

La combustion de la biomasse, en particulier le chauffage au bois résidentiel, constitue une source d'émissions fortement contributrice aux concentrations de particules fines,  $PM_{10}$ , en hiver, de façon globale en Europe. Afin de réduire les émissions de cette source, un programme de large envergure de renouvellement d'appareils de chauffage au bois non-performant, le Fonds Air Bois a été lancé depuis 2013 dans la vallée de l'Arve. Cette action étant amenée à se multiplier en France, l'évaluation de son effet sur les concentrations atmosphériques constitue un enjeu pour les futures politiques de gestion de la qualité de l'air. Le programme PRIMEQUAL DECOMBIO (2013-2018) a été proposé afin de mettre en place des méthodologies permettant d'évaluer l'impact de cette opération sur les concentrations de  $PM_{10}$  à partir de mesures de terrains. Ce programme DECOMBIO, qui a servi de cadre à ce travail de thèse, s'est appuyé sur la confrontation durant 4 hivers des mesures en continu des  $PM_{10}$  issus de la combustion de la biomasse (noté  $PM_{10wb}$ ), des conditions météorologiques, et des variations d'émissions liées au renouvellement des appareils. Pour répondre à cet enjeu, les travaux de cette thèse ont eu pour objectif de développer des méthodes permettant de prendre en compte l'influence des conditions atmosphériques sur les concentrations hivernales de  $PM_{10}$  et d'évaluer les paramètres et facteurs d'incertitudes permettant de comparer les variations estimées d'émissions de  $PM_{10wb}$  avec celles des concentrations mesurées de  $PM_{10wb}$  au cours des 4 hivers.

Ces travaux se sont appuyés sur d'importantes bases de données de mesures chimiques et météorologiques constituées durant 4 hivers (13-14 à 16-17) au niveau de 3 sites dans la vallée de l'Arve. Par ailleurs, les données techniques issues des dossiers de renouvellements des appareils pour bénéficier de l'aide financière du Fonds Air Bois nous ont été communiquées, nous permettant de spatialiser et temporaliser les réductions des émissions de  $PM_{10wb}$  estimées provenant de ces remplacements d'appareils. L'état de la stabilité thermique de l'atmosphère, paramètre essentiel pour déterminer les épisodes d'inversions thermiques, a été suivi en continu grâce à un système peu onéreux de capteurs de température sous abris installés le long des pentes. Ces mesures ont permis de montrer que les conditions météorologiques locales dans ces vallées encaissées sont le facteur premier conditionnant les concentrations atmosphériques. Une classification automatique des conditions atmosphériques a été établie, permettant de s'affranchir de cette variabilité et de comparer les concentrations pour des conditions atmosphériques similaires entre les différents hivers. L'innovation de cette approche repose principalement sur la prise en compte du degré d'influence de variables météorologiques et de paramètres liés à l'intensité des émissions sur les concentrations atmosphériques. Une diminution graduelle des concentrations de  $PM_{10wb}$  au cours des hivers a ainsi pu être constatée au niveau des 3 sites pour certaines classes de conditions atmosphériques, résultat consolidé par la diminution concomitante des traceurs de la combustion de la biomasse à la masse des  $PM_{10}$ . Afin de préciser la représentativité de ces résultats, la variation des émissions de  $PM_{10wb}$  résultant du remplacement des appareils a été estimée au niveau des 3 sites de mesures nécessitant de s'intéresser à la large variabilité des consommations de bois et facteurs d'émissions à cette échelle.

Au terme de ce travail et du programme DECOMBIO, nous avons été à même de développer et de valider plusieurs outils méthodologiques applicables dans l'évaluation de futurs fonds air bois (utilisation de capteurs le long des pentes, classification météorologique adaptée à la qualité de l'air, estimation des incertitudes sur les émissions de parc de dispositifs de chauffage au bois). Ces bases solides nous ont permis de mieux comprendre les mesures réalisées sur les PM atmosphériques, et leurs liens avec les estimations des émissions.

### **Mots-Clés :**

Chauffage au bois résidentiel, évaluation de contrôle des émissions, inversions thermiques, classification de types de temps, inventaire d'émission.