

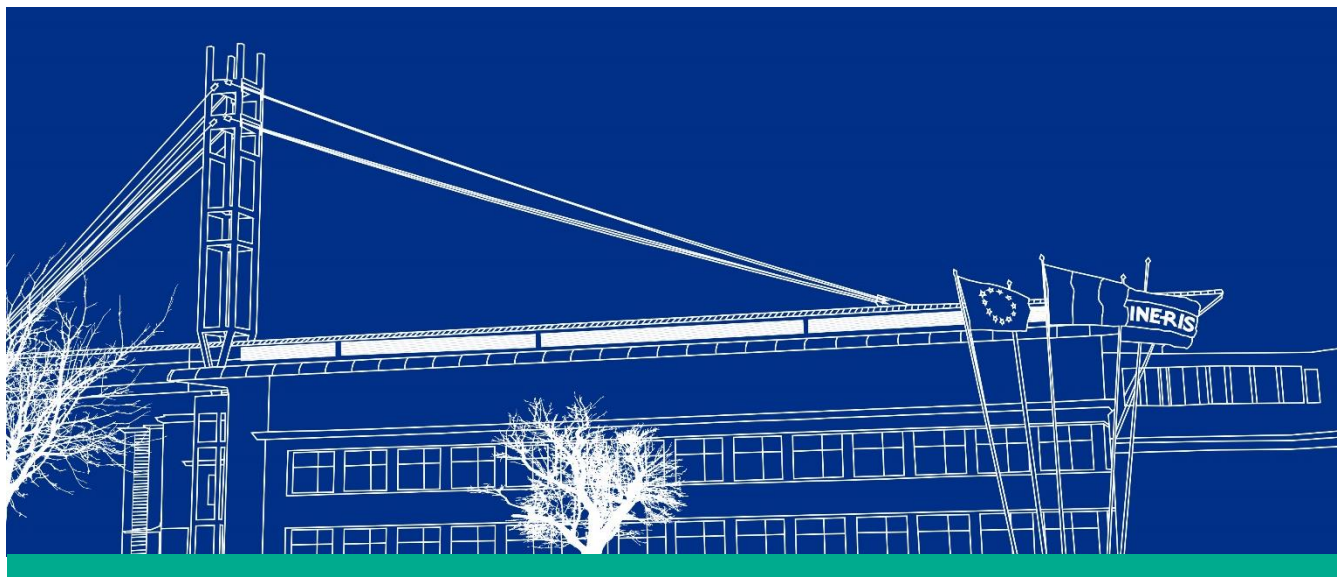


RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

*Liberté
Égalité
Fraternité*

INERIS

maîtriser le risque |
pour un développement durable |



(ID Modèle = 454913)

Ineris - 221962 - 2789069 - v1.0

28/01/2024

Evaluation de l'impact de la crise énergétique de l'hiver 2022-23 sur la qualité de l'air en France - Synthèse

PRÉAMBULE

Le présent document a été réalisé au titre de la mission d'appui aux pouvoirs publics confiée à l'Ineris, en vertu des dispositions de l'article R131-36 du Code de l'environnement.

La responsabilité de l'Ineris ne peut pas être engagée, directement ou indirectement, du fait d'inexactitudes, d'omissions ou d'erreurs ou tous faits équivalents relatifs aux informations utilisées.

L'exactitude de ce document doit être appréciée en fonction des connaissances disponibles et objectives et, le cas échéant, de la réglementation en vigueur à la date d'établissement du document. Par conséquent, l'Ineris ne peut pas être tenu responsable en raison de l'évolution de ces éléments postérieurement à cette date. La mission ne comporte aucune obligation pour l'Ineris d'actualiser ce document après cette date.

Au vu de ses missions qui lui incombent, l'Ineris, n'est pas décideur. Les avis, recommandations, préconisations ou équivalents qui seraient proposés par l'Ineris dans le cadre des missions qui lui sont confiées, ont uniquement pour objectif de conseiller le décideur dans sa prise de décision. Par conséquent, la responsabilité de l'Ineris ne peut pas se substituer à celle du décideur qui est donc notamment seul responsable des interprétations qu'il pourrait réaliser sur la base de ce document. Tout destinataire du document utilisera les résultats qui y sont inclus intégralement ou sinon de manière objective. L'utilisation du document sous forme d'extraits ou de notes de synthèse s'effectuera également sous la seule et entière responsabilité de ce destinataire. Il en est de même pour toute autre modification qui y serait apportée. L'Ineris dégage également toute responsabilité pour chaque utilisation du document en dehors de l'objet de la mission.

Nom de la Direction en charge du rapport : DIRECTION STRATEGIE POLITIQUE SCIENTIFIQUE ET COMMUNICATION

Rédaction : RAUX Blandine – MESSINA Palmira-Valentina – REAL Elsa

Vérification : COLETTE Augustin

Approbation : ROUIL LAURENCE - le 28/01/2024

Table des matières

1	Contexte	5
2	Méthode.....	5
3	Résultats.....	6

Résumé

Nous présentons ici l'impact que les mesures de sobriété de l'hiver 2022/2023 ont pu avoir sur la qualité de l'air en termes de concentration de polluants dans l'air ambiant, en particulier pour les concentrations de PM_{2.5}. Cette étude s'appuie d'une part sur les émissions estimées par le Citepa pour 2022/2023, et d'autre part sur le méta-modèle ACT, qui représente de manière statistique le comportement du modèle de qualité de l'air CHIMERE et permet de simuler les concentrations de PM_{2.5} en prenant en compte divers scénarios d'émissions. Les émissions du Citepa reposent sur la consommation énergétique, évaluées avec un délai de seulement quelques mois, et tiennent donc compte de l'effet des mesures de sobriété sur la consommation d'énergie mais aussi indirectement de l'effet de la météorologie (écart de température pour l'hiver 2022-2023 par rapport à la climatologie).

La baisse des émissions de particules primaires (PPM_{2.5}) sur les trois mois d'hiver météorologique (décembre 2022 à février 2023) par rapport à l'hiver précédent est estimée à -8% par le Citepa. Les méthodes mises en œuvre dans cette étude ont permis d'estimer la variation des concentrations de PM_{2.5} par rapport à cette baisse des émissions, et d'isoler la composante liée à la variation des conditions météorologiques et la composante strictement liée à la sobriété énergétique.

Ainsi, la réduction nette des concentrations de PM_{2.5} par rapport à ce qui aurait été obtenu pour les mêmes conditions météorologiques mais avec les émissions de l'hiver précédent (2021/2022) a été estimé à -4,2%, dont environ -9,5% imputable aux mesures de sobriétés associées à la crise énergétique et +5,3% aux conditions climatiques. Cet effet est très significatif quand on le compare à la baisse moyenne de PM₁₀ au rythme de 2,9%/an sur la période 2005-2021, ou encore à la réduction de 2 à 5% en moyenne sur l'année 2020 suite au confinement en réponse à la pandémie de Covid-19.

Pour citer ce document, utilisez le lien ci-après :

Institut national de l'environnement industriel et des risques, Evaluation de l'impact de la crise énergétique de l'hiver 2022-23 sur la qualité de l'air en France - Synthèse, Verneuil-en-Halatte : Ineris - 221962 - v1.0, 28/01/2024.

Mots-clés :

Crise énergétique ; sobriété énergétique ; modélisation ; qualité de l'air ; méta-modèle

1 Contexte

A partir d'octobre 2022, des mesures de sobriété ont été demandées aux particuliers et aux entreprises en France et en Europe dans le cadre de tensions sur le marché de l'énergie. En modifiant les habitudes de consommation, cette crise énergétique a eu un impact sur les émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre. La question qui se pose ici est de savoir si les mesures de sobriété ont également pu avoir un effet notable sur la qualité de l'air en termes de concentration de polluants dans l'air ambiant.

L'estimation en temps réel ou quasi réel de changements brusques d'émissions sur les concentrations de polluants se heurte à deux difficultés méthodologiques. D'une part, la prévision de la qualité de l'air implique des modèles complexes qui sont coûteux à mettre en œuvre en termes de ressources de calcul. D'autre part, les inventaires d'émissions utilisés pour produire les prévisions de pollution atmosphérique pour une année N ne sont généralement disponibles qu'en septembre de l'année N+2. Par conséquent, il est nécessaire d'utiliser des outils plus flexibles afin de pouvoir prendre en compte un changement brutal dans les émissions, comme cela a pu survenir lors de la crise Covid ou dans le contexte de la crise énergétique de 2022/2023.

2 Méthode

A cet effet, l'Ineris a développé le méta-modèle ACT, qui reproduit de manière statistique le comportement du modèle complet de qualité de l'air CHIMERE. Ce méta-modèle offre la possibilité d'estimer les concentrations d'ozone, de PM₁₀, de PM_{2,5} ou de NO₂ sur l'Europe résultantes de n'importe quel scénario de réduction d'émissions par secteur d'activité.

Le Citepa est responsable pour le compte du Ministère en charge de l'écologie de l'évaluation annuelle des émissions de gaz à effet de serre (GES) et de précurseurs des polluants atmosphériques sur le territoire français métropolitain. Depuis 2020, il produit un « baromètre » de l'évolution mensuelle des émissions qui repose sur la consommation énergétique évaluée avec un délai de quelques mois seulement. Par construction, les émissions ainsi fournies tiennent compte de tous les événements ayant un impact sur la consommation d'énergie, que ce soient des mesures de sobriété ou des écarts de température par rapport à la climatologie.

Utilisées dans ACT, ces estimations d'évolution des émissions permettent de reproduire les concentrations de PM_{2,5} de l'hiver 2022/2023. Etant donné que ce méta-modèle considère en entrée les émissions par secteur d'activité, il est nécessaire d'agréger les émissions par polluant fournies par le CITEPA. L'approche utilisée ici consiste à prendre, pour chaque secteur d'activité, un composite calculé par combinaison linéaire des évolutions d'émissions de cinq polluants primaires (directement rejetés par une source d'émission) qui contribuent aux concentrations de PM_{2,5} dans l'atmosphère (composés organiques volatils non-méthaniques (COVNM), PM_{2,5} primaires (PPM_{2,5}), dioxyde de soufre (SO₂), oxydes d'azote (NO_x) et ammoniac (NH₃)) en fonction de leur poids relatif dans les émissions du secteur ciblé.

Comparés aux concentrations obtenues dans les mêmes conditions mais avec les émissions « de référence » de l'hiver précédent, ces résultats offrent un aperçu de l'impact des événements de l'hiver 2022/2023 sur la qualité de l'air. Or, les habitudes de consommation de l'énergie n'ont pas seulement été influencées par les mesures de sobriété, mais aussi par les anomalies de températures constatées sur certaines périodes de l'hiver 2022/2023. Isoler les effets de la crise énergétique nécessite donc d'isoler les effets climatiques.

Pour quantifier ces effets, un scénario appliqué aux émissions du secteur résidentiel et adapté au cas de la France a été construit sur le concept de « degré jour de chauffage » (Heating Degree Days, HDD). Cette méthode cherche à représenter les évolutions des habitudes de chauffage en lien avec la température extérieure, ce qui permet d'estimer la part de variation des émissions attribuable aux conditions climatiques. Le scénario ainsi obtenu est une bonne estimation de l'« effet climatique seul », bien qu'il ne tienne pas compte de la sensibilité météorologique des secteurs d'activité autres que résidentiel. Notons que ce scénario n'est pas une estimation des éventuels effets du changement climatique, mais bien une quantification de l'effet moyen des températures de l'hiver 2022/2023 par rapport à l'année précédente.

Le différentiel entre les émissions estimées de l'hiver 2022/2023 et les émissions résidentielles de l'« effet climatique seul » permet d'isoler l'« effet crise énergétique ».

3 Résultats

Sur la période de décembre 2022 à février 2023, le Citepa indique une baisse des émissions de particules fines primaires de -8% par rapport à l'hiver précédent (pour le CO_{2eq} , la baisse est de -4,5%). Les concentrations ambiantes de $PM_{2.5}$ résultantes sont donc aussi en baisse, même s'il y a des disparités en fonction des mois considérés, notamment du fait de la fluctuation des conditions météorologiques.

En moyenne sur les trois mois d'hiver météorologique (décembre 2022 à février 2023), les concentrations de $PM_{2.5}$ sont en baisse de -4,2% (soit $-0,5 \mu g/m^3$). En comparaison par rapport à l'hiver précédent (qui était lui-même très clément), les conditions climatiques de l'hiver 2022/2023 étaient légèrement plus rigoureuses, et elles auraient conduit à augmenter les concentrations de $PM_{2.5}$ de +5,3%. Les mesures de sobriété en réponse à la crise énergétique auraient donc contribué à réduire les concentrations de $PM_{2.5}$ de -9,5%.

La contribution des vagues de froid (périodes durant lesquelles les températures étaient inférieures à celles de l'hiver précédent) sur les pics de concentration de $PM_{2.5}$ sont ainsi estimées en moyenne mensuelle à +12% en décembre et +6% en février par rapport à l'hiver 2021/2022. Les concentrations obtenues à partir des émissions estimées par le Citepa ayant cependant diminué de respectivement -4 et -2,5% pour ces mois de décembre et février, la crise énergétique seule aurait donc contribué à réduire de -16 et -8,5% les concentrations de $PM_{2.5}$ totales de ces deux mois par rapport à l'année précédente.

Pour les autres mois de l'hiver 2022/2023 (octobre et novembre 2022, et janvier et mars 2023), l'anomalie climatique est plutôt dans le sens d'un hiver plus doux, et donc une tendance à la baisse des émissions qui vient s'ajouter à l'effet de la crise énergétique. En octobre et janvier, la crise énergétique aurait contribué pour moitié environ aux réductions de concentrations de $PM_{2.5}$ (qui sont respectivement estimées à -3 et -5,7% par le modèle), et pour un peu moins des deux tiers en novembre (où les réductions de concentrations atteignent -8% en moyenne mensuelle).

En mars, les effets climatiques étant quasiment nuls, il semblerait que seule la crise énergétique ait influencé les réductions de concentrations, qui sont toutefois elles-mêmes assez faibles (-2% de moyenne mensuelle).

La baisse de -9,5% imputable aux mesures de sobriété pendant l'hiver 2022/2023 peut être mise en perspective avec les autres facteurs d'évolution des particules fines en France. En moyenne sur la période 2005-2021, les concentrations de PM_{10} ont baissé de 2,9% par an. Pendant le confinement strict du printemps 2020, la baisse a pu atteindre 10 à 15%, mais en moyenne sur l'année l'effet était plutôt de 2 à 5%. Les raisons qui sous-tendent les baisses de concentrations de particules n'ont absolument rien à voir lorsque l'on considère (i) l'évolution de long terme entre 2005 et 2021, (ii) la période des confinements en 2021, (iii) la crise énergétique de 2022/2023. Mais leur comparaison permet néanmoins de noter que l'effet des mesures de sobriété prises à l'hiver 2022/2023 sur la qualité de l'air a été tout à fait significatif.

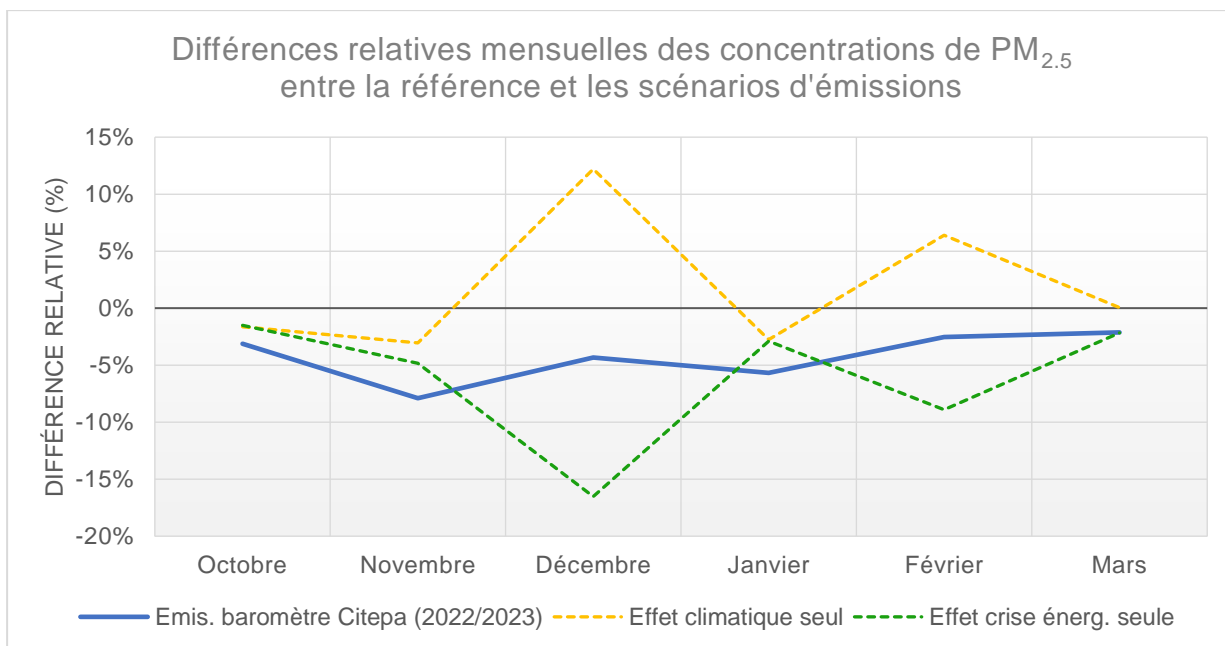


Figure 1 : Différences relatives (%) entre les concentrations de PM_{2.5} de la référence (scénario hypothétique avec la météorologie de l'hiver 2022/2023 mais les émissions de l'hiver 2021/2022) et des différents scénarios (scénario utilisant les émissions estimées du baromètre Citepa pour 2022/2023 (bleu), scénario isolant l'effet climatique (jaune), scénario isolant l'effet crise énergétique (vert)) sur la France pour les mois d'octobre 2022 à mars 2023

