

DOCUMENTS

Evaluation économique de réglementations environnementales : exemple du projet de « Directive Solvant » de la Commission Européenne

Economical evaluation of environmental regulations : example of the European Commission's draft proposal for the « Solvant Directive »

C. KIPPELEN (*), J. HEIN (*), F. SCHULTMANN (*), T. ZUNDEL (*) et O. RENTZ (*)

RÉSUMÉ

Une approche originale a été développée pour la réalisation de l'analyse coût-bénéfice du projet de "Directive Solvant" de la Commission Européenne. Particulièrement bien adaptée aux réglementations complexes portant sur des secteurs hétérogènes avec un grand nombre d'installations de taille différente et utilisant divers procédés, cette approche permet d'évaluer de manière cohérente les coûts des mesures de réduction à mettre en oeuvre et les niveaux de réduction des émissions correspondants, à l'échelle des installations, des secteurs et des pays. Les résultats mettent en évidence des coûts spécifiques et un impact micro-économique importants pour les petites installations dans certains secteurs. Différentes modifications, portant notamment sur le relèvement des seuils d'application, permettent d'améliorer significativement le rapport coût-bénéfice de la Directive et ont été prises en compte dans une nouvelle version du projet.

SUMMARY

A new approach is proposed to perform the cost-benefit analysis of the draft version of the "Solvent Directive" by the European Commission. This approach is particularly well adapted for the cost-benefit analysis of complex environmental regulations covering heterogeneous sectors with a large number of installations of various sizes using different processes. It allows a consistent estimation of the costs of the emission reduction measures required and the corresponding emission reduction rates on an installation, a sectoral and a country level. The results show that the specific costs and the micro-economic impact are high for small installations in some sectors. Various modifications like increase of the solvent consumption thresholds improve the cost effectiveness of the Directive. These modifications have been included into the new draft final version of the Directive.

1. Introduction

Les réglementations actuelles de l'Union Européenne en matière de limitation des émissions de polluants atmosphériques émis par les sources stationnaires concernent essentiellement les grandes installations pour lesquelles l'application des meilleures technologies disponibles n'entraînant

pas de coûts excessifs est exigée [1]. Pour ces grandes sources dites ponctuelles dont le nombre est relativement limité, la détermination des coûts des mesures requises pour respecter les valeurs limites d'émission prescrites peut être effectuée directement au niveau de chaque installation.

Pour atteindre un niveau de réduction des émissions plus important, les réglementations tendent à être étendues aux installations de taille de plus en plus petite pour lesquelles les coûts spécifiques de réduction des émissions (coût rapporté à la quantité de polluant non émis) sont généralement plus

(*) Institut franco-allemand de recherche sur l'Environnement (DFU/IFARE), Antenne de Karlsruhe, Université de Karlsruhe, Hertzstraße 16, D-76187 Karlsruhe.

élevés et l'impact micro-économique plus marqué. La condition « n'entraînant pas de coûts excessifs » prend alors une dimension particulière et il convient d'étayer la détermination des valeurs limites d'émission et des catégories d'installations auxquelles elles s'appliquent (seuils d'application) par une analyse coût-bénéfice. Cependant, le nombre important de petites installations, leur diversité et le manque de données relatives à leur structure et leurs caractéristiques ne permet pas une évaluation directe au niveau de chaque installation.

Le problème de la détermination de l'impact économique de réglementations environnementales sur les petites entreprises, se pose en particulier dans le cas du projet de Directive de la Commission de l'Union Européenne sur la limitation des émissions de composés organiques volatils liées à l'utilisation de solvants organiques dans certains procédés et installations industriels (« Directive solvant ») [2, 3]. Le projet [4] fixe des valeurs limites d'émission pour 20 secteurs d'activité très divers (voir tableau IV) ainsi que des valeurs maximales pour les émissions fugitives. Fondées sur l'application des meilleures technologies disponibles, ces valeurs limites s'appliquent aux installations nouvelles et existantes et prennent généralement en compte la taille de l'installation, définie en fonction de la consommation annuelle de solvants. Le projet prévoit également la mise en place d'un plan de gestion des solvants simplifié (Type A) ou plus complexe (Type B) suivant la taille de l'installation. Des délais de mise en conformité variant entre 2 et 10 ans sont accordés aux installations existantes. La Directive [4] s'applique uniquement aux unités dont la consommation annuelle de solvants excède un seuil d'application. Les seuils d'application étant très bas pour certains secteurs, (5 t/a pour l'imprimerie et 1 t/a pour le traitement des surfaces avec des solvants classés dans l'annexe II), un grand nombre de petites et moyennes entreprises sont concernées par cette nouvelle réglementation.

Des analyses coût-bénéfice ont été effectuées par des associations industrielles, notamment pour la France par l'Union des Industries Chimiques (UIC) à partir de l'étude du CITEPA [5] et pour l'Europe par le Conseil Européen des Fédérations des Industries Chimiques (CEFIC) [6]. Dans l'étude du CITEPA, les coûts de mise en oeuvre de la Directive ont été déterminés pour un petit nombre d'entreprises particulièrement sensibles (étude de cas), mais non nécessairement représentatives des 6 secteurs considérés. L'étude du CEFIC repose sur une classification détaillée des installations suivant leur taille, définie en fonction de leur consommation annuelle de solvants. Les coûts sont déterminés pour des installations représentatives de chaque classe de taille, puis agrégés au niveau de la classe et du secteur, connaissant la distribution de la taille des installations pour chaque secteur. Ce calcul est effectué à l'aide de données confidentielles du CEFIC qui sont spécifi-

ques au Royaume-Uni et dont la représentativité à l'échelle européenne est sujette à caution. Ces deux études ne couvrent pas l'ensemble des secteurs considérés dans le projet de Directive.

L'objet de l'étude de l'IFARE [7], réalisée à la demande de la Direction Générale XI de la Commission de l'Union Européenne, est la détermination des coûts de mise en oeuvre de la Directive. Ces grandeurs sont déterminées au niveau des installations ou entreprises (approche micro-économique) puis agrégées à l'échelle du secteur et finalement du pays. L'étude couvre l'ensemble des installations, des secteurs et des pays de l'Union Européenne concernés par la Directive. A partir d'une compilation des informations publiées et fournies par les exploitants et associations professionnelles, ce travail a permis d'établir une banque de données reflétant l'état actuel des connaissances relatives à la structure des 20 secteurs concernés dans les pays de l'Union Européenne et aux coûts des mesures de réduction des émissions de COV. Une méthode originale fondée sur une approche micro-économique a été développée pour la réalisation de l'analyse coût - bénéfice de l'application de la Directive aux niveaux d'agrégation adéquats requis par les objectifs de l'étude (installation, secteurs, pays, Union Européenne) tenant compte des restrictions liées à la disponibilité des données.

Dans cet article, nous aborderons le problème de la définition des coûts (paragraphe 2), puis nous présenterons la méthodologie (paragraphe 3) dont l'application sera illustrée à l'exemple du secteur de l'imprimerie (paragraphe 4). Les principaux résultats seront exposés et discutés au paragraphe 5. Les conclusions et les développements futurs de la méthodologie feront l'objet du paragraphe 6.

2. Définition des coûts totaux annuels de la Directive

Les coûts d'application de la Directive tels qu'ils ont été définis dans cette étude correspondent aux charges fixes et variables induites par la mise en oeuvre des mesures nécessaires pour respecter les obligations de la Directive dans les installations existantes [7]. Une installation existante est définie comme un établissement comprenant les machines ainsi que les unités complémentaires nécessaires au fonctionnement du ou des procédés émetteurs/utilisateurs de solvants et en exploitation avant le 31 décembre 1996. Seuls les coûts des mesures supplémentaires par rapport à celles requises par les réglementations nationales sont considérés.

Le coût annuel total d'application de la Directive est déterminé au niveau d'installations de référence en considérant les charges fixes (amortissements et intérêts) et les frais d'exploitation. En adoptant une loi d'amortissement linéaire (amortissement annuel constant) et une loi linéaire de paiement des intérêts, on peut déterminer le coût an-

nuel total (CAT) pour l'installation considérée par l'expression :

$$CAT = I (1/n + i/2) + CE, \quad (1)$$

où I désigne le montant de l'investissement, n la durée d'amortissement assimilée à la durée de vie de l'installation (10 ou 20 ans), i le taux d'intérêt nominal (8 %), CE les coûts d'exploitation annuels.

De part les hypothèses simplificatrices adoptées (amortissement linéaire, taux d'intérêt moyen), cette méthode de calcul affecte une valeur nulle à la valeur résiduelle des installations à l'issue de la période d'amortissement. Une telle approximation est justifiée compte tenu des incertitudes sur les différentes données prises en compte dans le calcul des coûts.

L'expression (1) ne tient pas compte des coûts de mise en œuvre des plans de gestion des solvants (PGS). Des estimations des coûts de réalisation de ces plans de gestion ont été effectuées [8], mais uniquement pour les secteurs « imprimerie » et « traitement des surfaces ». Leur extrapolation à d'autres secteurs d'activité induit une grande incertitude sur les coûts totaux. C'est pourquoi dans le rapport remis à la Commission [7], les coûts totaux de mise en œuvre de la Directive ont été présentés avec et sans prise en compte des PGS. Seuls les coûts sans PGS sont présentés dans cet article.

3. Méthodologie d'évaluation des coûts

L'approche suivie comprend 3 étapes :

- 1) classification des sources et définition d'installations de référence,
- 2) détermination des mesures de réduction et des coûts pour chaque installation de référence,
- 3) agrégation des résultats au niveau des secteurs, des pays et de l'Union Européenne.

La mise en œuvre pratique de cette approche est conditionnée par la disponibilité de données sur la structure des secteurs, en particulier celles relatives à la taille, au nombre et à l'âge des installations et aux procédés utilisés. Ces données ont été établies à partir des études sectorielles réalisées dans le cadre de l'élaboration de la Directive [9-16], de statistiques nationales et européennes (EUROSTAT), d'informations fournies par les associations professionnelles et d'enquêtes auprès des exploitants. Bien que la disponibilité et la qualité de la banque de données varient fortement d'un secteur à l'autre, la méthodologie présentée dans la suite s'applique de manière cohérente à l'ensemble des secteurs, la précision des résultats étant évidemment conditionnée par la qualité des données sectorielles.

3.1. Classification des sources et définition d'installations de référence

Les coûts spécifiques de réduction des émissions de COV (coût/masse de COV non émis)

dépendent fortement des caractéristiques de la source, en particulier du flux massique des gaz émis et de leur teneur en COV. L'estimation des coûts ne peut donc pas être réalisée par une approche macro-économique au niveau des secteurs définis dans le projet de Directive qui pour la plupart comprennent des installations très hétérogènes par leur taille et les procédés utilisés. Il est donc nécessaire de désagréger ces secteurs en classes auxquelles s'appliquent des mesures de réduction similaires avec des coûts spécifiques similaires. Dans le cadre de cette étude, une telle classification doit de plus être compatible avec celle de la Directive, qui au sein d'un même secteur définit des valeurs limites d'émission en fonction des procédés utilisés et de la taille des installations. Comme ces deux facteurs constituent également les caractéristiques les plus importantes au regard des mesures de réduction et de leur coûts (les flux massiques et la teneur en COV sont essentiellement fonction de la taille et du procédé), ils peuvent être considérés comme des critères adéquats pour la définition des classes.

D'après la Directive, la taille d'une installation est définie en fonction de la consommation annuelle de solvants. Pour la réalisation pratique de la classification, la taille est définie en fonction de la nature des données disponibles : par exemple la quantité annuelle de produit manufacturé (traitement et revêtement du bois), le nombre de machines ou presses par entreprise (nettoyage à sec, imprimerie), la surface traitée (peinture automobile), etc. Ces grandeurs peuvent être converties en consommation de solvants au moyen de facteurs multiplicatifs adéquats qui dépendent du procédé (facteurs de consommation de solvants).

A chaque classe on associe une installation de référence dont les émissions et les coûts des mesures de réduction à mettre en place correspondent à des « valeurs moyennes » au sein de la classe. Dans la pratique, on choisit généralement le type d'installation prédominant en nombre.

3.2. Mesures de réduction et coûts pour une installation de référence

La procédure d'estimation des coûts annuels totaux induits par la mise en œuvre de la Directive pour une installation de référence est présentée sur la figure 1.

A partir de données relatives à la production (durée de fonctionnement des machines, consommation annuelle d'encre ou de peinture, surface traitée...), de facteurs d'émission et de facteurs de consommation de solvants, on détermine les quantités de solvants consommées annuellement (SCON) ainsi que les émissions annuelles de solvants (E). Ces deux grandeurs permettent de situer l'installation par rapport à la Directive c'est-à-dire de déterminer la valeur limite d'émission à respecter et les délais de mise en conformité. On

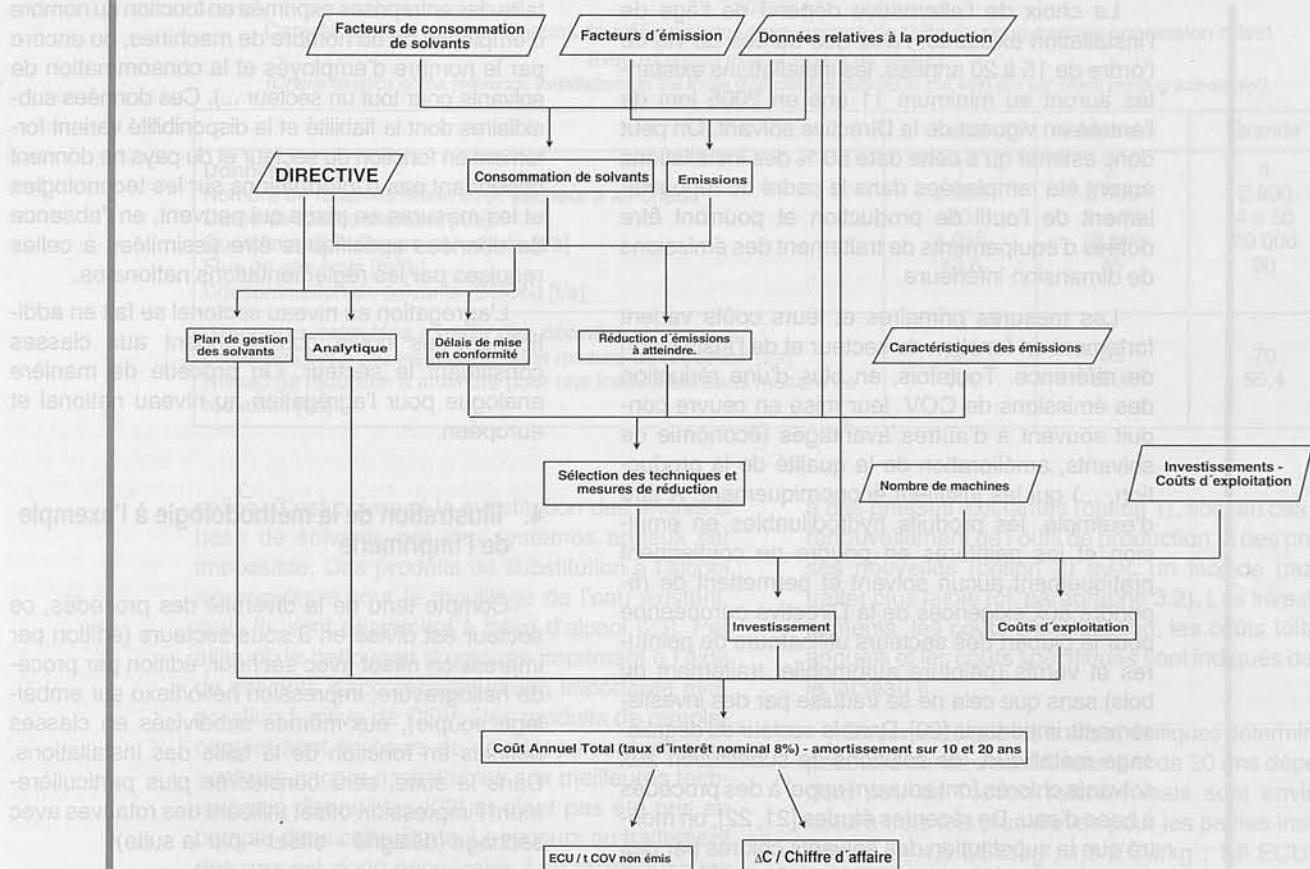


Figure 1.

Procédure de calcul des coûts totaux annuels pour une installation de référence
(Cost estimation procedure for a reference installation)

peut alors calculer le niveau de réduction des émissions requis par la Directive (émissions annuelles actuelles diminuées des émissions fugitives maximales tolérées et des émissions autorisées dans les gaz rejetés).

Parmi les techniques et mesures de réduction disponibles, on sélectionne celles qui sont applicables à l'installation considérée (restrictions d'ordre technique) et qui individuellement ou de manière combinée permettent de respecter la valeur limite d'émission prescrite. Les coûts associés à ces mesures sont déterminés à l'aide de l'expression (1). On en déduit les mesures ou les combinaisons de mesures permettant d'atteindre à *moindre coût* la valeur limite d'émission exigée par la Directive.

Les mesures de réduction considérées comprennent les techniques de traitement en aval (incinération, absorption, adsorption, condensation, membranes, procédés biologiques, ...), la substitution de produits (peinture à haut extrait sec, systèmes lessiviels, ...) et la modification des procédés (pulvérisation électrostatique ou à haute pression permettant une augmentation de environ 40 à

50 % du rendement d'application des peintures, etc.). Ces mesures, leurs coûts et leur adéquation pour une installation donnée ont été déterminés à partir de catalogues de mesures de réduction publiés dans la littérature [17-19], les études sectorielles réalisées pour la Commission [9-16], et les informations communiquées par les experts des branches concernées.

Les coûts associés aux mesures de traitement en aval des solvants (mesures secondaires) dépendent fortement de la dimension de l'installation de traitement, c'est-à-dire du volume de gaz à traiter. Lors de l'équipement d'installations existantes il convient de distinguer deux alternatives :

- mise en place d'équipements de traitement des effluents gazeux sur des machines existantes ou,
- remplacement des machines (presses, cuves) existantes par de nouvelles machines pour lesquelles le volume des effluents gazeux émis sera généralement plus faible avec une concentration en COV plus élevée et auxquelles on pourra associer des équipements de traitement de dimension inférieure.

Le choix de l'alternative dépend de l'âge de l'installation existante. Avec des durées de vie de l'ordre de 15 à 20 années, les installations existantes auront au minimum 11 ans en 2005 lors de l'entrée en vigueur de la Directive solvant. On peut donc estimer qu'à cette date 50 % des installations auront été remplacées dans le cadre du renouvellement de l'outil de production et pourront être dotées d'équipements de traitement des émissions de dimension inférieure.

Les mesures primaires et leurs coûts varient fortement en fonction du secteur et de l'installation de référence. Toutefois, en plus d'une réduction des émissions de COV, leur mise en œuvre conduit souvent à d'autres avantages (économie de solvants, amélioration de la qualité de la production, ...) qui les justifient économiquement. A titre d'exemple, les produits hydrodiluable en émulsion et les peintures en poudre ne contiennent pratiquement aucun solvant et permettent de répondre aux exigences de la Directive européenne pour la plupart des secteurs utilisateurs de peintures et vernis (peinture automobile, traitement du bois) sans que cela ne se traduise par des investissements importants [20]. Dans le secteur du dégraisage métallique, les solutions de substitution aux solvants chlorés font souvent appel à des procédés à base d'eau. De récentes études [21, 22], ont montré que la substitution des solvants chlorés par des solvants non chlorés ou des systèmes lessiviels n'induisait pas de variation significative des coûts totaux annuels d'exploitation des installations.

Par comparaison du coût annuel ainsi déterminé avec des paramètres économiques adéquats de l'installation ou de l'entreprise (chiffre d'affaire, coûts de production spécifiques, prix du produit ou du service ...), il est possible de donner des indications sur l'impact micro-économique de la Directive et en particulier de vérifier que la Directive n'induit pas de surcoûts excessifs réduisant la compétitivité des entreprises. Par ailleurs, les coûts spécifiques exprimés en ECU par t de COV non émis permettent au sein d'une activité industrielle, de déterminer les installations pour lesquelles le rapport coût/ avantage est le plus élevé. Les coûts spécifiques et l'impact micro-économique sont des éléments déterminants pour l'établissement des seuils d'application de la Directive.

3.3. Agrégation des résultats

Le premier niveau d'agrégation se situe à l'échelle des classes définies au paragraphe 3.1. Le coût total pour une classe particulière est donné par le produit du coût total pour l'installation de référence correspondante par le nombre d'installations de la classe. La détermination du nombre d'installations est effectuée à partir des données disponibles sur la structure des secteurs, souvent de manière indirecte en considérant différents types de données subsidiaires (distribution de la

taille des entreprises exprimée en fonction du nombre d'employés ou du nombre de machines, ou encore par le nombre d'employés et la consommation de solvants pour tout un secteur ...). Ces données subsidiaires dont la fiabilité et la disponibilité varient fortement en fonction du secteur et du pays ne donnent cependant pas d'informations sur les technologies et les mesures en place qui peuvent, en l'absence de données spécifiques être assimilées à celles requises par les réglementations nationales.

L'agrégation au niveau sectoriel se fait en additionnant les coûts correspondant aux classes constituant le secteur. On procède de manière analogue pour l'agrégation au niveau national et européen.

4. Illustration de la méthodologie à l'exemple de l'imprimerie

Compte tenu de la diversité des procédés, ce secteur est divisé en 3 sous-secteurs (édition par impression offset avec sécheur, édition par procédé héliogravure, impression hélioflexo sur emballage souple), eux-mêmes subdivisés en classes définies en fonction de la taille des installations. Dans la suite, sera considérée plus particulièrement l'impression offset utilisant des rotatives avec séchage (désigné « offset » par la suite).

Trois classes de taille (petite, moyenne, grande) sont définies en fonction du nombre de presses par installation. On leur associe des installations de référence comprenant 1, 2 ou 4 presses caractérisées par la durée de fonctionnement, la consommation d'encre, le flux de gaz émis et le facteur de consommation de solvants (tableau I). Le facteur de consommation de solvants est estimé à 0,45 kg solvant par kg d'encre non diluée et tient compte des solvants contenus dans les encres, des diluants, des solvants utilisés pour le mouillage de l'eau (principalement alcool isopropylique pour permettre un meilleur étalement de l'eau sur les zones non imprimantes), ainsi que des solvants dits de nettoyage. On en déduit les émissions actuelles ainsi que la consommation annuelle de solvants qui permet de situer l'installation par rapport à la Directive.

Ayant une consommation annuelle de solvants inférieure à 15 t/a, les petites installations disposent d'un délai de mise en conformité de 7 années et doivent respecter une valeur limite d'émission de 150 mg C⁽¹⁾/Nm³. Les moyennes et grandes installations ont une consommation de solvants annuelle supérieure à 15 t/a ; elles disposent d'un délai de mise en conformité de 5 années et doivent respecter une valeur limite d'émission de 20 mg C/Nm³.

Dans le procédé offset la surface de la forme imprimante comprend des parties imprimantes hydrophobes et des parties non imprimantes hydro-

(1) C = hydrocarbures totaux.

Tableau I.

Caractéristiques des installations de référence des trois classes de taille du sous-secteur impression offset avec rotatives et séchage à air chaud.

(Characteristics of the reference installations in the three size classes defined in the web-fed set offset printing sub-sector).

	Petite	Moyenne	Grande
Données	1	2	4
Nombre de rotatives offset avec sécheur à air chaud	2 800	2 800	2 800
Durée de fonctionnement [h/a]	30	2 x 50	4 x 50
Consommation d'encre non diluée [t/a]	4 000	10 000	20 000
Flux de gaz émis [m³/h]	13,5	45	90
Consommation de solvants (SCON) [t/a]			
Grandeurs calculées à partir des données			
Emissions pour une installation sans mesure de réduction [t/a]	10,5	35	70
Niveau de réduction à atteindre pour une installation sans mesure de réduction [t/a]	5,4	27,6	55,4

philes. C'est pourquoi la substitution des encres à base de solvants par des systèmes aqueux est impossible. Des produits de substitution à l'alcool isopropylique pour le mouillage de l'eau existent, mais ils sont également à base d'alcool [23]. Par ailleurs, le nettoyage du groupe imprimant à l'aide de solvants s'accompagne d'une importante évaporation fugitive de COV. Des produits de remplacement sont en cours de développement mais ne sont pas encore assimilables aux meilleures technologies disponibles [23] et n'ont pas été pris en compte dans cette étude. Le recours au traitement des gaz est donc nécessaire. Les techniques les mieux adaptées compte tenu des flux de gaz à traiter, de leur composition et de leur teneur en solvant sont l'incinération thermique et l'incinération catalytique qui permettent d'atteindre la valeur limite de 20 mg C/Nm³. Pour les moyennes et grandes installations, une unité de traitement commune aux différentes presses constitue la solution la plus économique. Ces mesures s'appliquent soit

à des presses existantes (option 1), soit, en cas de renouvellement de l'outil de production, à des presses nouvelles (option 2) avec un flux de gaz à traiter plus faible (cf. paragraphe 3.2). Les investissements, les coûts d'exploitation, les coûts totaux annuels et les coûts spécifiques sont indiqués dans le tableau II.

On constate que les coûts spécifiques déterminés pour une durée d'amortissement de 20 ans dépendent peu de l'option retenue mais sont environ deux à trois fois plus élevés pour les petites installations ($\approx 4,5$ ECU/kg ; 1,9 ECU/kg ; 1,6 ECU/kg pour les petites, moyennes et grandes installations, respectivement). Le calcul effectué pour une durée d'amortissement plus courte (10 ans au lieu de 20 ans) conduit à une différence encore plus prononcée ($\approx 6,5$ ECU/kg ; 2,4 ECU/kg ; 1,8 ECU/kg, respectivement).

Les coûts annuels d'application de la Directive sont importants pour toutes les installations, en

Tableau II.

Investissements, coûts d'exploitation, coûts totaux annuels et coûts spécifiques pour les mesures de réduction dans le sous-secteur impression offset avec rotatives et séchage à air chaud.

Investments, operating costs, annual total costs and specific costs for abatement devices in the sub-sector web-fed set offset printing.

		Petite		Moyenne		Grande	
		Option 1 ⁽²⁾	Option 2 ⁽²⁾	Option 1 ⁽²⁾	Option 2 ⁽²⁾	Option 1 ⁽²⁾	Option 2 ⁽²⁾
Investissement [10³ ECU]	Therm.	200	220	325	300	425	375
	Catal.	250	-	375	345	500	425
Coûts d'exploitation [10³ ECU/a]	Therm.	5,4	4,3	25	19,3	50,40	38,8
	Catal.	4,8	-	21	17,9	42,10	36
n = 10⁽¹⁾							
	Therm.	33	35	71	61	110	91
Coût total annuel [10³ ECU/a]	Catal.	40	-	73	66	112	95
	Therm.	6,2	6,5	2,5	2,2	2	1,6
Coût spécifique [ECU/kg non émis]	Catal.	7,4	-	2,7	2,4	2	1,7
n = 20⁽¹⁾							
	Therm.	23	24	54	46	89	73
Coût total annuel [10³ ECU/a]	Catal.	27	-	55	49	87	74
	Therm.	4,3	4,5	2	1,7	1,6	1,3
Coût spécifique [ECU/kg non émis]	Catal.	5,1	-	2	1,8	1,6	1,3

(1) n : Durée d'amortissement.

(2) Option 1 : Equipement de presses existantes.

Option 2 : Equipement de nouvelles presses.

particulier pour les petites installations. En effet, le coût annuel moyen associé à l'application de la Directive (sans PGS) pour la petite installation de référence représente 1,4 % du chiffre d'affaire estimé à 2,4 millions ECU/a [23] pour une période d'amortissement de 10 années. Ces chiffres sont à comparer avec les marges bénéficiaires de cette activité qui sont de l'ordre de 4 à 5 % du chiffre d'affaire [23].

Pour l'agrégation au niveau du sous-secteur « offset », le nombre d'installations dans chaque classe a été déterminé à partir de la distribution de la taille des installations et du nombre total d'installations. En France, 20 %, 31 % et 48 % des installations comprennent 1, 2 et plus de 2 presses respectivement [9]. Cette distribution a été également utilisée par défaut pour les pays dans lesquels cette donnée n'était pas connue. Seules sont prises en compte les installations pour lesquelles les mesures requises par les réglementations nationales ne permettent pas de satisfaire les exigences de la Directive, à savoir toutes les petites installations dans tous les pays de l'Union Européenne et les moyennes et grandes installations de tous les pays de l'Union Européenne à l'exception de la France, l'Allemagne, les Pays-Bas, l'Italie et le Royaume-Uni. Les résultats sont consignés dans le tableau III.

On constate que les coûts spécifiques de mise en conformité de l'ensemble du sous-secteur « offset » varient fortement en fonction du pays. La valeur la plus élevée, 6,5 ECU/kg, (n = 10 ans) est déterminée pour les pays dans lesquels, en raison des réglementations nationales, des mesures supplémentaires sont uniquement requises pour les petites installations. Pour les autres pays, les coûts spécifiques se situent en moyenne à 2,0 ECU/kg (n = 10 ans).

Le coût annuel total d'application de la Directive pour l'impression « offset » dans l'ensemble des pays de l'Union Européenne est estimé à 10,7 millions d'ECU pour n = 10 ans ou à 8,0 millions d'ECU pour n = 20 ans. Une exclusion des petites installations par relèvement du seuil d'application de la Directive de 5 à 15 t/a conduit à une réduction de 36 % des coûts totaux annuels et induit une augmentation de 9 % des émissions totales de ce sous-secteur.

5. Résultats pour l'Union Européenne

Les résultats agrégés au niveau de l'Union Européenne sont présentés dans le tableau IV pour les différents secteurs considérés dans la Directive.

La fiabilité des résultats dépend évidemment des données disponibles et de leur qualité. Elle est évaluée dans le tableau IV de manière globale selon un indicateur semi-quantitatif pouvant prendre les valeurs --, -, +, et ++. Cet indicateur reflète l'incertitude sur les résultats (niveaux des émissions, niveaux de réduction des émissions, coûts annuels, ...) induite par les incertitudes sur les informations et les données de base ou par le recours à des données subsidiaires pour l'estimation de données de base non disponibles (voir paragraphe 3.3).

Les données de base nécessaires à la détermination des coûts et des niveaux de réduction des émissions à l'échelle des installations de référence sont généralement disponibles ou peuvent être obtenues auprès des exploitants de ces installations avec un degré de précision suffisant compte tenu des objectifs de l'étude. Les informations les plus adéquates pour l'estimation de l'impact micro-éco-

Tableau III : Coûts de mise en oeuvre de la Directive pour l'impression offset utilisant des rotatives avec séchage pour les différents pays de l'Union Européenne.

Costs for complying with the requirements of the Directive for publication printing with web fed heat set offset in the European Union.

Pays	Emissions [t/a]	Niveau de réduction [t/a]	Coûts totaux annuels [10 ⁶ ECU/a] n = 10 ⁽¹⁾ sans PGS ⁽²⁾	Coûts spécifiques [ECU/kg non émis] n = 10 ⁽¹⁾	Coûts totaux annuels [10 ⁶ ECU/a] n = 20 ⁽¹⁾ sans PGS ⁽²⁾	Coûts spécifiques [ECU/kg non émis] n = 20 ⁽¹⁾
Belgique	766	567	1,17	1,9	0,90	1,5
Danemark	580	454	0,88	1,9	0,68	1,5
France	391	97	0,63	6,5	0,43	4,5
Allemagne	638	156	1,02	6,5	0,71	4,5
Grèce	325	255	0,47	1,9	0,36	1,5
Royaume Uni	452	113	0,74	6,5	0,52	4,5
Irlande	430	337	0,64	1,9	0,49	1,5
Italie	452	113	0,74	6,5	0,52	4,5
Luxembourg	35	27	0,06	1,9	0,05	1,5
Pays-Bas	118	27	0,18	6,5	0,12	4,5
Portugal	360	282	0,54	1,9	0,41	1,5
Espagne	2 355	1 830	3,65	1,9	2,79	1,5
TOTAL	6 900	4 300	10,72	2,2	7,98	1,9

(1) n : Durée d'amortissement.

(2) PGS : Plan de gestion des solvants.

Tableau IV : Résultats agrégés au niveau de l'Union Européenne pour l'ensemble des secteurs considérés dans la Directive (version Octobre 1993).
(Results aggregated on European Union level for the different sectors considered in the Directive (Draft version October 1993).

Annexe/Secteurs	Fiabilité des données	Emissions [kt/a]	Réduction d'émissions [kt/a]	Coûts totaux annuels [10 ⁶ ECU/a] n = 10 ⁽¹⁾ sans PGS ⁽²⁾	Coûts spécifiques moyens [ECU/kg non émis]
Imprimerie (III)	+	186-256	94-152	85-120	0,8-0,9
Traitement de surfaces (IV)	-	163-218	99-129	576-766	5,9-5,8
Fabrication de véhicules personnels (V)	+	127	90	515	5,7
Fabrication de cabines de camions et de camions (VI/VII)	-	30-60	30-35	450	12,8
Fabrication de bus et d'autocars (VIII)	-	4-8	4-5	74	16,5
Réparation automobile (IX)	+	100	89	Bénéfice	-
Prélaquage (X)	+/-	14-25	8-19	2-5	0,2-0,3
Revêtements sur métaux et plastiques (XI)	- à +/-	450	270	600	2,2
Revêtements sur bois (XII)	+	172	114	186	1,6
Revêtement sur textile, tissu, film et papier (XIII)	-	-	Estimation impossible		-
Nettoyage à sec (XIV)	+	55	33	47-61	1,4-1,8
Imprégnation du bois (XV)	+	22	12	24	2,0
Finition des cuirs (XVI)	-	42-57	27-34	41-66	1,5-1,9
Application d'adhésifs (XVII)	-	161	Estimation impossible		-
Fabrication des peintures, encres et vernis (XVIII)	+/-	63	27	6	2,2
Transformation du caoutchouc (XIX)	-	100	75	371	4,9
Extraction, raffinage des huiles et graisses (XX)	+/-	49	28	21	0,7
Fabrication produits pharmaceutiques (XXI)	-	60	51	77-127	1,5-2,0
Ennoblement textile (XXII)	-	1-4	1-3	22-78	22,0
TOTAL	-	1 800 - 2 000	1 050 - 1 170	3 000 - 3 500	2,8-3,0

(1) n : Durée d'amortissement.

(2) PGS : Plan de gestion des solvants.

nomique (chiffres d'affaire, coûts de production ou marges bénéficiaires, etc.) sont elles, moins facilement accessibles.

A l'échelle des secteurs, la fiabilité des résultats est essentiellement limitée par la qualité des données structurelles en particulier les distributions de taille des installations. Les annexes se rapportant à des activités principales dans des secteurs bien structurés telles que l'imprimerie (annexe III), le traitement du bois (annexe XII) ou le nettoyage à sec (XIV), sont généralement bien documentées. Celles correspondant plutôt à des activités secondaires comme par exemple le traitement des surfaces (annexe IV) ou l'application d'adhésifs (annexe XVI) ne sont souvent que partiellement documentées (-) ou totalement dépourvues d'informations statistiques (--).

L'application de la Directive permet une réduction des émissions de l'ordre de 1 050 à 1 170 kt/a, ce qui correspond à 55-58 % des émissions totales actuelles de l'Union Européenne. Les coûts totaux annuels associés se situent entre 3 et 3,5 milliards d'ECU (n = 10) ou entre 2,7 et 3 milliards d'ECU (n = 20). Le taux de réduction des émissions dans chaque pays membre et les impacts économiques associés sont cependant fortement dépendants du secteur d'activité, de la structure des secteurs et surtout des taux de pénétration des mesures et des technologies de réduction déterminés par les réglementations nationales.

Les coûts spécifiques sectoriels moyens varient entre 0,2 et 22,0 ECU/kg suivant le secteur. Une analyse des coûts au niveau des installations de référence montre que cette variation très impor-

tante des coûts spécifiques est davantage liée à la structure des secteurs (proportion de petites installations) qu'à leur nature. En effet, si on considère uniquement les petites installations, les coûts spécifiques pour les différents secteurs sont situés dans l'intervalle 3,2-29,0 ECU/kg.

On observe de manière générale une forte dégression des coûts spécifiques avec la taille des installations. C'est pourquoi une amélioration du rapport coût-bénéfice de la Directive peut être obtenue en relevant les seuils d'application de la Directive dans les secteurs constitués de nombreuses petites installations pour lesquelles l'impact micro-économique est souvent très important. Ainsi un relèvement des seuils d'application de 5 à 15 t/a dans l'annexe III (imprimerie), de 5 à 15 t/a dans l'annexe XII (traitement du bois), de 25 à 45 t/a dans l'annexe XV (imprégnation du bois), de 5 à 10 t/a dans l'annexe XVI (finition des cuirs) et de 10 à 50 t/a dans l'annexe XXI (fabrication de produits pharmaceutiques), permet d'exclure du champ d'application de la Directive les entreprises les plus sensibles et conduit à une diminution des coûts totaux d'application de la Directive de l'ordre de 4 % pour une augmentation des émissions de l'ordre de 3 %. Ces modifications ont été prises en compte dans la dernière version du projet.

6. Conclusions

La méthodologie développée dans le cadre de ce travail a permis une estimation cohérente des coûts des mesures de réduction de COV requises pour respecter les valeurs limites d'émission spécifiées dans le projet de Directive pour une grande variété de secteurs comprenant pour la plupart des installations très hétérogènes par leur taille et les procédés mis en œuvre. Conformément aux recommandations formulées dans notre étude [7], les seuils d'application, les délais de mise en conformité et les limites d'émissions ont été relevés dans plusieurs annexes du projet de Directive pour exclure de son champ d'application les installations pour lesquelles l'impact économique est particulièrement important et dont la contribution aux émissions totales est relativement faible.

Pour un secteur donné, les coûts spécifiques déterminés à l'échelle d'installations de référence présentent une forte dégression en fonction de la taille de ces installations et dépendent des procédés utilisés ainsi que des mesures de réduction déjà en place. C'est pourquoi une approche à l'échelle des installations, indispensable pour l'évaluation des impacts micro-économiques, constitue également une étape obligée pour une détermination fiable des coûts à un niveau d'agrégation plus élevé (secteurs, pays). Les mesures de réduction applicables aux différentes installations de référence, les niveaux de réduction des émissions et les coûts correspondants sont relativement bien documentés pour les techniques de trai-

tement des gaz. Pour les mesures de substitution et les modifications de procédé, une amélioration de la base de données est souhaitable. A l'échelle des pays et des secteurs, les principaux facteurs limitatifs dans l'évaluation des coûts agrégés sont la disponibilité et la qualité des données relatives à la structure des secteurs en particulier la distribution des tailles des installations.

La base de données établie dans le cadre de ce travail devra donc être développée, notamment pour permettre une meilleure description de la structure et la distribution des installations selon leur taille dans chaque pays de l'Union Européenne. Le taux de pénétration des mesures de réduction dans chaque pays ainsi que les coûts de mesures de réduction primaires sont aussi à documenter avec plus de détails. Une extension aux nouveaux pays membres (Suède, Finlande et Autriche) est également nécessaire.

La méthodologie et la base de données développées dans le cadre de cette étude constituent une étape importante dans l'élaboration de stratégies de réduction des émissions optimisées du point de vue des coûts où des valeurs cibles des niveaux de réduction dans un espace géographique donné (région, pays) sont atteintes à coût minimal par une sélection adéquate des mesures de réduction et des sources (installations de référence) auxquelles elles s'appliquent. En faisant varier le niveau cible, il est possible de déterminer des fonctions de coûts qui représentent le coût minimal des mesures en fonction du niveau de réduction à atteindre.

La détermination de telles fonctions de coûts pour les différents pays européens est en cours de réalisation et constitue un élément indispensable à l'élaboration par la Commission Economique pour l'Europe des Nations Unies (CEE-ONU) d'un protocole de réduction de la pollution photochimique suivant une nouvelle approche prenant explicitement en compte les effets sur les écosystèmes et les coûts des mesures de réduction des précurseurs COV et NO_x.

Remerciements

Ce travail a été réalisé dans le cadre d'un projet financé par la Direction Générale XI de la Commission Européenne. Nous remercions les nombreuses institutions, associations professionnelles, administrations, exploitants qui par leur collaboration, en particulier par la mise à disposition de données et de leur savoir d'experts, ont permis la réalisation de cette étude.

Mots-clés

Composés Organiques Volatils/Directive/Impact économique/Analyse micro-économique/Solvants/ Coût Annuel Total.

Bibliographie

- [1] LEROY O. L'Union Européenne face à la pollution atmosphérique, Impact Europe (eds), Kraainem, (1994).
- [2] WOLF M., ZIEROCK K. H. Emission reduction of volatile organic compounds : The draft proposal of the Commission of the European Communities with regard to emissions due to the use of organic solvents in certain processes and industrial installations, in : Non-CO₂ Greenhouse Gases, J. van Han et al. (eds.), Kluwer Academic Publishers, 493 - 498 (1994).
- [3] ZIEROCK K. H. Draft Final Proposal of July 1994 Explanatory Memorandum, Explanation of the purpose of the Council Directive on the limitation of the Emission of organic compounds due to the use of organic solvents in certain processes and industrial installations.
- [4] Draft Final Proposal of October 1993 for a Council Directive on the limitation of emissions of organic compounds due to the use of organic solvents in certain processes and industrial installations.
- [5] BOUSCAREN R., ALLEMAND N., DANG Q. C. Etude de l'impact économique de la Directive sur la limitation des émissions de solvants organiques en France, CITEPA, 1993.
- [6] DOBSON I. Economic Summary of March 1993 Draft Solvent Emissions Directive, Communication to the European Community, CEFIC, 1993.
- [7] HEIN J., KIPPELEN C., SCHULTMANN F., ZUNDEL T., RENTZ O. Assessment of the cost involved with the Commission's draft proposal for a Directive on the limitation of the organic solvent emissions from the industrial sectors, Final Report, EEC Contract B4-3040/93/001152/LP/A3, 1994.
- [8] GIDDINGS T.J., MARLOWE I.T. PASSANT N., RICHARDSON S.J. Practical implementation of solvent management plan, Final Report, EEC Contract B 91/BU-3041/10591, 1993.
- [9] ALLEMAND N. Control of emission of volatile organic compounds from printing industries, Final Report, EEC Contract B6611-37-89, 1990.
- [10] HESLINGA D. C. Emission reduction of volatile organic compounds in the metal cleaning and degreasing sector, Final Report, EEC Contract B 6611/37/89, 1990.
- [11] MACDONALD E. F., MARLOWE I. T., WOODFIELD M. J. Control of emissions of volatile organic compounds from the large scale varnishing of car bodies, Final Report, EEC Contract B6611/89/56, 1990.
- [12] GIDDINGS T. J., MARLOWE I. T., RICHARDSON S. J., MACDONALD E. F., OKEKE O. Reduction of volatile organic compounds emissions from industrial coating of metallic surfaces using carbon based materials, Final Report, EEC Contract B6611/90/005746/00, 1991.
- [13] GIDDINGS T.J., MARLOWE I.T., RICHARDSON S. I. Reduction of volatile organic compounds emissions from industrial coating and impregnation of wooden, Final Report, EEC Contract B6611/90/005745/00, 1991.
- [14] JOURDAN M., RENTZ O. Reduction of volatile organic compounds from drycleaning facilities, Final Report, EEC-Contract B6611/90/005747/00, 1991.
- [15] HESLINGA D. C. Emission limits of volatile organic compounds in the industrial use of glues and adhesives, Final Report, EEC Contract 92-300/112326-23265, 1992.
- [16] ALLEMAND N. Emission of VOC in the food industry, Final Report, EEC Contract B4 3040/015423/92, 1993.
- [17] VOC TASK FORCE. Emissions of Volatile Organic Compounds from Stationary Sources and Possibilities of their Control, M. Jourdan, O. Rentz, C. Röhl, C. Schneider, C. Elichegaray, R. Stroebel, J. P. Vidal, M. J. Brunn, Final Report, Umweltbundesamt (eds.), 1990.
- [18] RENTZ O., HOLTMANN T., OERTEL D., RÖLL C. Konzeption zur Minderung der VOC-Emissionen in Baden-Württemberg, Umweltministerium Baden-Württemberg (eds), Volume 21, 1993.
- [19] RENTZ O., RÖLL C., HOLTMANN T., OERTEL D., HEIN J., KARL U. Minderung des VOC-Emissionen in der Bundesrepublik Deutschland, Umweltbundesamt (eds.), 1993.
- [20] FIPEC. Fédérations des industries de peintures vernis couleurs, Décision environnement, Hors série Pollutec, 1994.
- [21] LEISEWITZ A., SCHWARZ W. Sind Lösemittel-Reiniger noch zeigemäss ? KW und KWL im Umwelt und Kostenvergleich, Praxis-Forum, 1994.
- [22] LEISEWITZ A., SCHWARZ W. Vergleich von KW- und wäßrigen Reinigungssystemen, Stoffströme, Abfälle, Energieverbrauch, Clean'93, 1993.
- [23] WASSENAAR M.R. Maetis Consultancy BV, Netherlands, 1994 (Communication personnelle).