



juin 2015

Fiche d'information Facteurs d'émission des chauffages

1 Facteurs d'émission moyens des chauffages (gaz naturel, huile extra-légère et bois)

1.1 Chauffages au gaz naturel et à l'huile

À partir d'une vaste base de données comprenant plus de 200'000 mesures effectuées lors du contrôle officiel des installations de combustion dans six cantons (BE, BS, LU, SZ, UR et ZG) ainsi que dans la Ville de Zurich en 2010 et 2011, les facteurs d'émission moyens des chauffages fonctionnant au gaz naturel et à l'huile extra-légère (HEL) en Suisse ont été déterminés pour les oxydes d'azote (NO_x , indiqués en équivalents NO_2) et le monoxyde de carbone (CO) (tab. 1). Les facteurs d'émission exprimés en [mg/MJ] ont été calculés à partir des concentrations de polluants mesurées dans les effluents gazeux en [mg/m³ volume d'effluents], compte tenu du pouvoir calorifique inférieur (PCI) et du volume d'effluents gazeux secs V_{es} . Conformément à l'ordonnance sur la protection de l'air (OPair), pour le gaz naturel et l'HEL, on utilise une teneur en oxygène de référence de 3 % vol de O_2 . Le facteur d'émission pour le dioxyde de soufre (SO_2) d'HEL s'appuie sur sa teneur moyenne en soufre en 2013, déterminée par des mesures de la Direction générale des douanes (DGD). Les valeurs des facteurs d'émission de SO_2 pour le gaz naturel ainsi que de méthane (CH_4), de composés organiques volatils non méthaniques (COVNM) et de poussières proviennent du Manuel „Coefficients d'émission des sources stationnaires“ (OFEFP, 2000)². Les facteurs d'émission pour le dioxyde de carbone (CO_2) et les pouvoirs calorifiques présentés dans le tableau sont des chiffres de l'année 2013, issus de l'inventaire des gaz à effet de serre de la Suisse (voir Fiche d'information „Facteurs d'émission de CO_2 selon l'inventaire des gaz à effet de serre de la Suisse,“³) et de la Statistique globale suisse de l'énergie 2013⁴. À noter que le facteur d'émission de CO_2 du gaz naturel est calculé chaque année à partir des mesures de composition gazeuse de l'Association Suisse de l'Industrie Gazière (ASIG) et de la Société Suisse de l'Industrie du Gaz et des Eaux (SSIGE).

1.2 Chauffages au bois

En 2014, les facteurs d'émission des chauffages au bois ont été actualisés à partir de vastes recherches bibliographiques. Les données de plus de 50 publications, entre autres aussi du „EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2013“⁵, ont été évaluées, et des données moyennes, adaptées aux conditions suisses, ont été déterminées (tab. 1). Les chauffages au bois ont été classés selon les catégories d'installations 1 à 19 répertoriées dans la publication Schweizerische Holzenergiestatistik (Statistiques suisses de l'énergie du bois)⁶. Pour les chauffages automatiques, on distingue les installations à l'intérieur et à l'extérieur des entreprises de transformation du bois (ETB). Dans les catégories 1 à 18 (des „cheminées à foyer ouvert“ aux „installations de couplage chaleur-force au bois“), on utilise du bois de chauffage (selon l'annexe 5, ch. 31, al. 1, OPair) et, dans la catégorie 19 („installations aux déchets renouvelables“), en priorité du bois usagé (selon l'annexe 5, ch. 31, al. 2, let. a, OPair). Les pouvoirs calorifiques spécifiques et volumes d'effluents secs servant à convertir les concentrations de polluants mesurées de [mg/m³ volume d'effluents] en facteurs d'émission en [mg/MJ], et inversement, se rapportent au bois utilisé d'humidité u dans la catégorie d'installations concernée.

Pour tous les types de chauffages, qui brûlent du bois à l'état naturel ou des résidus de bois, on emploie le même facteur d'émission de SO_2 , car les émissions dépendent avant tout de la teneur en soufre du combustible. Les oxydes d'azote émis par les chauffages au bois proviennent principalement du combustible. Une teneur élevée en oxygène dans le foyer et la zone de phase finale de la combustion favorise l'oxydation et donc la formation d'oxydes d'azote. En conséquence, pour les chauffages ne disposant pas de la technologie Low- NO_x ou de dénitrification (SNCR, SCR), il existe une tendance contraire entre les émissions de NO_x et de CO. Dans les chauffages automatiques des entreprises de transformation du bois, on utilise aussi du bois résiduel, p. ex. sous forme de panneaux d'agglomérés, qui présente une teneur en azote bien plus élevée que le bois à l'état naturel avec écorce.

Le monoxyde de carbone et les composés organiques tels que le CH₄ et les COVNM sont les produits d'une combustion incomplète, qui peuvent être évités par des températures de combustion élevées, un bon mélange des gaz inflammables et de l'air et un temps de séjour suffisant dans la zone chaude. C'est notamment le cas avec l'augmentation de taille de l'installation. Une exploitation automatisée permet une combustion avec un excédent d'air constant, ce qui garantit généralement une qualité de combustion très élevée. Pour les chauffages de faible puissance, les granulés de bois offrent des conditions favorables du fait de leur combustion constante et de leur faible teneur en eau. En revanche, pour les chauffages au bois chargés manuellement, les phases de démarrage et finale de la combustion contribuent de manière décisive à l'ensemble des émissions, c'est pourquoi ceux-ci affichent des facteurs d'émission nettement plus élevés pour le CO, le CH₄, les COVNM et les poussières. Du fait de leur mauvaise qualité lors de la phase finale de la combustion, les petits chauffages présentent des taux élevés de particules organiques (d'un diamètre aérodynamique inférieur à 10 µm) et de suie. Les poussières fines issues des chauffages automatiques, en revanche, se composent essentiellement de composés anorganiques,

Tableau 1 : Facteurs d'émission moyens de chauffages au gaz naturel, à l'huile extra-légère et au bois et indications relatives au pouvoir calorifique, au volume d'effluents et à l'humidité du bois

		Pouvoir calorifique CPI	Volume d'effluents V _{es}	Humidité du bois u	Facteurs d'émission par rapport à la quantité de combustible utilisée						
					SO ₂	NO _x	CH ₄	COVNM	CO	Poussières	CO ₂
Gaz naturel	Chauffage	[MJ/m ³]	[m ³ /m ³]		[mg/MJ]						[g/MJ]
	<50 kW	36,3	10,2		0,5	18	6	2	14	0,1	56,4
	50-350 kW	36,3	10,2		0,5	19	6	2	11	0,1	
	>350 kW	36,3	10,2		0,5	19	6	2	10	0,1	
HEL	Brûleur à air pulsé	[MJ/kg]	[m ³ /kg]								
	<50 kW	42,9	12,4		12 ⁶⁾	37	1	6	13	0,2	73,7
	50-350 kW	42,9	12,4		12 ⁶⁾	36	1	6	7	0,2	
	>350 kW	42,9	12,4		12 ⁶⁾	33	1	2	8	0,2	
Bois	Catégories d'installation selon les statistiques de l'énergie du bois	[MJ/kg] ¹⁾	[m ³ /kg] ²⁾	[%]	[mg/MJ]						[g/MJ]
	Cheminées à foyer ouvert	14,6	9,6	25	10	80	120	180	3 000	100	92,0
	Cheminées à foyer fermé et poêles-cheminée	14,6	9,6	25	10	80	100	150	2 500	100	
	Poêles en métal et en faïence	13,7	9,0	33	10	80	100	150	2 500	100	
	Poêles à granulés	13,8	9,0	33	10	60	12	18	300	60	
	Cuisinières à bois et appareils de chauffage central	13,7	9,0	33	10	70	160	240	4 000	200	
	Chaudières à bûches	13,7	9,0	33	10	80	50	75	1 250	50	
	Chaudières doubles/multicombustibles	13,7	9,0	33	10	70	160	240	4 000	200	
	Chauffages automatiques < 50 kW	11,7	7,8	54	10	120	8	12	600	100	
	Chaudières à granulés < 50 kW	13,8	9,0	33	10	60	3	4	200	50	
	Chauffages autom. 50-500 kW ext. ETB	11,6	7,8	54	10	120	7	10	500	80	
	Chauffages à granulés 50-500 kW	14,1	9,0	33	10	60	2	3	150	40	
	Chauffages autom. 50-500 kW int. ETB	13,9	9,0	33	10	220	7	10	500	80	
	Chauffages autom. > 500 kW ext. ETB	11,0	7,8/6,2	54	10	135	4	6	300	70	
	Chauffages à granulés > 500 kW	14,1	9,0/7,2	33	10	70	2	3	150	35	
	Chauffages autom. > 500 kW int. ETB	12,6	9,0/7,2	33	10	220	4	6	300	70	
	Installations de couplage chaleur-force au bois	10,5	7,8/6,2	54	10	120	1,3	2	100	12	
Installations aux déchets renouvelables	13,0	10,8/8,6	11	20	100	1,3	2	100	8		

¹⁾ Pouvoir calorifique spécifique rapporté au bois utilisé d'humidité u, conformément à la Schweizerische Holzenergiestatistik, Erhebung für das Jahr 2013, OFEN 2014 (tableaux 1.3, 1.5, D et E)

²⁾ Volume d'effluents gazeux secs spécifique pour une teneur en oxygène de référence selon l'OPair (puissance calorifique ≤1 MW : 13 % vol O₂, >1 MW : 11 % vol O₂) rapporté au bois utilisé d'humidité u

dont les quantités ne sont pas réduites par une combustion complète. Aussi, les émissions qui en résultent dépendent-elles surtout de l'épuration des effluents gazeux. Pour les grands chauffages automatiques, on considère que depuis le renforcement de valeurs limites d'émission dans l'OPair en 2007, l'utilisation de capteurs de poussières fines comme standard pour les nouvelles installations s'est imposée. Grâce aux assainissements, cet effet se généralise aussi, avec un certain retard, aux anciennes installations. Outre la présence de ces capteurs, leur disponibilité en service est décisive. Pour les applications de chauffage, compte tenu du faible nombre d'heures de fonctionnement à plein régime, il faut se baser sur une disponibilité moindre que pour les installations de couplage chaleur-force au bois ou les grandes installations aux déchets renouvelables.

La valeur du facteur d'émissions de CO₂ est tirée du Manuel « Coefficients d'émission des sources stationnaires » (OFEFP, 2000)².

2 Facteurs d'émission d'installations de combustion avec technologie moderne (gaz naturel et HEL)

Les données des mesures de contrôle des installations de combustion de la Ville de Zurich susmentionnées comportent aussi des indications sur la technologie des installations. Ce qui a permis de déterminer les facteurs d'émission et les rendements de chauffages modernes pour le gaz naturel et l'huile extra-légère des qualités Euro et Éco pauvre en soufre (tab. 2). Pour le gaz naturel, ce sont des installations à condensation avec brûleurs atmosphériques Low-NO_x et, pour l'huile, il s'agit d'installations à condensation avec brûleurs à air pulsé Low-NO_x. En plus, des données des contrôles de 2010/2011 ont été évaluées pour quelque 1'200 chauffages au gaz naturel et 200 installations à l'huile fabriqués entre 2009 et 2010.

Tableau 2 : Facteurs d'émission et rendement de chauffages modernes (gaz naturel et HEL, Euro et Éco pauvre en soufre), basés sur les données du contrôle officiel d'installations de combustion de la Ville de Zurich en 2010/2011 sur des installations de chauffage fabriquées entre 2009 et 2010.

État de la technique		Facteurs d'émission par rapport à la quantité de combustible utilisée			Rendement
		SO ₂	NO _x	CO	
Gaz naturel	Brûleur atmosphérique Low-NO _x , à condensation	[mg/MJ]			[%]
	<50 kW		10	11	98
	50–350 kW		12	9	98
	>350 kW		14	4	98
HEL	Brûleur à air pulsé Low-NO _x , à condensation				
	<50 kW, Euro	15 ¹⁾	27	3	98
	<50 kW, Éco pauvre en soufre	1,3 ²⁾	21	3	98
	50–350 kW, Euro	15 ¹⁾	32	5	99
	50–350 kW, Éco pauvre en soufre	1,3 ²⁾	28	1	98

¹⁾ Sur la base de la teneur moyenne en soufre de l'huile extra-légère, Euro en 2013 (mesures DGD)

²⁾ Sur la base de la teneur moyenne en soufre de l'huile extra-légère, Éco pauvre en soufre en 2013 (mesures DGD)

3 Inventaires des émissions

Les facteurs d'émission moyens décrits ci-dessus sont également utilisés pour calculer les émissions provenant des chauffages au gaz naturel, à l'HEL et au bois dans l'inventaire des émissions de polluants atmosphériques⁷ et l'inventaire des émissions de gaz à effet de serre⁸. Les inventaires sont présentés tous les ans dans le cadre de la Convention CEE-ONU sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance (CLRTAP) et des huit protocoles complémentaires ainsi que dans le cadre de la Convention de l'ONU sur les changements climatiques (FCCC) et du Protocole de Kyoto. Ces deux relevés contiennent des séries d'émissions chronologiques.

L'inventaire des émissions de polluants atmosphériques s'étend sur la période allant de 1980 à 2030 et celui concernant les gaz à effet de serre, de 1990 à l'année en cours. Ainsi, pour le calcul des émissions, des séries chronologiques de facteurs d'émission sont également nécessaires. Contrairement à la consommation de combustible par exemple, pour laquelle il existe des statistiques annuelles, les valeurs des facteurs d'émission ne sont généralement disponibles que pour des années bien spécifiques. Pour réaliser une série chronologique, les années intermédiaires sont interpolées de manière linéaire.

Dans les inventaires, les facteurs moyens d'émission de CO et de NO_x pour les chauffages au gaz naturel et à l'HEL, présentés dans le tableau 1, sont utilisés comme valeurs pour l'année 2010, et ceux des autres polluants et gaz à effet de serre pour 2013. Pour les chauffages au bois, tous les facteurs moyens d'émission présentés dans le tableau 1 sont employés comme valeurs d'inventaire de l'année 2014.

Sources

- ¹ Ordonnance sur la protection de l'air (<https://www.admin.ch/opc/fr/classified-compilation/19850321/index.html>).
- ² Manuel „Coefficients d'émission des sources stationnaires“, L'environnement pratique, OFEFP, 2000.
- ³ Fiche d'information „Facteurs d'émission de CO₂ selon l'inventaire des gaz à effet de serre de la Suisse“, OFEV, 2015 (www.bafu.admin.ch/klima/09608/index.html?lang=fr).
- ⁴ Statistique globale suisse de l'énergie 2013, OFEN, 2014 (http://www.bfe.admin.ch/themen/00526/00541/00542/00631/index.html?lang=fr&dossier_id=00763).
- ⁵ EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2013 (en anglais) (<http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2013>).
- ⁶ Schweizerische Holzenergiestatistik 2013, OFEN, 2014 (en allemand) (http://www.bfe.admin.ch/themen/00526/00541/00543/index.html?lang=fr&dossier_id=00771).
- ⁷ Inventaire suisse des émissions de polluants atmosphériques, Informative Inventory Report, OFEV, 2015 (en anglais) (http://www.ceip.at/ms/ceip_home1/ceip_home/status_reporting/2015_submissions/).
- ⁸ Inventaire suisse des émissions des gaz à effet de serre, National Inventory Report, OFEV, 2015 (en anglais) (www.bafu.admin.ch/ghginv)