert) d'avril à septembre 2022 sur l'échéance J+1. Sous les figures, les taux d'observations pour chaque classe de concentrations..... | 12 |
| Figure 8 : Ozone – Synthèse des scores de RMSE (barres colorées), biais moyen (points noirs) et corrélation (pointillés gris) entre avril et septembre 2021 et 2022 pour PREV'AIR brut (rouge) et pour son adaptation statistique du matin (vert)..... | 13 |
| Figure 9 : superposition des dépassements enregistrés et prévus à J0 par les différentes prévisions..... | 13 |
| Figure 10 : superposition des dépassements enregistrés et prévus à J1 par les différentes prévisions..... | 14 |
| Figure 11 : Ozone – Tables de contingence sur la période d'avril à septembre 2022 à l'échéance J0 pour le seuil de 180 µg/m ³ . Les bonnes détections sont en bleu, les fausses détections en orange, et les détections manquées en vert. Gauche : Tables de contingence de PREV'AIR brut pour les départements de la Nouvelle Aquitaine. Droite : équivalent pour l'adaptation statistique du matin..... | 14 |
| Figure 12 : Ozone – Tables de contingence sur la période d'avril à septembre 2022 à l'échéance J+1 pour le seuil de 180 µg/m ³ . Les bonnes détections sont en bleu, les fausses détections en orange, et les détections manquées en vert. Gauche : Tables de contingence de PREV'AIR brut pour les départements de la Nouvelle Aquitaine. Droite : équivalent pour l'adaptation statistique du matin..... | 14 |
| Figure 13 : Ozone – Diagrammes de performance pour PREV'AIR brut (rouge) et l'adaptation statistique du matin (vert) d'avril à septembre 2022 pour l'échéance J0 (gauche) et J1 (droite)..... | 15 |
| Figure 14 : Ozone – Tables de contingence des critères AMU (critères surfaciques et de population confondus) sur la période d'avril à septembre 2022 à l'échéance J0 pour les journées supérieures au seuil d'informations/recommandations à partir des prévisions PREV'AIR AS (haut) et de l'expertise prévisionniste via LOUTEE (bas). Les bonnes détections sont en bleu, les fausses alertes en orange, et les alertes manquées en vert..... | 16 |
| Figure 15 : Ozone – Tables de contingence des critères AMU (critères surfaciques et de population confondus) sur la période d'avril à septembre 2022 à l'échéance J+1 pour les journées supérieures au seuil d'informations/recommandations à partir des prévisions PREV'AIR AS (haut) et de l'expertise prévisionniste via LOUTEE (bas). Les bonnes détections sont en bleu, les fausses alertes en orange, et les alertes manquées en vert..... | 16 |
| Figure 16 : Objectifs de qualité définis pour O ₃ et PM ₁₀ pour le biais, la RMSE et la corrélation qui s'appliquent aux performances des prévisions en régions et sur les zones disposant d'un arrêté mesure d'urgence et aux échéances J0 et J1..... | 18 |

| | |
|--|----|
| Figure 17 : PM ₁₀ - Scores de RMSE (gauche), biais (droite) et corrélation (bas) en Nouvelle Aquitaine et par département des prévisions PREV'AIR brut (rouge) et de l'adaptation statistique 10h (vert) pour 2022 sur l'échéance J0. Accolés entre parenthèses aux zones géographiques se trouvent le nombre de stations prises en compte pour le calcul. La ligne bleue indique l'objectif de qualité..... | 18 |
| Figure 18 : PM ₁₀ - Scores de RMSE (gauche), biais (droite) et corrélation (bas) en Nouvelle Aquitaine et par département des prévisions PREV'AIR brut (rouge) et de l'adaptation statistique 10h (vert) d'avril à septembre 2022 sur l'échéance J+1. Accolés entre parenthèses aux zones géographiques se trouvent le nombre de stations prises en compte pour le calcul. La ligne bleue indique l'objectif de qualité. | 19 |
| Figure 19 : PM ₁₀ – Synthèse des scores de RMSE, biais et corrélation en fonction de la typologie de station (urbaines, périurbaines, rurales) des prévisions PREV'AIR brut (rouge) et de l'adaptation statistique du matin (vert) pour 2022 sur l'échéance J0 | 19 |
| Figure 20 : PM ₁₀ – Synthèse des scores de RMSE, biais et corrélation en fonction du jour de prévision pour PREV'AIR brut (rouge) et de l'adaptation statistique du matin (vert) pour 2022..... | 20 |
| Figure 21 : PM ₁₀ – Scores de RMSE et biais par classe de concentration des prévisions PREV'AIR brut (rouge) et de l'adaptation statistique du matin (vert) pour 2022 sur l'échéance J+0. Sous les figures, les taux d'observations pour chaque classe de concentrations. | 20 |
| Figure 22 : PM ₁₀ – Scores de RMSE et biais par classe de concentration des prévisions PREV'AIR brut (rouge) et de l'adaptation statistique du matin (vert) pour 2022 sur l'échéance J+1. Sous les figures, les taux d'observations pour chaque classe de concentrations. | 21 |
| Figure 23 : PM ₁₀ – Synthèse des scores de RMSE (barres colorées), biais moyen (points noirs) et corrélation (pointillés gris) en 2021 et 2022 pour PREV'AIR brut (rouge) et pour son adaptation statistique du matin (vert) | 21 |
| Figure 24 : superposition des dépassements enregistrés et prévus à J0 par les différentes prévisions sur l'année (haut) et zoomé sur les périodes de franchissement de seuil (bas) | 22 |
| Figure 25 : superposition des dépassements enregistrés et prévus à J1 par les différentes prévisions sur l'année (gauche) et zoomé sur la période de franchissement de seuil (droite) | 22 |
| Figure 26 : PM ₁₀ - Tables de contingence sur la période d'avril à septembre 2022 à l'échéance J0 pour le seuil de 50 µg/m ³ . Les bonnes détections sont en bleu, les fausses détections en orange, et les détections manquées en vert. Gauche : Tables de contingence de PREV'AIR brut pour les départements de la Nouvelle Aquitaine. Droite : équivalent pour l'adaptation statistique du matin..... | 23 |
| Figure 27 : PM ₁₀ - Tables de contingence sur la période d'avril à septembre 2022 à l'échéance J+1 pour le seuil de 50 µg/m ³ . Les bonnes détections sont en bleu, les fausses détections en orange, et les détections manquées en vert. Gauche : Tables de contingence de PREV'AIR brut pour les départements de la Nouvelle Aquitaine. Droite : équivalent pour l'adaptation statistique du matin..... | 23 |
| Figure 28 : PM ₁₀ - Diagrammes de performance pour PREV'AIR brut (rouge) et l'adaptation statistique du matin (vert) pour 2022 pour l'échéance J0 (gauche) et J1 (droite)..... | 24 |
| Figure 29 : PM ₁₀ - Tables de contingence des critères AMU (critères surfaciques et de population confondus) sur 2022 à l'échéance J0 pour les journées supérieures au seuil d'informations/recommandations à partir des prévisions PREV'AIR AS (haut) et de l'expertise prévisionniste via LOUTEE (bas). Les bonnes détections sont en bleu, les fausses alertes en orange, et les alertes manquées en vert. | 25 |
| Figure 30 : PM ₁₀ - Tables de contingence des critères AMU (critères surfaciques et de population confondus) sur 2022 à l'échéance J+1 pour les journées supérieures au seuil d'informations/recommandations à partir des prévisions PREV'AIR AS (haut) et de l'expertise prévisionniste via LOUTEE (bas). Les bonnes détections sont en bleu, les fausses alertes en orange, et les alertes manquées en vert. | 25 |
| Figure 31 : PM ₁₀ - Tables de contingence des critères AMU (critères surfaciques et de population confondus) sur 2022 à l'échéance J0 pour les journées supérieures au seuil d'alerte à partir des prévisions PREV'AIR AS (haut) et de l'expertise prévisionniste via LOUTEE (bas). Les bonnes détections sont en bleu, les fausses alertes en orange, et les alertes manquées en vert. | 27 |
| Figure 32 : PM ₁₀ - Tables de contingence des critères AMU (critères surfaciques et de population confondus) sur 2022 à l'échéance J+1 pour les journées supérieures au seuil d'alerte à partir des prévisions PREV'AIR AS (haut) et de l'expertise prévisionniste via LOUTEE (bas). Les bonnes détections sont en bleu, les fausses alertes en orange, et les alertes manquées en vert. | 27 |

Annexes

ANNEXE 1 - METHODE DE CALCUL DES SCORES

Taux de disponibilité des données fixé à 75%. Cela signifie qu'il faut que sur la période d'évaluation, 75% des couples journaliers (ou horaires) mesures-concentrations prévues soient disponibles pour qu'une station soit prise en compte dans le calcul des scores.

L'ensemble des scores est calculé aux stations puis fait l'objet d'une moyenne selon les critères de la représentation (par zones géographiques, par typologies, par année, ...)

- **Biais** : Estimateur des écarts entre prévisions et observations :

$$\frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N (P_i - O_i)$$

N est le nombre de stations de mesure, P_i la valeur de prévision à la station i et O_i la valeur observée à la station.

Si le biais est établi pour le maximum journalier, alors le maximum journalier des 2 valeurs doit être pris, s'il s'agit d'un biais pour la moyenne journalière, alors la moyenne journalière des 2 valeurs doit être prise. Valeurs exprimées en $\mu\text{g}/\text{m}^3$

- **RMSE** : Root Mean Square Error (RMSE) donne une information sur la qualité du modèle à reproduire les niveaux de concentrations observées. Elle doit être la plus faible possible.

$$\sqrt{\frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N (P_i - O_i)^2}$$

N est le nombre de stations, P_i correspond à la prévision à la station i et O_i l'observation à la station i . Valeurs exprimées en $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

- **Corrélation** : Corrélation r informe sur la cohérence des variabilités temporelle ou spatiale des concentrations observées et prévues. Plus celle-ci est proche de 1 plus la prévision est en mesure de reproduire les bonnes variations des concentrations observées.

$$r = \frac{\text{cov}(P, O)}{\sqrt{\text{var}(P)} \cdot \sqrt{\text{var}(O)}} = \frac{\sum_i (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_i (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_i (y_i - \bar{y})^2}}$$

N est le nombre de stations, P_i correspond à la prévision à la station i et O_i l'observation à la station i . Valeurs sans dimension. (cov correspond à la covariance et var à la variance).

ANNEXE 2 - ELEMENTS DE TABLE DE CONTINGENCE

En préambule, un dépassement est comptabilisé lorsqu'une valeur observée ou prévue excède strictement le seuil de concentration considéré.

La table de contingence des prévisions d'un modèle se présente comme suit :

| | Obs > seuil | Obs < seuil | Total |
|---------------|-----------------------|-------------------------|---------|
| Prévi > seuil | Bonne détection (a) | Fausse détection (b) | a+b |
| Prévi < seuil | Détection manquée (c) | Bonne non-détection (d) | c+d |
| Total | a+c | b+d | a+b+c+d |

Bonne détection (a) : bonne prévision de dépassement du seuil

Bonne non-détection (d) : bonne prévision de non-dépassement du seuil

Détection manquée (c) : dépassement de seuil observé en station mais non prévu par le modèle

Fausse détection (b) : dépassement de seuil prévu par le modèle mais non observé en station

A partir de ces paramètres, il est possible de calculer plusieurs indicateurs permettant de mieux formaliser les performances d'un modèle vis-à-vis de la détection des dépassements.

POD = « Probability of Detection », ou probabilité de détection

C'est le taux de bonnes prévisions de dépassements de seuil par rapport au nombre total de dépassements observés.

$$POD = \frac{a}{a + c}$$

FAR = « False Alarm Ratio », ou taux de détection manquée

C'est le taux de mauvaises prévisions de dépassements de seuil par rapport au nombre total de dépassements prévus par le modèle.

$$FAR = \frac{b}{a + b}$$

SR = « Success Ratio », ou taux de succès

C'est le taux de bonnes prévisions de dépassements de seuil par rapport au nombre total de dépassements prévus par le modèle.

$$SR = \frac{a}{a + b} = 1 - FAR$$

FB = « Frequency Bias », ou biais de prévision

C'est le biais de prévision des dépassements de seuils. S'il est inférieur à 1, la prévision a tendance à faire plus d'alertes manquées que de détections manquées.

$$FB = \frac{a + b}{a + c}$$

CSI = « Critical Success Index » ou « Threat Score »

C'est le taux de bonnes prévisions de dépassements de seuil par rapport au nombre total d'évènements prédits et manqués.

$$CSI = \frac{a}{a + b + c}$$

RETROUVEZ TOUTES
NOS **PUBLICATIONS** SUR :
www.atmo-nouvelleaquitaine.org

Contacts

contact@atmo-na.org

Tél. : 09 84 200 100

Pôle Bordeaux (siège social) - ZA Chemin Long
13 allée James Watt - 33 692 Mérignac Cedex

Pôle La Rochelle (adresse postale-facturation)
ZI Périgny/La Rochelle - 12 rue Augustin Fresnel
17 180 Périgny

Pôle Limoges
Parc Ester Technopole - 35 rue Soyouz
87 068 Limoges Cedex

