

# Estimation objective

## Monoxyde de Carbone (CO)

### Année 2024



Atmo Bourgogne-Franche-Comté est l'association agréée par le Ministère en charge de l'Environnement pour la surveillance de la qualité de l'air en région Bourgogne-Franche-Comté. Elle a pour principales missions :

- Décliner et mettre en œuvre la stratégie de surveillance de la qualité de l'air de l'État français. Cela consiste en grande partie à produire des données (mesures, données d'émissions et de modélisation) qui répondent aux attentes qualitatives et quantitatives de l'Union Européenne ;
- Prévoir les pics de pollution et diffuser l'information et les recommandations sanitaires ;
- Sensibiliser la population et les décideurs aux enjeux sanitaires liés à la qualité de l'air ;
- Réaliser des études prospectives dans le domaine de l'air (nouveaux polluants, nouvelles sources, nouvelles expositions...) ;
- Réaliser des diagnostics et des prospectives pour aider à la décision à court, moyen et long terme ;
- Accompagner les acteurs locaux pour atteindre le respect des normes en vigueur.

## Conditions d'utilisation du rapport

La diffusion ou la réutilisation des données est libre dans les conditions suivantes :

- Les données contenues dans ce document restent la propriété d'Atmo Bourgogne-Franche-Comté. Toute utilisation partielle ou totale doit faire référence à Atmo Bourgogne-Franche-Comté et au présent rapport ;
- Le rapport ne sera pas forcément rediffusé en cas de modification ultérieure. En cas de remarques ou questions, prenez contact avec Atmo Bourgogne-Franche-Comté ;
- Sur demande, Atmo Bourgogne-Franche-Comté met à disposition les caractéristiques techniques des mesures et les méthodes d'exploitation des données.

Rédaction du rapport : Chloé VISCHI et Marie RISTORI

Validation du document : Hélène TISSOT et Mathieu BOILLEAUT

Crédit visuels : © Antoine Bardelli – Atmo BFC

# Sommaire

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Résumé .....</b>   | <b>4</b>  |
| <b>1. Introduction.....</b>   | <b>5</b>  |
| 1.1. Présentation de l'estimation objective.....                                    | 5         |
| 1.2. Le monoxyde de carbone.....  | 5         |
| 1.3. Les zones administratives de surveillance (ZAS).....                           | 6         |
| <b>2. Matériels et Méthodes.....</b>  | <b>7</b>  |
| 2.1. Méthode d'estimation objective.....  | 7         |
| 2.2. Surveillance du monoxyde de carbone.....                                       | 7         |
| 2.3. Evaluation de l'incertitude d'estimation objective du monoxyde de carbone..... | 9         |
| <b>3. Résultats de modélisation .....</b>   | <b>11</b> |
| 3.1. Cartes régionales BFC .....  | 11        |
| 3.2. Bilan .....  | 12        |
| <b>4. Historique des mesures .....</b>  | <b>13</b> |
| <b>5. Données issues des inventaires d'émissions.....</b>                           | <b>14</b> |
| <b>Conclusion.....</b>  | <b>14</b> |
| <b>Annexes .....</b>  | <b>15</b> |

## Résumé

L'estimation objective est une méthode allégée qui peut être utilisée lorsque les concentrations des mesures de polluants sont inférieures au Seuil d'Evaluation Inférieur (SEI). Dans ce cas, la mesure continue n'est pas obligatoire.

A ce jour, il n'existe pas de méthode précise pour l'estimation objective mais cette dernière repose sur diverses pratiques telles que l'exploitation statistique, la connaissance des émissions et d'autres mesures faites sur le territoire.

Ce rapport montre l'estimation objective pour le monoxyde de carbone en région Bourgogne-Franche-Comté.

# >> 1. Introduction

## 1.1. Présentation de l'estimation objective

L'estimation objective est définie comme : « la mise en œuvre de toute méthode formalisée permettant d'estimer l'ordre de grandeur des concentrations en polluants en un point donné ou sur une aire géographique sans nécessairement recourir à des outils mathématiques complexes ou aux équations de la physique » selon l'arrêté français du 21 octobre 2010 (Article 2). Cependant, il n'existe pas de définition réglementaire unique. Selon les AASQA, l'estimation objective est donc interprétée et mise en œuvre de manière diverse.

Etant donné une ZAS et un polluant classé sous le SEI, l'estimation objective a pour fin d'approcher les concentrations de ce polluant sur cette ZAS de manière :

- à garantir une surveillance minimale sur le long terme ;
- à vérifier que la classification en cours reste pertinente.

Pour réaliser ce rapport, on va s'appuyer sur le guide LCSQA<sup>1</sup> sur les méthodes d'estimation objective de la qualité de l'air.

## 1.2. Le monoxyde de carbone

Le monoxyde de carbone est un gaz incolore et inodore.

Il est constitué d'un atome de carbone et d'un atome d'oxygène (CO). Il provient de la combustion incomplète et est donc émis en majorité par le chauffage résidentiel et le trafic.

Ce gaz agit comme un gaz asphyxiant en prenant la place de l'oxygène dans le sang et peut donc être mortel en moins d'une heure. En France, plus de 5 000 intoxications et quelques centaines de décès ont lieu chaque année majoritairement à domicile.

Dans l'atmosphère, il se combine avec l'oxygène de l'air et forme du dioxyde de carbone (GES). Il participe à la formation du mauvais ozone.



Figure 1 : Molécule de monoxyde de carbone  
(Atmo BFC)

Sa valeur limite est de **10 mg/m<sup>3</sup>/h** (en maximum journalier de la moyenne glissante sur 8 heures), son seuil d'évaluation inférieur (SEI) est de **5 mg/m<sup>3</sup>/h** et son seuil d'évaluation supérieur (SES) est de **7 mg/m<sup>3</sup>/h**.

<sup>1</sup> Guide LCSQA : Méthodes d'estimation objective de la qualité de l'air, octobre 2015

### 1.3. Les zones administratives de surveillance (ZAS)

Les méthodes d'évaluations de la qualité de l'air sont définies par zone administrative de surveillance (ZAS) et par polluant, comme décrit dans les Directives européennes 2008/50/CE (Art. 6 et 9) et 2004/107/CE (Art. 4).

En région Bourgogne-Franche-Comté, il existe 5 ZAS :

- 4 Zones à risques - hors agglomération :
  - ZAR BELFORT-MONTBELIARD (FR27ZAR01)
  - ZAR DIJON (FR27ZAR02)
  - ZAR BESANCON (FR27ZAR03)
  - ZAR CHALON (FR27ZAR04)
- Une Zone Régionale (ZR) Bourgogne-Franche-Comté (FR27ZRE01)

| Zone                                   | Population (hab.) | Superficie (km <sup>2</sup> ) | Nombre de communes |
|--|-------------------|-------------------------------|--------------------|
| <i>Région totale</i>                   | <i>2 807 807</i>  | <i>47 981</i>                 | <i>3 702</i>       |
| ZAR BELFORT-MONTBELIARD (FR27ZAR01)    | 304 942           | 1 236                         | 197                |
| ZAR DIJON (FR27ZAR02)                  | 245 895           | 170                           | 15                 |
| ZAR BESANCON (FR27ZAR03)               | 180 686           | 433                           | 53                 |
| ZAR CHALON (FR27ZAR04)                 | 74 622            | 94                            | 10                 |
| ZR BOURGOGNE-FRANCHE-COMTE (FR27ZRE01) | 2 001 662         | 46 048                        | 3 427              |

Tableau 1: Description des différentes zones

## 2. Matériels et Méthodes

### 2.1. Méthode d'estimation objective

#### **Modélisation de la dispersion**

Cette catégorie regroupe les méthodes de simulation qui, du fait d'une représentation simplifiée des phénomènes ou d'insuffisances dans les données d'entrée, ne satisfont pas aux exigences de qualité de la modélisation. Il peut s'agir par exemple :

- de modèles déterministes (à l'échelle nationale, régionale, urbaine, locale) ne répondant pas aux objectifs de qualité de la modélisation pour le polluant considéré ;
- de modèles paramétriques simplifiés reposant sur des bases de données d'observation ou de simulation.

Selon le type de modèle, les concentrations moyennes annuelles (éventuellement saisonnières) seront estimées sur un ensemble de points caractéristiques du domaine (au minimum les points supposés de plus forte concentration) ou cartographiées sur un maillage.

Si un ou plusieurs points de mesure fixe sont présents dans le domaine d'étude, les moyennes annuelles seront estimées en ces points et comparées aux valeurs mesurées. Dans le cas contraire, cette comparaison sera faite à partir de modélisations réalisées sur d'autres périodes ou d'autres zones, en justifiant que les résultats sont transposables dans la ZAS et la période concernées.

### 2.2. Surveillance du monoxyde de carbone

Le monoxyde de carbone est surveillé via la plateforme de modélisation régionale PREVEST.

La chaîne de modélisation est constituée des modèles « WRF » pour la simulation de la météorologie et « CHIMERE » pour la simulation de la qualité de l'air. Le schéma ci-dessous décrit l'enchaînement des différentes modélisations :

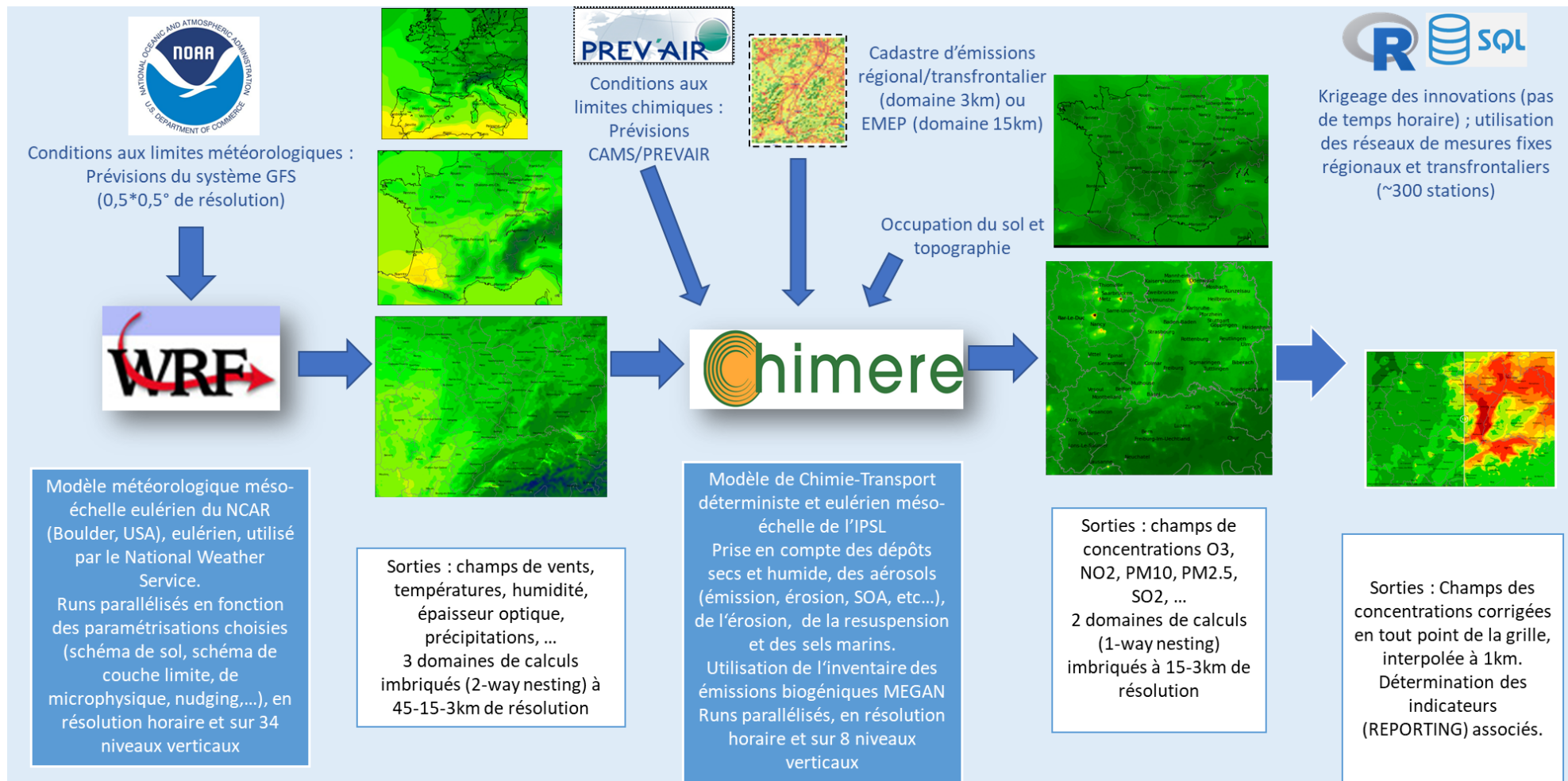


Figure 2 : Schéma de fonctionnement de la plateforme Prev'Est

Pour le modèle météorologique et le modèle chimique, les calculs s'effectuent d'abord à l'échelle européenne (maille de calcul de 45 km), puis à l'échelle de la France (maille de calcul de 15 km), et au final à l'échelle transfrontalière et interrégionale (maille de calcul de 3 km). Depuis la fin de l'année 2020, Prevest 15km est alimenté par les sorties Chimere de Prevair Europe.

La plateforme est alimentée à l'entrée par des conditions météorologiques (répartitions horizontale et verticale de la température, de la vitesse et de l'orientation du vent, du rayonnement solaire, des précipitations...), des émissions anthropiques et biotiques estimées, des données topographiques et d'occupation des sols, et par des conditions météorologiques aux limites.

Les sorties de chimie brutes sont ensuite traitées par une adaptation statistique (AS) au niveau des stations de mesures. L'adaptation statistique est réalisée par un modèle de prévision d'ensemble (PE). Il s'agit d'une régression linéaire pénalisée Lasso à coefficients positifs, de plusieurs modèles (modèles Prev'Est et modèles européens). Les résultats de l'AS, ponctuels, sont ensuite restitués cartographiquement par un krigeage des innovations.

Sur le réseau Atmo BFC, étant donné qu'il n'existe pas de mesure de CO, il n'y a pas de correction sur la BFC.

La chaîne d'analyse est utilisée pour alimenter le reporting européen et éditer les cartes bilan annuelles de qualité de l'air sur la région. Ces cartes sont obtenues en agrégeant les résultats du J-1 de la chaîne de prévision. Leur mise en œuvre est réalisée par Atmo Grand-Est. Nous réalisons ensuite l'exploitation de ces résultats sous forme de cartes BFC.

## **2.3. Evaluation de l'incertitude d'estimation objective du monoxyde de carbone**

D'après les objectifs de qualité de la Directive 2008/50/CE, l'incertitude de l'estimation objective est définie comme l'écart maximal entre les niveaux de concentration mesurés et calculés, sur la période considérée pour la valeur limite ou la valeur cible, sans tenir compte de la chronologie des événements. Elle ne doit pas excéder 75% pour le monoxyde de carbone.

En 2021, Atmo BFC a réalisé une campagne de mesure par moyen mobile du monoxyde de carbone du 26/02/2021 au 05/07/2021 pour l'industriel General Electric. Cette campagne est utilisée ici pour estimer l'incertitude de modélisation du CO et permettre ainsi d'apprécier l'incertitude de l'estimation objective basée sur la modélisation régionale PREVEST.

Tableau 2: Estimation de l'incertitude

| Année | Station   |         | Maximum annuel<br>des moyennes sur 8h<br>glissantes CO | Nombre de jours<br>où la moyenne<br>journalière CO =><br>4,5 mg/m <sup>3</sup> |
|-------|---|---------|--|--|
|       |   |         | [µg/m <sup>3</sup> ]                                   | [jours]  |
| 2021  | Campagne<br>Moyen<br>Mobile<br>General<br>Electric 2021 | Mesure  | 686,50   | 0  |
|       |   | PREVEST | 525,66   | 0  |

Tableau 3: Estimation de l'écart

| Année | Station  |         | Maximum annuel des<br>moyennes sur 8h<br>glissantes CO | Ecart   | Erreur relative |
|-------|--|---------|--|---------|-----------------|
|       |  |         | [µg/m <sup>3</sup> ]                                   |         |                 |
| 2021  | Campagne<br>Moyen Mobile<br>General Electric<br>2021 | Mesure  | 686,50   | -160,84 | <b>-23%</b>     |
|       |  | PREVEST | 525,66   |         |                 |

Le maxima des moyennes glissantes 8h est nettement en-dessous du seuil d'évaluation inférieur de 5 mg/m<sup>3</sup> pour le CO. Aucun dépassement de la valeur limite de 10 mg/m<sup>3</sup> (maximum des moyennes glissantes 8h) n'a donc été observé sur cette période de mesures.

En 2021, sur la période de mesure par moyen mobile, le modèle régional PREVEST a modélisé une concentration de CO de 525,66 µg/m<sup>3</sup> contre la concentration mesurée de 686,50 µg/m<sup>3</sup>. **On peut donc estimer l'incertitude sur la base de cet écart à 23 %.**

## >> 3. Résultats de modélisation

### 3.1. Cartes régionales BFC

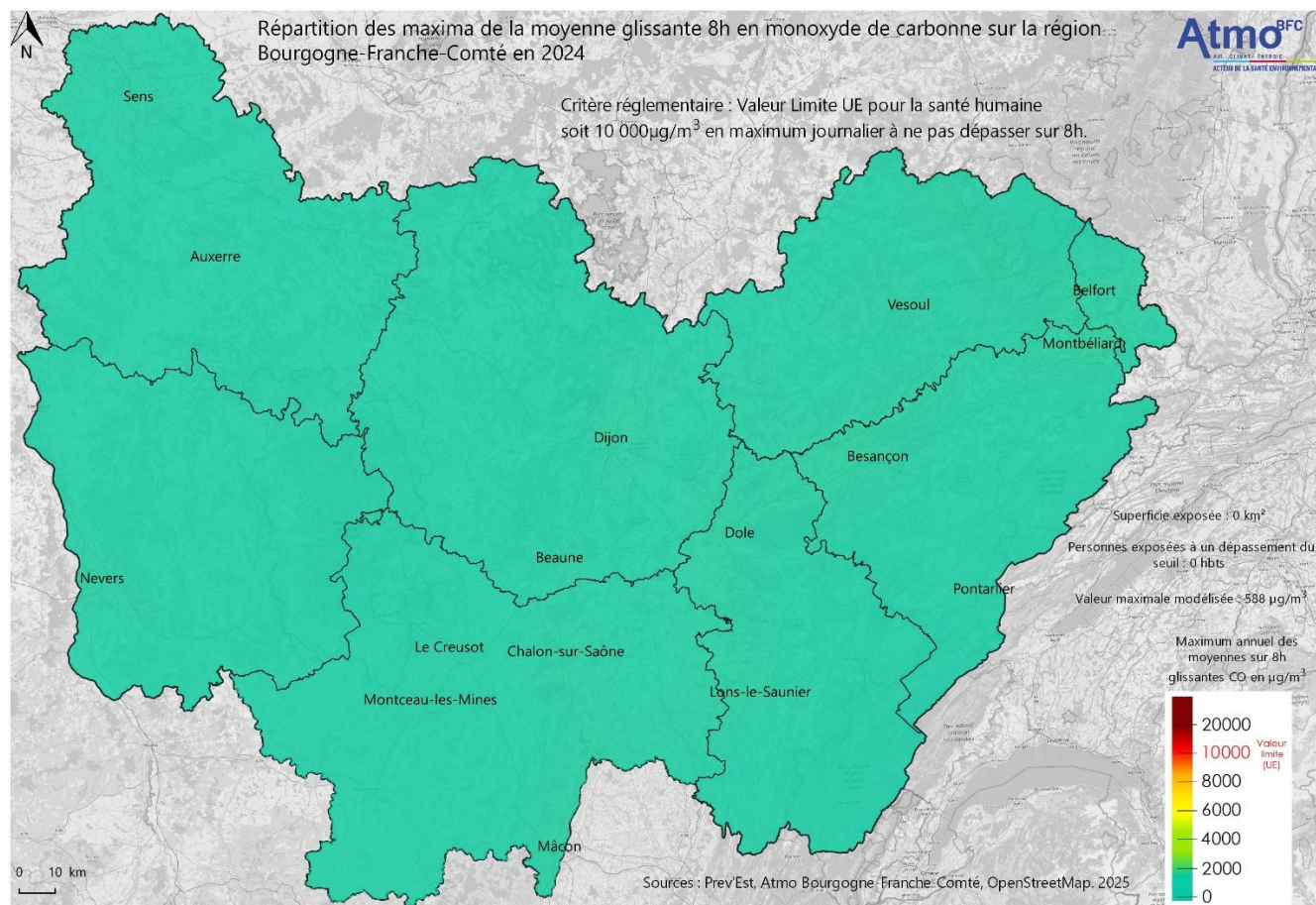


Figure 3 : Carte des maxima de la moyenne glissante 8h en monoxyde de carbone sur la région BFC en 2024

### 3.2. Bilan

Tableau 4: Positionnement de la zone en 2023-2024

| Année | Zone         | Maximum annuel modélisé des moyennes sur 8h glissantes CO [µg/m³] | Positionnement par rapport au SEI |
|-------|--------------|---|-----------------------------------|
| 2023  | ZAR AUBM     | 770   | <SEI                              |
|       | ZAR Besançon | 763   | <SEI                              |
|       | ZAR Chalon   | 543   | <SEI                              |
|       | ZAR Dijon    | 656   | <SEI                              |
|       | ZR BFC       | 677   | <SEI                              |
| 2024  | ZAR AUBM     | 588   | <SEI                              |
|       | ZAR Besançon | 525   | <SEI                              |
|       | ZAR Chalon   | 408   | <SEI                              |
|       | ZAR Dijon    | 510   | <SEI                              |
|       | ZR BFC       | 517   | <SEI                              |

Rappel des seuils d'évaluation inférieure : 10 000 µg/m³/h (en maximum journalier de la moyenne glissante sur 8 heures)

**L'ensemble des valeurs estimée par modélisation en CO sont inférieures aux SEI sur l'ensemble des ZAS de la région Bourgogne-Franche-Comté.**

## >> 4. Historique des mesures

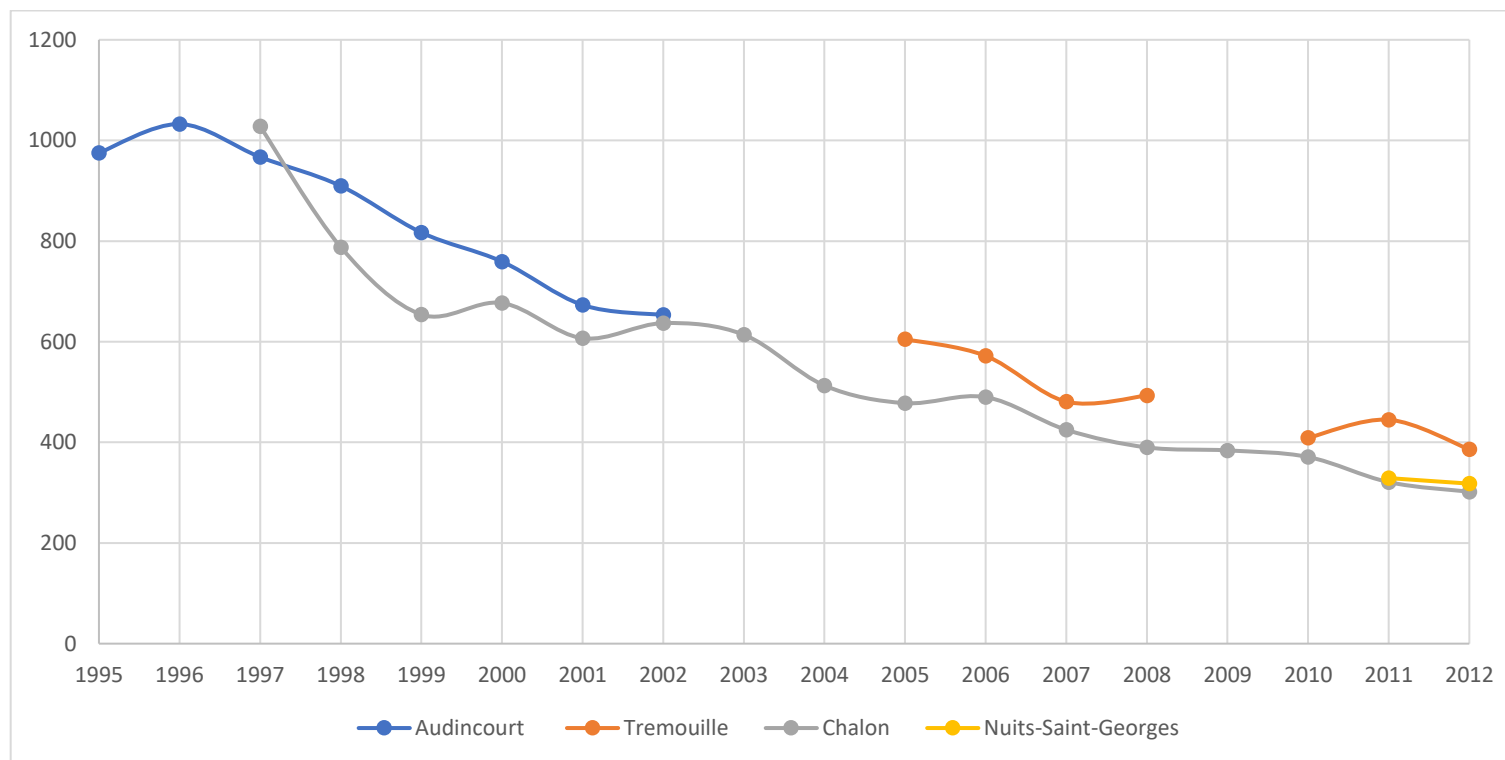


Figure 4 : Evolution des concentrations annuelles en monoxyde de carbone

Historiquement, le monoxyde de carbone a été mesuré en continu par 4 stations : Audincourt, Dijon Trémouille, Chalon Centre et Nuits-Saint-Georges. Entre 1995 et 2012, la tendance des mesures en monoxyde de carbone montrait une forte diminution.

## >> 5. Données issues des inventaires d'émissions



Figure 5 : Graphique des émissions de CO de 2008 à 2022 de la BFC (source : OPTeER)

## >> Conclusion

La surveillance du monoxyde de carbone réalisée grâce à une estimation objective par modélisation montre que les niveaux de monoxyde de carbone estimés sont très largement inférieurs aux valeurs limites ainsi qu'aux seuils d'évaluation inférieurs.

Cette tendance est confirmée par l'analyse des évolutions des mesures réalisées entre 1995 et 2012 sur la région, ainsi que des émissions depuis 2008.

## Annexe 1: Cartes de la répartition des différentes zones de la région Bourgogne-Franche-Comté.

La ZAR AUBM est composée de 197 communes :



La ZAR Besançon est composée de 53 communes :

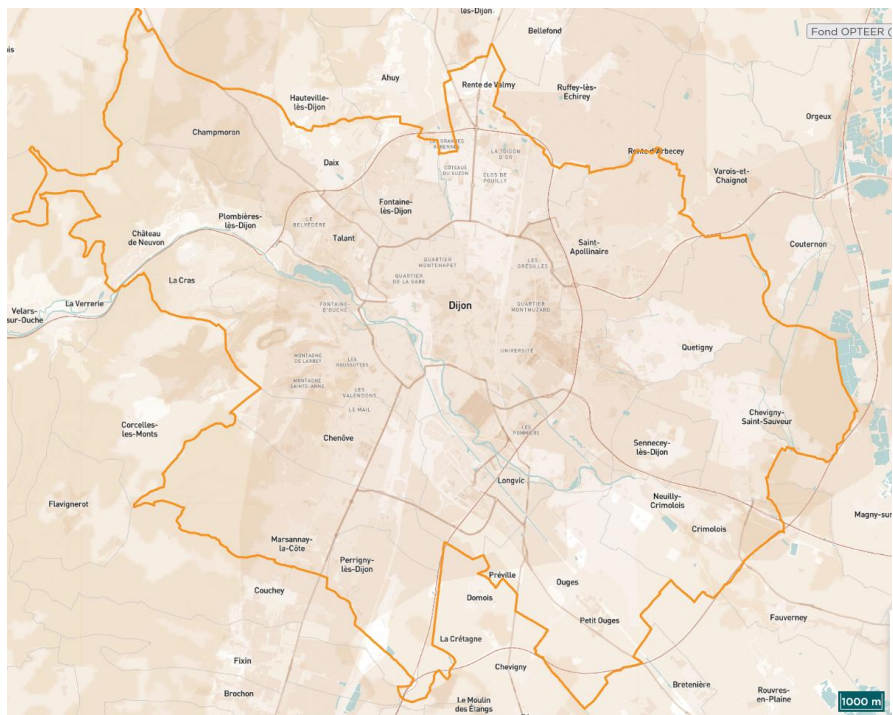


La ZAR Chalon est composée de 10 communes :



La ZAR Dijon est composée de 15 communes :

Atmo Bourgogne-Franche-Comté



La ZR est composée de 3427 communes.



Estimation objective – Monoxyde de carbone



RETROUVEZ TOUTES  
NOS **PUBLICATIONS** SUR :  
[www.atmo-bfc.org](http://www.atmo-bfc.org)



Atmo Bourgogne-Franche-Comté  
37 rue Battant, 25000 Besançon  
Tél. : 03 81 25 06 60  
[contact@atmo-bfc.org](mailto:contact@atmo-bfc.org)  
[www.atmo-bfc.org](http://www.atmo-bfc.org)