

# Étude prospective du parc d'installations de combustion au bois dans l'habitat individuel

Stéphane BOUDIN\*

## Résumé

Le chauffage au bois, notamment domestique, fait l'objet d'un soutien public, mais suscite des interrogations quant aux impacts environnementaux, en particulier du point de vue des émissions atmosphériques. Partant de ce constat, il est apparu nécessaire d'engager une démarche prospective afin d'évaluer dans quelle mesure, notamment sous l'effet de l'arrivée sur le marché d'appareils de chauffage au bois plus performants et du renouvellement du parc en fonctionnement, ces émissions pourraient être réduites à l'horizon 2020. L'analyse et la consolidation des multiples données relatives aux statistiques de ventes sur une longue période, à l'habitat individuel et aux évolutions techniques attendues permettent de dresser un tableau des

futurs possibles. Selon les scénarios considérés, on constate une diminution significative des émissions polluantes, en comparaison avec l'année 2001, prise comme référence : à l'horizon 2020, la réduction des émissions est de 40 à 58 % pour le SO<sub>2</sub>, les NO<sub>x</sub>, les HAP, les dioxines et les métaux ; elle est de 67 à 75 % pour le CO, et atteint 76 à 85 % pour les COVNM et les particules. Ces projections montrent aussi qu'il est envisageable de maintenir la part du chauffage au bois dans l'habitat – 40 % des maisons individuelles équipées, 20 % des besoins thermiques couverts – tout en réduisant ces émissions polluantes et en économisant 3 à 4 Mtep de ressource primaire bois.

## 1. Introduction

En France, 40 % des ménages habitant en maison individuelle sont équipés d'un chauffage au bois : poêles, cheminées, inserts, chaudières... Ce parc d'appareils domestiques représente actuellement une consommation d'environ 7 à 8 Mtep par an ; 60 % du bois de chauffage est autoconsommé ou émane de circuits non commerciaux. La majorité des appareils en fonctionnement présente un rendement énergétique relativement faible, et les performances environnementales (du point de vue des émissions atmosphériques) sont à améliorer.

Dans ce cadre, il est apparu utile d'effectuer une évaluation de la contribution potentielle du chauffage domestique individuel au bois aux horizons 2010 et 2020, du point de vue du parc installé, de la consommation de bois associée et des émissions polluantes qui en résultent. Cette évaluation repose sur une analyse de l'ensemble des données disponibles sur le chauffage au bois en France, et, plus généralement, sur les consommations d'énergie pour le chauffage dans le logement individuel, ainsi que sur des projections quantitatives dérivées de plusieurs scénarios prospectifs.

## 2. Principe de la modélisation

Cette évaluation est basée sur un modèle de calcul reliant besoins en chauffage et consommations de bois.

### 2.1 Le parc des appareils de chauffage

#### 2.1.1 *Le marché des appareils de chauffage et le parc installé en 2001*

On dispose d'un « historique » des ventes d'appareils de chauffage au bois qui remonte à 1988, ventes qui, recoupées avec les données issues d'enquêtes du CEREN, permettent de reconstituer l'évolution du parc installé sur une période relativement longue.

Cela concerne principalement quatre catégories d'appareils :

- les chaudières ;
- les foyers fermés et inserts ;
- les poêles ;
- les cuisinières.

Une cinquième catégorie est composée des foyers ouverts, pour lesquels peu de données détaillées sont disponibles.

\* ERDYN Consultants.

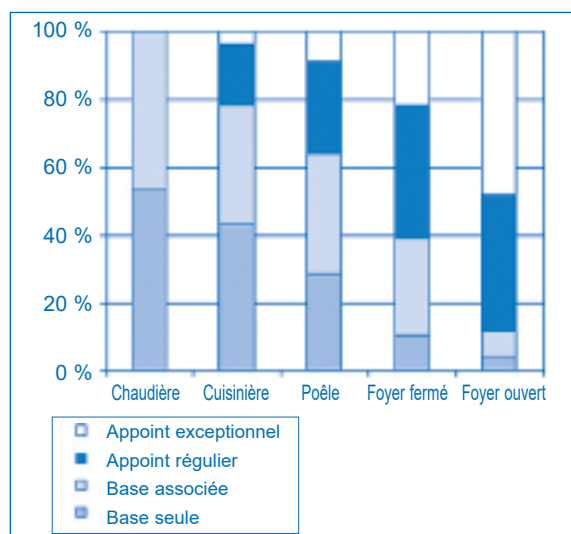


Figure 1.

Répartition du parc selon les modes d'utilisation (données CEREN, maisons individuelles, 2001).

Les données nationales disponibles au moment de l'étude concernent principalement l'année 2001. Une distinction est faite entre les chaudières, les cuisinières, les poêles, les foyers fermés et les foyers ouverts ; dans chaque cas, les usages considérés sont : base seule, base associée, appoint régulier et appoint exceptionnel (Figure 1). La distinction entre « régulier » et « exceptionnel » se traduit par des consommations unitaires (par appareil) notablement différentes : le « régulier » représente 2,4 fois

l'« exceptionnel ». En revanche, on ne connaît pas la puissance des appareils installés, ni leur durée annuelle de fonctionnement.

Si l'on compare la situation en 1992 et en 2001, on constate les évolutions suivantes :

- pour le chauffage au bois en base : stabilité du nombre de logements utilisant un poêle ou un foyer fermé, et recul marqué du nombre de logements utilisant une chaudière ou une cuisinière ;
- pour le chauffage au bois en appoint : progression régulière des poêles et des foyers fermés, fort recul des foyers ouverts et disparition progressive des cuisinières.

### 2.1.2 Performances énergétiques, émissions atmosphériques

L'évaluation des émissions polluantes est basée sur l'utilisation de facteurs d'émission, selon la méthodologie établie, entre autres, par le CITEPA. L'analyse de la littérature a par ailleurs permis de proposer des valeurs pour l'ensemble des cas de figure envisagés ; ces valeurs sont rassemblées dans le Tableau 1. Les polluants pris en compte sont les oxydes de soufre et d'azote, les COV, le monoxyde de carbone, les particules, les dioxines, les HAP et les métaux lourds.

Aucune différenciation en fonction des modes d'utilisation n'est introduite ici, en l'absence de données suffisantes (à la fois sur le parc, le comportement des ménages et les facteurs d'émission

Tableau 1.  
Facteurs d'émission des appareils de chauffage au bois.

	Chaudières			Poêles			Foyers fermés			Cuisinières	Foyers ouverts
	Ancien	Récent	Perform.	Ancien	Récent	Perform.	Ancien	Récent	Perform.		
SO <sub>2</sub> (g/GJ)	20										
No <sub>x</sub> (g/GJ)	60	60	90	60	60	60	60	60	60	60	60
N <sub>2</sub> O (g/GJ)	4										
COVNM (g/GJ)	1 000	300	50	1 600	400	250	1 600	400	250	1 600	1 700
CH <sub>4</sub> (g/GJ)	330	100	17	530	130	80	530	130	80	530	565
CO (g/GJ)	6 000	3 200	1 000	7 000	4 000	2 500	7 000	4 000	2 500	7 000	7 000
Particules (g/GJ)	250	100	50	700	260	140	700	260	140	700	750
Dioxines (ng i-TEQ/GJ)	100										
8 HAP (mg/GJ)	55			602			224			602	284
4 HAP (mg/GJ)	16			174			65			174	82
As (mg/GJ)	9,5										
Cd (mg/GJ)	1,4										
Cr (mg/GJ)	47										
Cu (mg/GJ)	31										
Hg (mg/GJ)	0,8										
Ni (mg/GJ)	11										
Pb (mg/GJ)	90										
Se (mg/GJ)	7										
Zn (mg/GJ)	290										

Tableau 2.  
Rendements moyens pour les principaux types d'appareils,  
selon la génération.

(en %)	Chaudières	Poêles et cuisinières	Foyers fermés	Cheminées ouvertes
Ancien	50	45	40	10
Récent	70	60	60	10
2020	85	80	75	10

proprement dits) ; on notera toutefois que certains des facteurs retenus intègrent, à des degrés divers, des variations du mode de fonctionnement ou de la qualité du combustible.

Les catégories « ancien » et « récent » se réfèrent à l'état du parc au moment où le bilan est établi, c'est-à-dire en 2001. Les données disponibles ne permettent pas de définir très précisément ces catégories ; l'hypothèse la plus prudente, retenue ici, consiste à définir les appareils « récents » comme ayant moins de 5 ans.

Concernant les valeurs retenues, on peut souligner que certaines diffèrent sensiblement de celles utilisées alors par le CITEPA :

- dans le cas des NO<sub>x</sub>, le facteur d'émission retenu est supérieur de 20 % à celui utilisé par le CITEPA ;
- dans le cas des particules, une distinction nette est faite entre appareils « récents » et « anciens » : les poêles, cuisinières et foyers fermés sont en 2001 très majoritairement « anciens », et le facteur d'émission associé, soit 700 g/GJ, est très supérieur au facteur moyen utilisé par le CITEPA (soit 310 g/GJ).

Enfin, s'agissant des performances énergétiques, les rendements du chauffage au bois varient significativement d'une famille d'appareils à l'autre, ainsi qu'à l'intérieur d'une même famille, selon le modèle et l'ancienneté.

On peut raisonner à partir de rendements moyens appliqués à chaque famille, en distinguant les performances des appareils selon leur « génération ». Les données « 2020 » présentées dans le Tableau 2 supposent la généralisation des appareils les plus performants en terme de rendement.

## 2.2 Le parc de logements

Le parc des logements individuels est décrit selon leur ancienneté et leur superficie moyenne. À chaque « génération » de logement correspondent des besoins en chauffage différents, évolution qui reflète la mise en place puis le renforcement de la réglementation thermique à partir de 1975 : ainsi, on peut estimer qu'un logement ancien non rénové a des besoins en chauffage (rapportés au m<sup>2</sup>) deux fois plus élevés qu'un logement construit dans les années 1990.

On peut noter au passage que l'on raisonne ici en termes de « besoin », c'est-à-dire de chaleur utile nécessaire pour assurer le chauffage d'un logement. Ce besoin en chauffage est couvert par une consom-

mation en énergie obtenue en tenant compte du rendement global de l'installation de chauffage. Les consommations annuelles d'énergie pour le chauffage sont relativement bien connues, en moyenne nationale, grâce aux statistiques du CEREN.

## 2.3 La dimension géographique

Le recours au chauffage au bois présentant de grandes disparités d'une région à l'autre, une segmentation géographique est introduite, qui permet d'en tenir compte, au moins partiellement. Les données utilisées pour effectuer cette segmentation sont celles de l'INSEE (recensement général de la population, qui comporte des données relatives au mode de chauffage des logements et à la répartition habitat individuel/habitat collectif), du CEREN (enquête régionalisée sur le chauffage au bois) et du COSTIC (données climatiques, à travers les statistiques « DJU »).

De façon schématique, les départements français se répartissent en cinq catégories :

- les départements très urbanisés, peu utilisateurs de chauffage au bois en base, pour lesquels le facteur climatique joue peu ;
- les départements plus ruraux, peu utilisateurs de chauffage au bois en base, situés majoritairement dans les zones tempérées ;
- les départements relativement urbanisés, dans des zones à climat froid (Grand Est, Rhône-Alpes), dans lesquels le chauffage au bois en base est plus présent ;
- les départements à prédominance rurale, dans lesquels le chauffage au bois en base se situe dans la moyenne ;
- les départements ruraux, à climat froid, dans lesquels on trouve la plus forte utilisation de chauffage au bois en base (Creuse, Haute-Loire, Haute-Marne, Haute-Saône, Jura).

En revanche, on peut souligner qu'il n'y a pas de différences notables entre les régions au niveau du taux d'utilisation du chauffage au bois en appoint ; en moyenne nationale, 23,6 % des maisons individuelles utilisent un tel chauffage.

## 2.4 Consolidation des données

En 2001, 5,4 millions de maisons individuelles utilisent le chauffage au bois, sur un total de 13 millions. Le parc correspondant est vieillissant : on peut estimer que seuls 8 % des chaudières et 16 % des poêles ont moins de 5 ans. Ce fait marquant explique pour une bonne part le fait que le rendement énergétique moyen de ce parc est faible : environ 41 %.

La consommation de bois de chauffage associée à ce parc est évaluée à 7,8 Mtep. Elle permet d'éviter l'émission de 11,4 Mt d'équivalent CO<sub>2</sub>, bilan que l'on peut établir à partir d'un « mix énergétique » représentatif de la situation française ; le bilan net est de 7,8 Mt éq. CO<sub>2</sub> si l'on tient compte des émissions de CH<sub>4</sub> et de N<sub>2</sub>O résultant de la combustion du bois.

En termes d'émissions polluantes, la contribution du chauffage domestique au bois au bilan national est particulièrement importante dans le cas des COV (453 kt pour les COVNM, soit un tiers du bilan national), du CO (2 126 kt, un tiers également) et des particules (192 kt, soit 13 % du bilan national).

### 3. Projections, principaux résultats

L'étape suivante a consisté à bâtir des extrapolations pour les années 2010 et 2020 à partir des tendances observées, en prenant l'année 2001 comme référence.

#### 3.1 Construction des scénarios : principales hypothèses

Les scénarios d'évolution peuvent être construits selon deux points de vue : l'évolution de la « demande », c'est-à-dire des besoins en chaleur du parc de logements individuels (qui évoluent selon la taille du parc, la qualité thermique de la construction, les efforts de rénovation de l'ancien...), et l'évolution de la place du chauffage au bois, qui est en compétition avec les autres modes de chauffage.

Afin d'établir des projections aux horizons 2010 et 2020, deux scénarios énergétiques ont donc été pris comme référence :

- le scénario dit « tendanciel », dans lequel il n'y a pas d'augmentation significative du coût des énergies fossiles ; la réglementation thermique 2005 est appliquée, et, globalement, la consommation d'énergie pour le chauffage dans le résidentiel croît de 8 % entre 2001 et 2020 ;
- le scénario dit « facteur 4 », dans lequel la réglementation thermique est renforcée et le parc de logements anciens bénéficie d'un ravalement thermique ; les ENR thermiques deviennent une priorité ; globalement, la consommation d'énergie pour le chauffage diminue de 6,5 % entre 2001 et 2020.

On retient également l'hypothèse que chaque année, 270 000 logements neufs sont construits, dont 60 % en individuel, avec une augmentation régulière de leur taille moyenne : la taille moyenne des logements neufs atteint 119 m<sup>2</sup> en 2010 puis 124 m<sup>2</sup> en 2020 (contre 114 m<sup>2</sup> à la fin des années 90). On estime par ailleurs qu'environ 10 000 logements individuels sortent du parc chaque année.

Par ailleurs, des projections reflétant la dynamique propre du marché des équipements de chauffage au bois ont été construites ; elles sont basées sur l'analyse de l'historique des ventes depuis les années 80 et des « sorties de parc » (appareils en fin de vie ou non utilisés) constatées. Deux scénarios sont ainsi retenus :

- une évolution tendancielle correspondant à une prolongation des tendances « historiques », caractérisées par un recul global et progressif du chauffage au bois ;

- une évolution « haute », correspondant à une remontée des ventes de plusieurs familles d'appareils : chaudières, foyers fermés et poêles.

Dans tous les cas, la place des foyers ouverts et des cuisinières est en régression.

Dans le premier cas, le total des ventes (hors foyers ouverts) atteindrait 287 700 unités par an en 2010 (contre 285 000 en 2001) puis 235 000 en 2020. Dans le second cas, les ventes progressent fortement : 406 200 unités en 2010, puis 586 100 en 2020.

Les performances attendues des nouvelles générations d'appareils ont été indiquées au paragraphe 2.1. Dans la suite, en l'absence de données plus précises, on retient l'hypothèse que 25 % des appareils vendus en 2010 appartiennent à la catégorie « performants », cette proportion atteignant 50 % en 2020.

La confrontation et la synthèse de ces différentes hypothèses permettent de proposer trois scénarios principaux :

- un scénario énergétique tendanciel associé à une évolution tendancielle du chauffage au bois ; à l'horizon 2020, les consommations d'énergie pour le chauffage continuent d'augmenter, alors que le parc des appareils au bois est en recul : c'est le scénario « tendanciel/bois tendanciel » ;
- un scénario énergétique tendanciel associé à un redémarrage du marché du chauffage au bois (relance des ventes d'appareils) : c'est le scénario « tendanciel/bois haut » ;
- un scénario énergétique « facteur 4 », également associé à un redémarrage du marché du chauffage au bois, et accompagné d'une plus grande maîtrise des besoins en énergie dans le secteur résidentiel, scénario appelé « facteur 4/bois haut ».

On notera au passage que la combinaison d'un scénario énergétique « facteur 4 » et d'une prolongation tendancielle du marché du chauffage au bois n'a pas paru cohérente, et a donc été écartée.

#### 3.2 Évolution de la place du chauffage au bois

En 2001, 41 % des maisons individuelles utilisent un appareil de chauffage au bois. Si ce mode de chauffage suit une évolution tendancielle, cette proportion n'est plus que de 27 % en 2020 (Figure 2) ; en cas de reprise des ventes (évolution « haute »), elle est de 38 % en 2020, pour un parc de 6,2 millions de maisons équipées (Figure 3).

On notera que le parc des appareils bois est identique dans les scénarios « tendanciel/bois haut » et « facteur 4/bois haut ». Ce parc n'est lié en effet, selon le point de vue adopté, qu'à la dynamique des ventes d'appareils de chauffage au bois et non au contexte énergétique (prix des énergies fossiles, réglementation thermique, besoins de chauffage).

En ce qui concerne la chaleur fournie, le chauffage au bois couvre 20 % des besoins en 2001 (37,4 TWh thermiques). Les projections à 2010 et 2020 donnent des résultats comparables, du point de vue des tendances, à celles du parc utilisé :

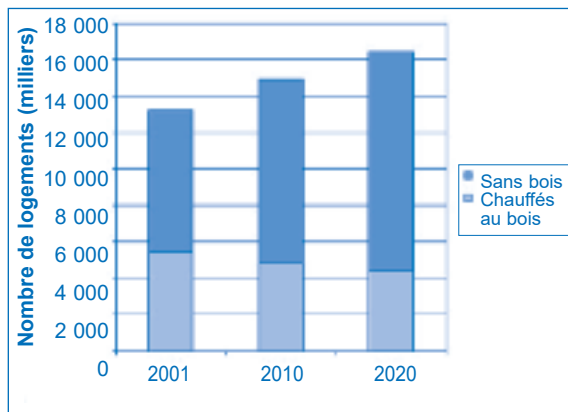


Figure 2.

Évolution du nombre de logements individuels chauffés au bois selon le scénario tendanciel.

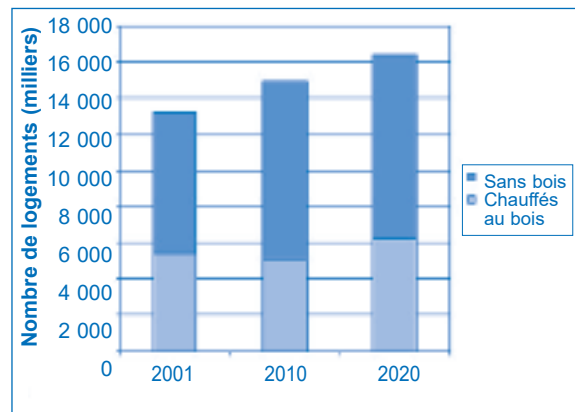


Figure 3.

Évolution du nombre de logements individuels chauffés au bois selon le scénario « haut ».

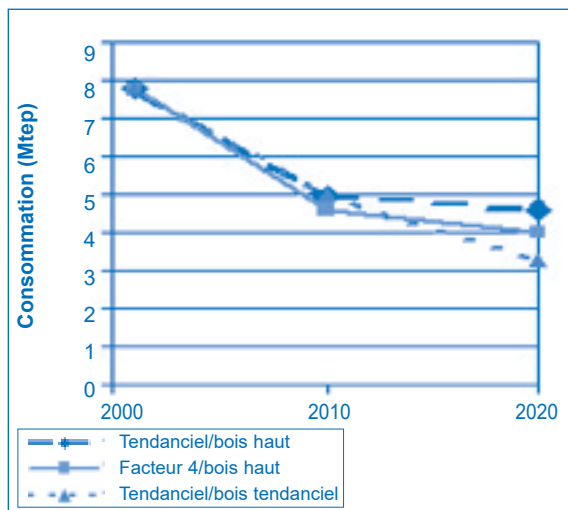


Figure 4.

Évolution de la consommation de bois pour le chauffage en logement individuel.

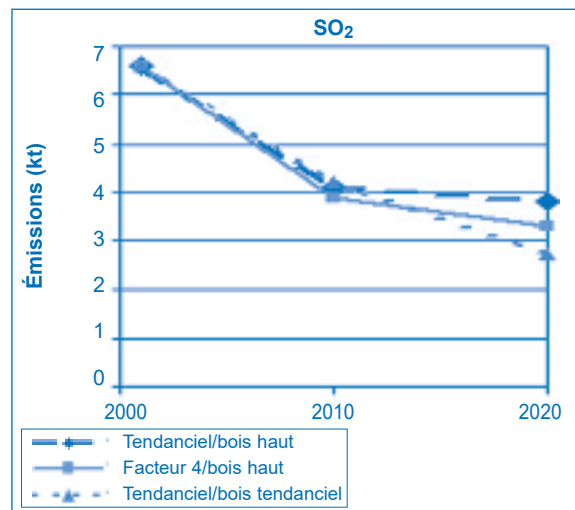


Figure 5.

Évolution des émissions de SO<sub>2</sub>.

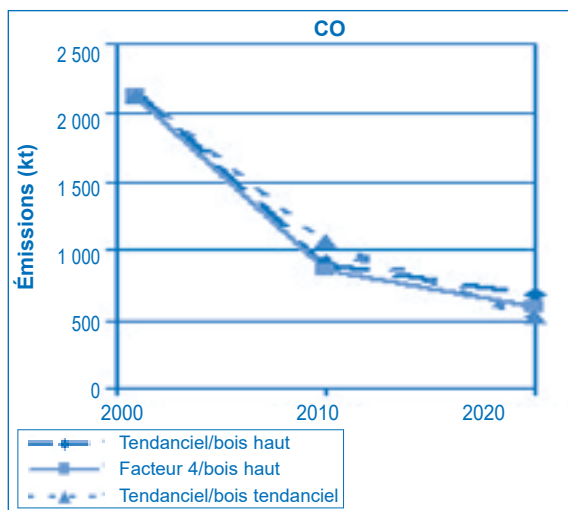


Figure 6.

Évolution des émissions de CO.

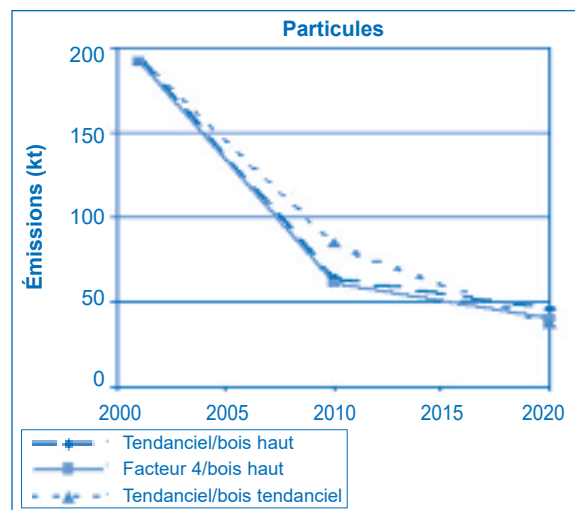


Figure 7.

Évolution des émissions de particules.



- selon le scénario énergétique tendanciel, avec une évolution tendancielle du chauffage au bois, ce dernier ne couvre plus que 15 % des besoins en 2010, puis 12 % en 2020 ;
- avec une évolution « haute » du chauffage au bois, que l'on soit dans le scénario énergétique tendanciel ou dans le scénario facteur 4, la part des besoins couverts est de 16 % en 2010, puis de 18 % en 2020.

On constate par ailleurs une diminution forte de la consommation de bois quel que soit le scénario (entre 3,3 et 4,6 Mtep en 2020 pour une consommation en 2001 de 7,8 Mtep).

Plusieurs facteurs expliquent cette tendance, à des degrés divers selon les scénarios :

- il y a une érosion globale du parc utilisé, surtout en tendanciel ;
- dans tous les cas de figure, les appareils mis sur le marché ont des rendements progressivement améliorés : à service rendu équivalent, la consommation de bois est moindre, le parc devient globalement plus performant : le rendement moyen serait de 65 à 68 % selon les cas de figure en 2020, contre 41 % en 2001 ;
- les usages évoluent : l'utilisation du bois comme chauffage d'appoint progresse, au détriment de l'utilisation en base ;
- enfin, de façon générale, les besoins unitaires des logements en chauffage diminuent : la rénovation de l'ancien progresse, et les nouveaux logements sont plus performants d'un point de vue énergétique.

### 3.3 Évolution des émissions atmosphériques

Du point de vue des émissions polluantes, on constate une diminution dans tous les cas de figure. Les courbes suivantes illustrent cette tendance pour quelques exemples de polluants (Figures 5, 6 et 7).

À l'horizon 2020, la réduction des émissions est de 40 à 58 % pour le SO<sub>2</sub>, les NO<sub>x</sub>, les HAP, les dioxines et les métaux ; elle est de 67 à 75 % pour le CO, et atteint 76 à 85 % pour les COVNM et les particules.

Cette forte diminution des émissions polluantes du chauffage au bois aux horizons 2010 et 2020 est liée à trois facteurs :

- l'amélioration du rendement des appareils : à chaleur fournie identique, la consommation de combustible est moindre, ce qui diminue mécaniquement les émissions ;

- le renouvellement du parc, qui permet l'introduction d'appareils à émissions plus faibles (cas des COV, du CO et des particules) ;
- la diminution des besoins en chaleur des logements, qui réduit d'autant la consommation de combustible.

## 4. Conclusion

Ces simulations démontrent une réduction à venir très sensible des émissions polluantes liées à la combustion du bois dans le secteur domestique ; que ces réductions soient liées à un recul du chauffage au bois chez les particuliers ou à un renouvellement accru du parc par des appareils plus performants.

Ces projections montrent aussi qu'il est envisageable de maintenir la part du chauffage au bois dans l'habitat – 40 % des maisons individuelles équipées, 20 % des besoins thermiques couverts – tout en réduisant ces émissions polluantes et en économisant 3 à 4 Mtep de ressource primaire bois.

De fait, la situation en 2001 est celle d'un parc vieillissant, dont le renouvellement progressif et plus ou moins rapide permet d'améliorer très sensiblement les performances, même si l'on ne retient que les hypothèses les plus prudentes. De plus, ce renouvellement s'opère avec des constantes de temps nettement plus courtes que celles associées au bâti (le rythme de renouvellement du parc de logements n'est que de 1 à 2 % par an, contre environ 10 % pour les poêles à bois, par exemple).

L'examen des différentes sources de données disponibles montre que certains aspects restent mal connus : on ne dispose pas d'image claire de la qualité du combustible bois effectivement utilisé par les ménages, ce qui amène à conserver une valeur unique et constante pour le PCI du bois consommé (sur la base d'une estimation datant elle-même de 1984) ; de même, on maîtrise mal l'impact des modes d'utilisation des appareils sur les émissions polluantes.

Enfin, il faut souligner que le contexte a évolué depuis ces travaux : forte évolution du prix des énergies fossiles, renforcement de l'effort de construction, renforcement des objectifs de performance énergétique du bâti suite au Grenelle de l'Environnement... De ce fait, certaines hypothèses qui ont pu sembler relativement optimistes correspondent maintenant à des tendances de fond.