

L'analyse des composés organiques volatils (COV) et leur réglementation dans les produits cosmétiques

Marie-Hélène PARIS

Les composés organiques volatils (COV), couramment utilisés dans l'industrie en tant que solvants, sont en grande majorité des polluants. Aussi est-il important de pouvoir les quantifier et les identifier de manière fiable. A cet effet, il existe une série de techniques permettant de réaliser leur échantillonnage et leur analyse. Les COV font par ailleurs l'objet d'une réglementation dans certains pays visant à limiter leur utilisation. Dans le secteur des cosmétiques seuls quelques produits sont concernés mais la tendance semble aller vers un durcissement de la réglementation.

DESCRIPTEURS : composés organiques volatils – COV – analyse – techniques d'analyse – réglementation – cosmétiques.

Analysis of volatile organic compounds (VOC) and their regulation in cosmetic products

Volatile organic compounds (VOC), usually used in industry as solvents, are in most cases pollutants. This is why it is essential to quantify and analyse these compounds accurately. There are a series of techniques that enable these compounds to be sample and analyse. Moreover VOC are regulated in some countries in order to limit their use. This only concerns a few products in the cosmetics sector but regulation are becoming more stringent.

KEYWORDS : volatile organic compounds – VOC – analysis – analysis techniques – regulation – cosmetics

Je remercie Monsieur Jean-François PHAM dont les précieux conseils m'ont beaucoup aidée.

Je remercie Madame Nathalie FROUSSART et Monsieur Hervé STROBEL de leur assistance et de leur regard critique sur mon travail.

Merci également à Monsieur Ronan COZIC de m'avoir fait profiter de ses connaissances sur les COV.

SOMMAIRE

SOMMAIRE	4
METHODOLOGIE	7
1. CONTEXTE DE L'ÉTUDE	7
2. MISE AU POINT DE LA STRATÉGIE DE RECHERCHE	8
2.1. <i>Etude du sujet</i>	8
2.2. <i>Délimitation du sujet</i>	9
2.3. <i>Choix des descripteurs</i>	10
2.4. <i>Mise en place des équations de recherches</i>	12
3. RECHERCHE MULTIBASES SUR DIALOG	19
3.1. <i>Partie ANALYSE</i>	20
3.1.1 Choix des bases de données	20
3.1.2 Résultats	21
3.2. <i>Partie REGLEMENTATION</i>	23
3.2.1 Choix des bases de données	23
3.2.2 Résultats	24
4. RECHERCHE SUR CAMBRIDGE SCIENTIFIC ABSTRACTS (CSA).....	25
5. RECHERCHE SUR SCIENCE DIRECT	26
6. LES CDROMS	27
7. RECHERCHE SUR INTERNET.....	28
7.1. <i>Le catalogue en ligne du SUDOC</i>	28
7.2. <i>Les moteurs de recherche et les annuaires généralistes</i>	29
7.2.1 Les moteurs de recherche.....	29
7.2.2 les annuaires	29
7.3. <i>Les sites fédérateurs</i>	30
7.3.1 Sites spécialisés en Droit	30
7.3.2 Sites spécialisés dans le secteurs des cosmétiques et de l'agroalimentaire	30

7.4.	<i>Les sites et moteurs de recherche spécialisés dans la chimie</i>	32
8.	ESTIMATION DES COÛTS ET DU TEMPS	33
SYNTHESE		35
1.	UNE DÉFINITION DES COV	36
2.	L'ANALYSE DES COV.....	37
2.1.	<i>L'échantillonnage</i>	37
2.1.1	Les techniques de capture	37
2.1.2	Les techniques de concentrations	38
2.1.2.1	L'espace de tête	38
2.1.2.2	Le système cryogénique.....	38
2.1.2.3	Les adsorbants	39
2.1.2.4	La micro extraction en phase solide (SPME).....	39
2.1.2.5	La pervaporation.....	39
2.1.2.6	L'extraction/distillation	40
2.2.	<i>L'analyse qualitative et/ou quantitative</i>	40
2.2.1	Couplage GC – techniques de détection.....	40
2.2.1.1	La séparation	40
2.2.1.2	La détection	40
2.2.2	Les techniques non couplées à la GC	42
2.2.2.1	Méthodes spectroscopiques	42
2.2.2.2	Méthodes électrochimiques.....	42
2.2.2.3	Membrane Introduction Mass Spectrometry (MIMS)	42
2.3.	<i>Bilan et perspectives</i>	43
3.	UNE RÉGLEMENTATION APPLIQUÉE AUX PRODUITS COSMÉTIQUES	44
3.1.	<i>Etats-Unis</i>	44
3.2.	<i>Canada</i>	46
3.3.	<i>Europe</i>	46
3.4.	<i>Suisse</i>	47
3.5.	<i>Associations professionnelles de cosmétiques et parfums et organismes institutionnels</i>	47
4.	CONCLUSION.....	48

BIBLIOGRAPHIE	49
1. GENERALITES SUR LES COV	49
2. ANALYSE.....	50
2.1. <i>L'échantillonnage</i>	50
2.1.1 Les techniques de capture.....	50
2.1.2 L'espace de tête.....	50
2.1.3 Les adsorbants.....	52
2.1.4 La micro extraction en phase solide (SPME).....	52
2.1.5 La pervaporation.....	53
2.1.6 L'extraction/distillation	55
2.2. <i>L'analyse qualitative et/ou quantitative</i>	55
2.2.1 Couplage GC – techniques de détection.....	55
2.2.2 Les techniques non couplées à la GC	57
3. REGLEMENTATION	60
3.1. <i>Etats-Unis</i>	60
3.2. <i>Canada</i>	62
3.3. <i>Europe</i>	62
3.4. <i>Suisse</i>	63
3.5. <i>Associations professionnelles</i>	63

METHODOLOGIE

1. Contexte de l'étude

Le sujet de cette recherche bibliographique porte sur les composés organiques volatils, couramment appelés COV et plus précisément sur les techniques utilisées pour leur analyse d'une part et sur la réglementation dont ils font l'objet dans le domaine des cosmétiques d'autre part.

Ce travail a été commandité par M. Jean-François PHAM, Responsable de la Documentation et de la Veille au sein de la société COLETICA. Il s'inscrit dans le cadre d'un projet de recherche sur l'analyse des COV dans les matières premières cosmétiques, mené à COLETICA par M. Hervé STROBEL, destinataire final de ce travail.

COLETICA est une entreprise spécialisée dans la fabrication de principes actifs et dans les technologies destinées à la cosmétique. COLETICA se positionne ainsi en amont de la conception de produits finis cosmétiques.

Les composés organiques volatils sont une famille de composés possédant au moins un atome de carbone et qui se volatilisent facilement. Leur volatilité fait qu'ils sont souvent utilisés dans l'industrie en tant que solvants. Ils entrent notamment dans le processus de fabrication des produits cosmétiques.

Bien qu'étant communément employés, une grande majorité de ces composés n'en demeurent pas moins des polluants, aux effets souvent toxiques pour l'organisme. Aussi font-ils très souvent l'objet d'une surveillance, d'autant plus renforcée que le législateur a émis des textes visant à réduire leur utilisation.

2. Mise au point de la stratégie de recherche

2.1. Etude du sujet

A l'origine le sujet proposé par M. PHAM était énoncé en ces termes :

« Analyse des composés organiques volatils (COV) dans les matières premières cosmétiques ».

L'intitulé était par ailleurs accompagné d'une description : « Définition des COV, liste des COV, législation dans le monde, procédures analytiques d'identification et de quantification des COV. »

Mon premier réflexe avant de rencontrer M. PHAM, a été de me renseigner sur la définition des COV et d'évaluer la quantité d'informations existantes sur le sujet.

Bien qu'étant de formation scientifique, mes connaissances dans ce domaine étaient plutôt limitées.

J'ai donc effectué une première recherche avec le moteur de recherche Google, qui m'a permis de me rendre compte de l'enjeu qu'impliquaient les COV pour l'environnement et la santé.

Je me suis ensuite rendue à la bibliothèque de l'Université Claude Bernard Lyon 1 où j'ai trouvé un livre très complet sur les COV :

RAFSON H.J. *Odor and VOC control handbook*. New York : McGraw-Hill, 1998, 800 p.

Ce livre m'a fourni un panorama de la chimie des composés organiques volatils.

Par ailleurs la bibliothèque offrant l'accès à plusieurs bases de données dans le domaine de la chimie, j'ai réalisé une recherche sur la base Pascal (cf. présentation de la base en annexe). J'ai ainsi pu me rendre compte que le sujet était vaste, mais appliqué au secteur des cosmétiques, le champ d'investigation s'en trouvait considérablement réduit.

Pour m'aider dans l'organisation de ma recherche, j'ai également consulté les sites d'orientation suivants :

Sapristi !, Sentiers d'Accès et Pistes de Recherche d'Informations
Scientifiques et Techniques sur l'Internet !

<http://csidoc.insa-lyon.fr/sapristi/digest.html>

Portail réalisé par le centre de documentation de l'INSA.

CERISE, Conseils aux Etudiants pour une Recherche d'Information
Spécialisée Efficace

<http://www.ccr.jussieu.fr/urfist/cerise/>

L'Unité Régionale de Formation et de promotion pour l'Information
Scientifique et Technique (URFIST) de Lyon

<http://urfist.univ-lyon1.fr/>

Ce site propose entre autre des conseils pour la recherche d'information sur Internet, des bases de données gratuites et des données sur les composés chimiques.

2.2. Délimitation du sujet

Ma première rencontre avec M. PHAM m'a permis de mieux appréhender le sujet de cette recherche et les attentes de la Société COLETICA.

La recherche porte sur deux aspects qui seront abordés séparément :

Les techniques d'analyse des COV

Cette partie sera nommée « partie ANALYSE ».

L'objectif est de faire un inventaire des techniques d'analyses des COV. Ce travail ne peut se limiter au domaine des cosmétiques : en effet l'analyse des COV peut se pratiquer dans n'importe quel secteur d'activité. Aussi une limitation du sujet au domaine des cosmétiques n'aurait-elle pas été judicieuse et nous aurait fait passer à côté de nombreuses réponses pertinentes.

La notion « d'inventaire » oblige à viser très large et sollicite de nombreuses références.

A terme ce travail doit permettre de repérer des techniques qui puissent être transposées aux travaux de recherches menés par COLETICA.

La réglementation appliquée aux COV dans les produits cosmétiques

Cette partie sera nommée « partie REGLEMENTATION ».

L'objectif est de chercher s'il existe une réglementation concernant les COV dans les produits cosmétiques. En effet l'utilisation des COV, produits toxiques et polluants est devenue une préoccupation pour le grand public et le législateur. Les COV font déjà l'objet, notamment en Europe, d'une réglementation visant à réduire leur utilisation dans certaines industries polluantes comme les industries de peintures et de revêtements. Les industries cosmétiques, consommant moins de COV, ne sont pas considérées comme des industries polluantes et ne sont donc pas concernées par cette réglementation. Pourtant les produits cosmétiques sont directement en contact avec le consommateur et intéressent le grand public. Aussi il est important de savoir si le secteur est déjà concerné par une limitation dans certains pays ou s'il est en passe de l'être. La finalité de cette recherche est de permettre aux chercheurs de COLETICA d'anticiper une éventuelle réglementation spécifique au secteur cosmétique qui obligerait à réaliser une re-formulation des produits, généralement longue et coûteuse. Le secteur des cosmétiques est proche, par sa consommation en COV, des secteurs pharmaceutiques et surtout alimentaires. Aussi la recherche sera élargie à ces deux secteurs.

2.3. Choix des descripteurs

L'étape suivante est une étape clé de ce type de travail . Elle consiste à déterminer le vocabulaire et les équations de recherche à utiliser et à mettre en place des limites, si nécessaire, tout en respectant les objectifs à atteindre.

Pour établir une première liste de descripteurs j'ai eu recours à quelques articles traitant de l'analyse des COV, à l'ouvrage « *Odor and VOC control handbook* » et à l'encyclopédie « *Les sciences de l'ingénieur* ». Il s'agit d'une encyclopédie électronique qui contient des informations dans tous les domaines de l'ingénierie et notamment dans le domaine de la chimie. Cette encyclopédie est consultable à la bibliothèque de l'Université Claude Bernard Lyon 1. J'ai également utilisé le Grand Dictionnaire Terminologique en ligne à l'adresse www.granddictionnaire.com, élaboré par l'Office de la langue française au Québec.

Etant de formation scientifique, j'ai pu faire appel à mon réseau de connaissances. J'ai ainsi eu un entretien avec M. Ronan COZIC, étudiant-chercheur travaillant sur l'analyse des COV. Cet entretien m'a permis d'éclaircir certains points concernant les techniques d'analyses et d'augmenter l'éventail des descripteurs.

Pour tester ces descripteurs et mettre en place mes équations de recherche, j'ai consulté la base de donnée Chemical Abstracts.

Il s'agit d'une base de référence dans le domaine de la chimie (cf. présentation en annexe). Cette base de données est accessible à l'Université Claude Bernard Lyon 1 via l'interface graphique SciFinder. Cette interface permet de faire une recherche par sujet, par auteur, par substance ou par réaction. Elle permet d'étudier les résultats d'une recherche selon plusieurs critères : la langue, les années de publication, le type de document, les termes d'indexation, le Register Number (RN) ou numéro CAS (numéro unique attribué par le Chemical Abstract et utilisé par l'ensemble du milieu scientifique), ...

Les caractéristiques principales des résultats pour une recherche sur l'analyse des COV sont les suivantes :

- La langue principalement adoptée est l'anglais, ce qui n'a rien de surprenant. Les langues suivantes sont le japonais, puis l'allemand. Le français se trouve en septième position.
- Au niveau des années de publication, le nombre de références devient conséquent dès 1997

- Les documents sont très souvent indexés sous le terme « chromatographie en phase gazeuse »
- Faire une recherche à l'aide du numéro CAS ne semble pas adapté car les COV constituent une famille très large et difficile à délimiter.
- De nombreuses références se rapportent aux industries de peinture et revêtement.

2.4. Mise en place des équations de recherches

J'ai rencontré une nouvelle fois le commanditaire. Cet entretien s'est déroulé en présence de M. Hervé STROBEL et Mme Nathalie FROUSSART, Chargée des Affaires Réglementaires.

Il était essentiel que M. STROBEL, à qui cette étude est destinée, soit présent à cette étape du travail, pour pouvoir valider les équations de recherche et les limites du sujet.

Mme FROUSSART nous a donné des conseils pour la partie réglementation.

Les résultats de mes recherches préliminaires et de cet entretien ont donc été les suivants :

Il a été décidé de faire cette recherche en utilisant des termes anglais uniquement, puisque les sources à interroger sont pour la plupart anglophones. Pour les sources en français (notamment sur Internet) les termes seront traduits en français.

Les équations de recherche présentées ci-dessous seront appliquées, lorsque cela est possible, sur les champs titres et descripteurs.

Le symbole « * » correspond à une troncature, qui sera représentée différemment en fonction de la source interrogée.

Sélection de références sur les composés organiques volatils

De nombreux synonymes sont utilisés dans la littérature pour désigner le concept de composés organiques volatils. Le terme « volatile » permet de les englober tous. Le terme “solvant(s)” ne sera pas utilisé bien que les COV soient souvent assimilés à des solvants. En effet ce terme engendre du bruit en particulier pour la partie réglementation, où les industries grandes utilisatrices de solvants, comme les industries de peintures et revêtements et qui sont trop éloignées du secteur des cosmétiques, sont fortement réglementées.

Descripteurs	Termes visés
Volatile	Volatile organic compound(s) Volatile organic chemical(s) Volatile organic substance(s)
VOC*	VOC(s)
Organic emission*	Organic emission(s)

Equation A :

volatile ou voc* ou organic emission*

cette équation sera associée aux deux parties de la recherche.

Partie ANALYSE

Les limites seront :

- dates : de 1997 à nos jours
- langues : anglaise/française
- type de documents : tous sauf les brevets

Sélection de références sur les techniques d'analyses

Le terme « analysis » seul, « identification(s) » et « measurement (s) » ne seront pas employés car mes essais avec ces termes ont entraîné un bruit important.

Mots clés	Termes visés
Anal* method*	Analytical/analysis/analytic method(s)
Anal* technique*	Analytical/analysis/analytic technique(s)
Anal* procedure*	Analytical/analysis/analytic procedure(s)
Trace anal*	Trace analytical/analysis/analytic
Gas anal*	Trace analytical/analysis/analytic
Food anal*	Food analytical/analysis/analytic

Equation B :

anal* method* ou anal* technique* ou anal* procedure ou trace anal* ou gas anal* ou food anal*

Cette équation de recherche donne beaucoup de résultats. Aussi a-t-il été décidé d'exclure les documents traitant de la chromatographie en phase gazeuse. En effet cette technique est couramment utilisée pour séparer les COV au cours du processus analytique. Or M. STROBEL possède déjà une importante bibliographie sur ce sujet. Exclure les documents traitant de ce sujet permettra de réduire le nombre de réponses obtenues par cette équation et de se concentrer sur les autres techniques utilisées pour l'analyse des COV.

Mots clés	Termes visés
Chromatography	Gaz chromatography
GC	GC

Equation C :

chromatography ou GC

Sélection de références sur des techniques d'analyses identifiées

Certaines techniques bien identifiées intéressaient plus particulièrement M. STROBEL. Aussi avons-nous décidé de rajouter une équation avec les termes les désignant.

Mots clés	Termes visés
Sampling technique(s)	Sampling technique(s)
GC sniffing	GC sniffing
Titration(s)	Titration(s)
Organic vapor analyser(s)	Organic vapor analyser(s)
Monitor(s)	Monitor(s)
Pervaporation	Pervaporation

Equation D :

**Sampling technique* ou GC sniffing or titration* ou organic vapor analyser*
ou monitor* ou pervaporation**

Les équations seront agencées de la façon suivante :

REQUETE « ANALYSE » :

[(Equation A + Equation B) - Equation C] <u>ou</u> (Equation A + Equation D)

Partie REGLEMENTATION

Les limites seront :

- langues : anglaise/française
- seulement 4 régions du globe seront prises en considération :

l'Europe, la Suisse, les Etats-Unis, le Canada.

Ce choix s'est imposé de lui-même pour deux raisons : les documents dans des langues autres que l'anglais ou le français ne pourront être compris. Les bases de données concernant la réglementation touchent en priorité ces régions.

Sélection de références sur la réglementation

Le terme « law(s) » ne sera pas utilisé car il provoque du bruit, en particulier sur les bases qui ne sont pas spécifiquement allouées à la réglementation. En effet « laws » peut désigner une loi physique en science.

Mots clés	Termes visés
Regulation*	Regulation(s)
Legislation*	Legislation(s)
Legal aspect*	Legal aspect(s)
Legal	
Rule*	Rule(s)

Equation E :

regulation* ou legislation* ou legal aspect* ou legal ou rule*

Sélection de documents sur les matières premières, les produits de consommation et les secteurs industriels cosmétiques, agroalimentaires et pharmaceutiques

Mots clés	Termes visés
Cosmetic*	Cosmetic(s) Cosmetic product(s) Cosmetic industry Cosmetically
Cosmetology	Cosmetology
Food*	Food(s) Food processing Food processing industry Food ingredient(s) Foodstuff Food product(s)
Pharmaceutic*	Pharmaceutical Pharmaceutical product(s)

	Pharmaceutical industry Pharmaceutical company Pharmaceutical chemistry Pharmaceutical chemical(s) Pharmaceutically Pharmaceutic(s)
Raw material*	Raw material(s)
Consumer product*	Consumer product(s)

Equation F :

cosmetic* ou cosmetology ou food* ou pharmaceutic* ou raw material* ou consumer product*

REQUETE « REGLEMENTATION »

Les équations seront agencées de la façon suivante :

Equation A + Equation E + Equation F

Remarques sur la stratégie de recherche

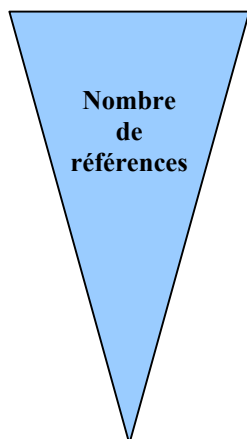
La requête de la partie ANALYSE est source de nombreux résultats, ce qui est voulu puisque le but de cette recherche est de faire un état des lieux des techniques d'analyses sur les COV. Il n'était donc pas judicieux de restreindre davantage, ce qui nous aurait fait passer à côté de réponses certainement pertinentes.

Seuls les titres des références ont été visualisés. En effet de cette manière on obtient un panorama sur l'ensemble des techniques d'analyse des COV. De plus le format « titre » permet une évaluation rapide de la pertinence des résultats et est obtenu à moindre coût.

M. STROBEL a ensuite sélectionné les références qui l'intéressaient le plus compte tenu des recherches menées par COLETICA. Ces références constituent la bibliographie de ce rapport pour la partie ANALYSE.

Le choix de M. STROBEL a reposé sur une double stratégie : sélectionner à la fois les références les plus représentatives d'une technique et sélectionner les techniques pouvant s'appliquer aux travaux de recherche de COLETICA. Ce genre de sélection ne peut être réalisé qu'en interne, par le chercheur lui-même.

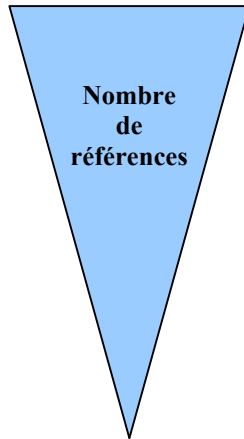
Pour résumer, nous avons donc distingué trois niveaux en ce qui concerne les résultats de cette partie :



- ▶ Ensemble des références données par la requête
- ▶ Références jugées pertinentes d'après les titres → vu d'ensemble sur les techniques d'analyse
- ▶ Références sélectionnées par le spécialiste au regard de son travail de recherche → liste bibliographique

Notre recherche a été réalisée sur les champs TITRE et DESCRIPTEUR. Vu que l'évaluation de la pertinence n'a été faite que sur les titres pour la partie analytique, il aurait peut-être été plus simple de faire une recherche sur le champ TITRE uniquement. Toutefois nous avons décidé de conserver notre stratégie car les termes utilisés pour sélectionner les documents, comme « analysis techniques » ou « gas analysis » sont rarement formulés dans le titre, mais apparaissent très souvent en descripteurs. Dans le titre apparaît généralement le terme scientifique de la technique utilisée.

Pour la partie REGLEMENTATION nous nous trouvons dans une situation traditionnelle :



- ▶ Ensemble des références données par une requête
- ▶ Références jugées pertinentes d'après les titres et éventuellement les résumés → liste bibliographique

Les stratégies de recherche présentées ici ont été suivies tout au long de ce travail. Néanmoins les requêtes ont été adaptées en fonction de la source interrogée et de ses modalités de recherches : opérateurs booléens ou de proximité, possibilité de limitation à certains champs, possibilité de restriction en fonction du type de document ou de la date...

Des requêtes, sur certaines bases de données et plus spécialement sur Internet, offrant moins de possibilités de recherche, ont été d'une manière générale simplifiées.

L'ensemble des références obtenues au cours de cette recherche a été géré grâce au logiciel ENDNOTE.

3. Recherche multibases sur Dialog

Dialog est un serveur regroupant plus de 450 bases de données couvrant les domaines de l'économie (environ 200 bases), les sciences humaines et sociales, les sciences juridiques, et les sciences et techniques (environ 200 bases).

J'ai interrogé Dialog classic à l'adresse : <http://www.dialogclassic.com>.

Les équations de recherche ont été rédigées avant de passer en ligne.

Pour sélectionner les bases de données à interroger, j'ai eu recours au Dialindex.

Le Dialindex permet de sélectionner les bases répondant le mieux à une question posée. J'ai choisi parmi les catégories proposées, celles qui me paraissaient le plus adaptées au sujet, pour la partie ANALYSE d'une part, et la partie REGLEMENTATION d'autre part.

3.1. Partie ANALYSE

3.1.1 Choix des bases de données

J'ai choisi la « super catégorie » [ALLCHEM] et j'ai procédé à la requête :

(volatile? ? or voc? ?)

Puis en fonction du classement des bases lié au nombre de résultats et compte tenu des indications données par les bluesheets (fiches descriptives des bases) pour chaque base de données, nous avons sélectionné avec mon commanditaire 9 bases de données. Le numéro entre parenthèses indique le numéro attribué à la base par le serveur Dialog :

- Analytical Abstract (305)
- Biosis previews (5)
- CAB Abstract (50)
- Chemical Abstracts (399)
- EI Compendex (8)
- Inside Conferences (65)
- NTIS (6)
- Pascal (144)
- SciSearch (34)

Une présentation des bases de données sélectionnées se trouve en annexe. Les informations ont été obtenues à partir des bluesheets disponibles à l'adresse <http://library.dialog.com/bluesheets>

Nous avons choisi de ne pas interroger les bases sur les brevets puisque nous avons décidé de ne pas considérer ce type de documents. Nous avons également mis de côté les bases spécialisées dans l'environnement et dans l'industrie des revêtements et plastiques.

La base Embase qui était proposée parmi les premiers résultats donnés par le Dialinex a été interrogée ultérieurement via l'interface de recherche Science Direct.

3.1.2 Résultats

Toutes ces bases de données présentent les champs titre (TI), descripteur (DE), date (PY) et langue (LA).

J'ai donc procédé à une interrogation multibases, dont voici les résultats :

N°	REQUETES	NB DE REPONSES
S1	(VOLATILE OR VOC? ? OR ORGANIC (W) EMISSION? ?)/DE, TI	136 650
S2	ANAL? (W) METHOD? ? OR ANAL? (W) TECHNIQUE? ? OR ANAL? (W) PROCEDURE? ? OR TRACE (W) ANAL? OR GAS (W) ANAL? OR FOOD (W) ANAL?)/DE, TI	780 114
S3	(CHROMATOGRAPHY OR GC)/DE, TI	1 049 064
S4	(S1 and S2) not S3	2 942
S5	(SAMPLING (W) TECHNIQUE? ? OR GC (W) SNIFFING OR TITRATION? ? OR ORGANIC (W) VAPOR (W) ANALYZER? ? OR MONITOR? ? OR PERVAPORATION? ?)/DE, TI	133 409
S6	S1 and S5	976
S7	S4 or S6	3 856
S8	S7 and LA=ENGLISH	3 196
S9	S7 and LA=FRENCH	93
S10	S8 or S9	3 284
S11	S10 and PY=>1997	1 780
S12	RD	1 298
S13	S12/NPT FROM 399	345

Le nombre de références obtenues est comme prévu très important. Cependant il permet de d'avoir une vue d'ensemble sur les techniques d'analyse des COV. Seuls les titres ont été visualisés et les taux de pertinence ont été évalués pour chaque base (avant suppression des doublons). M. STROBEL a ensuite sélectionné parmi ces titres les références qui lui semblaient les plus intéressantes. Les résumés de certaines références ont été consultés lorsque les titres n'étaient pas suffisamment parlants. Au total 78 références ont été choisies.

	Pourcentage de pertinence	Nombre de références sélectionnées
Analytical Abstracts (305)	83 %	2
SciSearch (34)	79 %	9
Inside Conferences (65)	75 %	2
Ei Compendex (8)	70 %	0
Chemical Abstracts (399)	69 %	17
Pascal (144)	64 %	20
CAB Abstract (50)	58 %	7
Biosis Previews (5)	49 %	21
NTIS (6)	46 %	0

Il est bien évident que le niveau de pertinence ainsi calculé est à considérer avec précaution : en effet certains titres peu parlants n'ont pas été jugés pertinents alors que peut-être le sujet traité l'était.

La plupart des références non pertinentes ont pour objet, les moyens de traitement des COV dans l'environnement.

On peut voir ici, que le choix des références intéressant plus particulièrement M. STROBEL n'est pas lié au pourcentage de pertinence par base.

3.2. Partie REGLEMENTATION

3.2.1 Choix des bases de données

J'ai choisi la « super catégorie » [ALLSCIENCE]. Ce choix a été fait après une étude des différentes catégories proposées par le Dialindex, des bases qu'elles contiennent et quelques essais. La difficulté pour le choix des bases à interroger est que la partie « REGLEMENTATION » relève à la fois du domaine scientifique puisque les COV sont des composés chimiques et du domaine juridique. La catégorie [CHEMREGS] étant assez restreinte, j'ai préféré interroger la super catégorie [ALLSCIENCE] qui englobait davantage de bases susceptibles d'être intéressantes.

La requête a été :

[volatile? ? and (regulation ? ? or legislation ? ?)]

Le sigle VOC n'a pas été employé cette fois-ci, de crainte qu'il ne soit mal interprété dans un domaine autre que celui des sciences.

De la même façon, nous avons sélectionné les bases de données en fonction de leur position dans le classement, des caractéristiques des bases et de notre cadre d'étude.

Nous avons ainsi sélectionné 7 bases, éliminant celles qui étaient trop éloignées des secteurs des cosmétiques, agroalimentaires ou pharmaceutiques (cf. présentation des bases en annexe) :

- Gale Group Trade & Industry (148)
- Federal Register (180)
- Gale Group Prompt (16)
- Wilson Business Abstracts Full Text (553)
- BioBusiness (285)
- Pascal (114)
- Chemical Safety NewsBase (317)

3.2.2 Résultats

N°	REQUETES	NB DE REPONSES
S1	(VOLATILE OR VOC? ? OR ORGANIC (W) EMISSION? ?)/DE, TI	38 518
S2	(REGULATION? ? OR LEGISLATION? ? OR LEGAL (W) ASPECT? ? OR LEGAL? OR RULE? ?)/DE, TI	1 561 042
S3	(COSMETIC? OR FOOD? OR PHARMACEUTIC? OR RAW (W) MATERIAL? ? OR CONSUMER (W) PRODUCT? ?)/DE, TI	1 615 043
S4	S1 and S2 and S3	147
S5	S4 and LA=ENGLISH	140
S6	S4 and LA=FRENCH	3
S7	S5 or S6	143
S8	RD	129

La base 180 qui ne présente pas de champ descripteur (DE), ni langue (LA), a été interrogée séparément sur les champs titre (TI) et résumé (SU).

N°	REQUETES	NB DE REPONSES
S1	(VOLATILE OR VOC? ? OR ORGANIC (W) EMISSION? ?)/SU, TI	2 340
S2	(REGULATION? ? OR LEGISLATION? ? OR LEGAL (W) ASPECT? ? OR LEGAL? OR RULE? ?)/DE, TI	147 387
S3	(COSMETIC? OR FOOD? OR PHARMACEUTIC? OR RAW (W) MATERIAL? ? OR CONSUMER (W) PRODUCT? ?)/DE, TI	20 011
S4	S1 and S2 and S3	57

Après suppressions des doublons, on obtient les résultats suivants :

Bases de données	Pourcentage de pertinence	Nb références pertinentes
Wilson Business Abstracts Full Text (553)	67 %	2
Chemical Safety NewsBase (317)	50 %	1
Gale Group Prompt (16)	50 %	3
Gale Group Trade & Industry (148)	46 %	13
BioBusiness (285)	26 %	19
Pascal (144)	26 %	5
Federal Register (180)	5 %	2

Soit un total de 44 références.

Les taux de pertinences pour la partie réglementation sont assez bas. Ceci s'explique par le fait que nous avons choisi de privilégier le bruit. En effet dès le départ nous avons décidé de cibler large, de peur de ne pas avoir de résultats, car nous savions que le secteur des cosmétiques, qui n'est pas considéré « comme polluant », n'est pas le principal visé par la réglementation des COV. C'est pourquoi nous avons élargi la recherche aux secteurs agroalimentaires et pharmaceutiques. Le choix de cette stratégie est justifié.

Toutefois, l'élargissement aux secteurs pharmaceutiques et agroalimentaires n'a pas apporté les résultats escomptés, car au vu des références obtenues, on s'est rendu compte que la réglementation des COV dans ces secteurs ne peut pas d'une manière générale s'appliquer à celui des cosmétiques et plus particulièrement à l'activité de COLETICA : en effet, soit les COV visés par ces réglementations ne sont pas utilisés par COLETICA, soit ils ne sont pas employés de la même façon, en terme de quantité et formulation.

Ainsi les termes « food* » et « pharmaceutic* » ont ramené respectivement 2 et 4 références pertinentes.

Les résultats de cette recherche sont tout de même satisfaisants. En effet ils donnent une réponse sur la situation des cosmétiques vis-à-vis de la réglementation à l'égard des COV.

4. Recherche sur Cambridge Scientific Abstracts (CSA)

CSA est un producteur et éditeur de bases de données bibliographiques sur Internet disponibles sur abonnement à l'adresse www.csa.com. Ce service regroupe 80 bases de données dans les sciences exactes (matériaux, environnement, sciences de la vie, de l'eau) et les sciences humaines. L'interface permet de nombreuses fonctionnalités : interrogation multibases, recherches simple et avancée, historique des recherches... Elle existe en anglais, français, espagnol, coréen et japonais.

L'interrogation des bases de données peut se faire entre autres sur les champs titre, sur les mots clés ou descripteurs lorsque la base de donnée présente un thésaurus. J'ai sélectionné les bases de données en fonction de leur domaine de spécialisation et de leur fonctionnalité d'interrogation en privilégiant celles qui présentent un thésaurus.

Seules les bases adaptées à la partie ANALYSE ont été interrogées (cf. présentation en annexe).

L'interrogation pour la partie « ANALYSE » selon notre stratégie de recherche a permis d'ajouter de nouvelles références à la bibliographie.

Les résultats après suppression des doublons sont les suivants :

Bases de données	Pourcentage de pertinence	Nombre de références sélectionnées
International pharmaceutical abstracts	62 %	2
Aqualine	40 %	4
Biological Science	27 %	8
Toxline	20 %	2
Ante	15 %	2

18 nouvelles références parmi les références pertinentes, ont donc été ajoutées à la bibliographie.

5. Recherche sur Science Direct

J'ai choisi d'interroger la base de donnée Embase via Science Direct à la bibliothèque de l'Université Claude Bernard Lyon 1 pour deux raisons :

- me familiariser avec l'interface de Science Direct
- faire une interrogation en utilisant le thésaurus associé la base

Science Direct permet un accès : au texte intégral de 1 200 périodiques édités par Elsevier depuis 2000 et aux sommaires et résumés d'éditeurs associés.

Sciences Direct, est consultable en accès réservé à l'adresse <http://www.sciencedirect.com>

Cf. présentation de la base EMBASE en annexe.

La notion de « composé organique volatil » est traduite par « volatile organic compound » dans le thésaurus.

La notion d'« analyse » est traduite par « analysis » et peut être affinée par différents termes proposés par la structure en arborescence : parmi les descripteurs proposés se trouvent par exemple : « chromatography », « separation technique », « gas analysis », « thermal analysis », « food analysis »,...

J'ai croisé le descripteur volatile organic compound avec certains descripteurs relatifs à l'analyse qui me semblaient intéressants, en excluant les références indexées sous le descripteur chromatography.

142 références ont été obtenues. 98 références ont été jugées pertinentes d'après le titre. Après suppression des doublons, 9 références ont été ajoutées à la bibliographie.

6. Les CDroms

J'ai interrogé les CDroms disponibles à l'Université de Droit Lyon 3.

Ma recherche a porté sur l'Europe essentiellement.

Un texte décrivant précisément la position de l'Europe vis-à-vis des COV a été obtenu avec le CDrom Euroloi 25 : il s'agit d'une base juridique en texte intégral de l'Union européenne.

Les autres textes trouvés ne concernaient pas le secteur des cosmétiques.

7. Recherche sur Internet

La recherche sur Internet s'est focalisée sur la partie REGLEMENTATION, car d'une part nous avons suffisamment de références pour la partie ANALYSE, d'autre part Internet est une source adaptée pour les recherches dans le domaine de la législation. En effet il est assez facile d'obtenir des informations juridiques par le biais des organismes spécialisés du domaine considéré (en particulier pour les sujets concernant les questions de santé publique, comme c'est le cas avec les COV) et par les institutions proposant ou ratifiant les lois.

Une recherche via des moteurs de recherche et annuaires a également été effectuée, mais d'une manière beaucoup moins approfondie, car en général le sujet très vaste des COV est traité dans le domaine de l'environnement qui ne nous concernait pas. J'ai également consulté certains sites spécialisés dans la chimie et j'ai pu ainsi augmenter le nombre de références concernant la partie ANALYSE.

Ne sont présentés ici que les sites ayant fourni des résultats pertinents.

7.1. Le catalogue en ligne du SUDOC

Pour chercher les thèses ayant pour sujet les COV, j'ai interrogé le catalogue en ligne du Système Commun de Documentation à l'adresse : <http://www.sudoc.abes.fr/>.

Le catalogue du SUDOC permet d'effectuer des recherches sur l'ensemble des collections des bibliothèques universitaires françaises et des grands établissements de recherche. On y trouve des références bibliographiques de livres, périodiques, thèses... avec leurs localisations. Il comprend la base de données bibliographiques multidisciplinaires de thèses françaises : DOCTHESES, produite par l'Agence bibliographique de l'Enseignement Supérieur (ABES).

Six thèses se rapportant à l'analyse des COV ont été sélectionnées parmi lesquelles une référence a été ajoutée à la liste bibliographique, les autres étant trop éloignées du domaine des cosmétiques (domaine de l'environnement essentiellement).

7.2. Les moteurs de recherche et les annuaires généralistes

7.2.1 Les moteurs de recherche

Moteur de recherche Google

<http://www.google.fr>

Pour limiter le nombre de réponses la recherche s'est faite sur les pages francophones uniquement.

J'ai exécuté en recherche avancée :

- TOUS LES MOTS SUIVANTS : **cosmétiques**
- CETTE EXPRESSION EXACTE : **composés organiques volatils**
- AU MOINS UN DES MOTS SUIVANTS : **réglementation législation**

La recherche a donné 85 résultats parmi lesquels 4 ont été pertinents.

Moteur de recherche Aol.fr

<http://www.aol.fr>

J'ai choisi ce moteur de recherche francophone car c'est un outil nouveau qui permet d'affiner une requête à l'aide d'une liste de mots clés associés. La recherche est ainsi facilitée. Par contre, l'inconvénient de ce moteur est qu'il ne propose pas de recherche avancée.

Une recherche avec **composés organiques volatils** affinée avec **réduction des émissions de composés organiques volatils liées** a donné 22 résultats parmi lesquels 2 étaient pertinents, mais déjà obtenus dans une autre recherche.

Une recherche avec **composés organiques volatils** affinée avec **différents composés** a fourni 24 résultats dont 1 seul pertinent.

7.2.2 les annuaires

j'ai interrogé les annuaires Yahoo France (<http://fr.yahoo.com/>) et Aol.fr qui m'ont permis de me procurer l'adresse de sites d'organismes.

7.3. Les sites fédérateurs

7.3.1 Sites spécialisés en Droit

Site de la communauté européenne : EUROPA

<http://europa.eu.int/>

Propose des informations génériques sur la communauté avec un accès aux directives dont certaines sont en texte intégral. Présente un moteur de recherche au sein du site du Journal Officiel des Communautés Européennes.

Site du Journal Officiel de la République Française

<http://www.journal-officiel.gouv.fr/>

Ces sites m'ont donné les mêmes résultats que ceux obtenus par l'interrogation des CDrom à l'Université de Lyon3.

Site de l'Agence Française pour la Normalisation (AFNOR)

<http://www.afnor.fr/portail.asp>

Des normes concernant les COV étaient pour la plupart appliquées aux industries de peinture et revêtements. Ces normes présentent des méthodes d'analyses déjà vues ou qui ne sont pas transposables aux produits cosmétiques.

7.3.2 Sites spécialisés dans le secteurs des cosmétiques et de l'agroalimentaire

Site du Cosmetics, Toiletries and Fragrances Association (CTFA) (Etats-Unis)

<http://www.ctfa.org/>

Ce site propose des informations sur l'actualité du secteur des cosmétiques et des parfums, sur les ingrédients et leur utilisation et sur la réglementation.

Une partie de ce site en accès réservé n'a pu être interrogé. Il s'agit de l'International Cosmetic Legal and Regulatory Database.

Cette base de données présente la législation concernant les domaines de la santé et des cosmétiques d'une soixantaine de pays. Son interrogation aurait certainement été très intéressante.

Site de la Food and Drugs Administration (Etats-Unis)

<http://www.fda.gov>

Cet organisme est chargé de réglementer les produits issus des secteurs de l'agroalimentaire, pharmaceutique et cosmétique.

Le site est très complet. Il s'agit sans conteste du site visité qui nous a fourni le plus de renseignements et de résultats en ce qui concerne le secteur des cosmétiques et de l'agroalimentaire.

En outre, ce site propose une liste de liens vers les organisations internationales et les agences gouvernementales étrangères dont certaines ont été visitées : National Institute for Biological Standards and Control (Royaume-Uni), la Food Standards Agency (Royaume-Uni), Food and Agricultural Organization (FAO), Organisation mondiale de la Santé (WHO)...

Site de l'International Fragrance Association (IFRA)

<http://www.ifraorg.org>

Cette association spécialisée dans l'industrie des parfums propose un guide de bonne pratique dont l'objectif est de protéger le consommateur et l'environnement. Il s'agit d'un système d'auto réglementation pour l'industrie des parfums dans le monde.

Site de l'Association Européenne des produits cosmétiques et des parfums (COLIPA)

<http://www.colipa.com>

Ce site nous a fourni la directive Européenne des cosmétiques.

7.4. Les sites et moteurs de recherche spécialisés dans la chimie

La bibliothèque de l'Université Claude Bernard Lyon 1 propose une liste de liens vers des sites spécialisés dans les domaines scientifiques et plus particulièrement celui de la chimie :

<http://buweb.univ-lyon1.fr/Webscd10.htm>

Site de l'agence de protection de l'environnement (EPA) (Etats-Unis)

<http://www.epa.gov/>

Ce site propose entre autre une base de données toxicologiques.

Site SOLV-DB

<http://solvdb.ncms.org/index.html>

Ce site créé par le National Center for Manufacturing Sciences (NCMS) en coopération avec l'EPA, propose des données sur les solvants (constantes physico-chimiques).

Site de Chimie Hebdo

<http://recherche.France-chimie.com/form.htm>

Magazine consacré à l'industrie chimique, parachimique et pharmaceutique en France et dans le monde. Il aborde entre autre l'actualité de l'industrie et la réglementation en France et à Bruxelles.

Site de l'Organic Chemistry Resources Worlwide

<http://www.organicworldwide.net>

Site très complet consacré à la synthèse organique et destiné aux chimistes organiciens engagés dans la recherche académique ou industrielle.

INFOTRIEVE

<http://www.infotrieve.com>

Site spécialisé dans la recherche d'informations scientifiques, médicales et techniques

<http://www.scirus.com>

Moteur de recherche spécialisé dans la recherche scientifique lancé par Elsevier Science. Les résultats proposés sont issus de pages Web ou de bases de données, comme Medline, Beilstein ou ChemWeb... Ce moteur présente des fonctionnalités de recherche intéressantes.

8. Estimation des coûts et du temps

Estimation des coûts (\$) :

ANALYSE		REGLEMENTATION	
DIALINDEX	2.34	DIALINDEX	5.63
Analytical Abstract (305)	1.42	BioBusiness (285)	1.02
Biosis previews (5)	13.81	Chemical Safety NewsBase (317)	0.13
CAB Abstract (50)	3.98	Federal Register (180)	8.63
Chemical Abstracts (399)	19.36	Gale Group Prompt (16)	2.04
Ei Compendex (8)	8.1	Gale Group Trade & Industry (148)	2.96
Inside Conferences (65)	3.61	Pascal (144)	1.53
NTIS (6)	2.46	Wilson Business Abstracts Full Text (553)	0.46
Pascal (144)	18.74		
SciSearch (34)	9.51		
INTERNET	7.2	INTERNET	1.7
Total ANALYSE	90.53	Total REGLEMENTATION	24.1
TOTAL	115 \$		

Ce coût ne prend pas en compte le coût de téléchargement des notices, celui-ci n'étant pas facturé dans le cadre du contrat passé entre l'ENSSIB et le serveur Dialog. Au total 76 notices ont été téléchargées dans un format payant pour la partie ANALYSE et 108 notices pour la partie REGLEMENTATION. Afin d'estimer le coût résultant de ces téléchargements, j'ai consulté les bluesheets des bases utilisées. Ce coût s'élève à un total d'environ 450 \$.

Estimation du temps :

Analyse du sujet et mise au point de la stratégie de recherche : 15 h

Recherche sur Dialog :

 Choix des bases de données et lecture des Bluesheets : 6 h

 Interrogation : 3 h

Recherche sur CSA (choix des bases de données et interrogation) : 4 h

Recherche sur Science Direct : 3 h

Recherche sur Internet : 28 h

Traitement des résultats (tri, pertinence, analyse) : 30 h

Rédaction de la synthèse : 25 h

Rédaction de la méthodologie : 35 h

TOTAL : 149 h

SYNTHESE

Remarques

Cette synthèse a été réalisée à l'aide de 23 références (dont 11 résumés d'articles, 11 articles en texte intégral et 1 ouvrage) pour la partie concernant l'analyse des COV. 18 références ont été utilisées pour la partie réglementaire.

L'objectif de cette synthèse est de répertorier les techniques utilisées pour l'analyse des COV qui ont été les plus fréquemment trouvées au cours de cette recherche bibliographique. Les résultats concernant la réglementation appliquée aux produits cosmétiques seront aussi traités.

Les documents qui ont été utilisés pour la synthèse sont identifiés par des numéros entre crochets se rapportant aux numéros des références dans la partie « bibliographie ».

Les composés organiques volatils ou COV sont un sujet de préoccupation grandissant. En effet ce sont des polluants qui contribuent à la diminution de la couche d'ozone stratosphérique et à la formation de l'ozone troposphérique. De plus la plupart présente des effets toxiques et cancérigènes [70].

Aussi, analyser et mesurer les COV est devenu une nécessité pour de nombreux secteurs industriels (alimentaire, arômes et parfums, cosmétique, pharmaceutique, peintures et détergents...) dans lesquels ils sont couramment utilisés en tant que solvants.

Les pouvoirs publics ont d'ailleurs rédigé des textes en vue de limiter leur utilisation.

1. Une définition des COV

Il n'y a pas d'accord sur une définition exacte des COV.

D'une manière générale les COV sont des substances organiques, c'est-à-dire contenant au moins un atome de carbone, qui passent facilement à l'état de gaz.

Dans le langage courant les COV sont souvent synonymes des solvants organiques. Aux Etats-Unis, sous l'influence des problèmes environnementaux, on appelle COV tous les composés organiques qui contribuent à la création de l'ozone photochimique.

La plupart des définitions reposent sur les propriétés physiques et chimiques de ces composés : le point d'ébullition, l'équilibre gaz/liquide ou la tension de vapeur.

La propriété qui est généralement prise en compte est la pression de vapeur saturante :

Aux Etats-Unis les COV sont des composés organiques dont la pression de vapeur est au-dessus de 13.3 Pa à 25 °C (ASTN test method D3960-90) [70].

En Europe, la Directive 1999/13/CE du Conseil du 11 mars 1999, définit les COV comme des produits chimiques organiques dont la pression de vapeur est au-dessus de 10 Pa à 20°C.

En Australie les COV sont définis comme des composés chimiques ayant une pression de vapeur supérieure à 0.27 kPa à 25 °C [70].

Les divergences qui existent au niveau de la définition des COV rendent difficile de dresser une liste exhaustive de ces composés. Ils incluent un éventail très large de différentes substances.

Le *Odor and VOC control handbook* [6] répertorie environ 500 COV.

Les familles de COV qui reviennent le plus souvent dans la littérature sont :

- Les aliphatiques (heptane, hexane, pentane, ...)
- Les aromatiques (benzène, toluène, éthylbenzène et xylène appelé aussi famille des BTEX)
- Les alcools (éthanol, méthanol, butanol, IPA : alcool isopropanol ...)
- Les cétones (acétone, méthyléthylcétone, cyclohexanone...)
- Les esters (acétates d'éthyle, de butyle, d'isopropyle...)
- Les chlorés (perchloréthylène, trichloréthylène, dichlorométhane)

- Les composés azotés (amines, nitriles...)
- Les composés soufrés (mercaptans, diméthylsulfure...)
- Les éthers (1,4-Dioxane)
- Les aldéhydes (formaldéhyde)

2. L'analyse des COV

L'analyse des COV passe par deux étapes obligatoires [46] :

1. l'échantillonnage
2. l'analyse proprement dite qualitative et/ou quantitative

2.1. L'échantillonnage

Il existe deux types de techniques d'échantillonnage :

- les techniques de capture
- les techniques de concentration

Le type d'échantillonnage adopté dépend de la méthode analytique qui sera ensuite employée et des concentrations requises pour obtenir des résultats [6].

2.1.1 Les techniques de capture

Un échantillon d'air contenant des COV est directement prélevé dans un récipient : sac flexible inerte, canister ou bombe en verre.

Le principal avantage de ce système est qu'une grande quantité d'échantillon peut être capturée puis analysée ultérieurement en plusieurs fois. Ceci rend le procédé analytique moins risqué et les erreurs des opérateurs peuvent être minimisées.

Par contre une simple capture ne permettant pas une concentration de l'échantillon, les composés de la source d'émission doivent être à une concentration suffisamment forte pour être détectés par la technique d'analyse. Les COV étant

souvent à l'état de traces, une capture sera la plupart du temps suivie par un processus de concentration [6].

2.1.2 Les techniques de concentrations

Les techniques de concentration ont pour but d'augmenter la concentration des molécules sans modifier leur concentration relative [6].

2.1.2.1 L'espace de tête

Les COV sont par définition des molécules très volatiles. Aussi la technique de l'espace de tête (ou headspace) est couramment utilisée pour leur prélèvement.

Un échantillon liquide ou solide est mis dans un récipient clos jusqu'à ce que les composés volatils parviennent à un équilibre entre l'échantillon et la phase gazeuse constituant l'espace de tête. Un volume de cet espace de tête est ensuite prélevé pour l'analyse [17].

Il existe deux types d'espace de tête [20, 70] :

- l'espace de tête statique
- l'espace de tête dynamique ou « purge-and-trap » [24].

La technique de l'espace de tête statique consiste à prélever la phase gazeuse qui se trouve en équilibre thermodynamique avec la phase liquide dans un système clos [17]. Cette méthode est simple mais la sensibilité qui en résulte est limitée. Son utilisation est donc limitée à des milieux riches en COV [20].

La technique de l'espace de tête dynamique consiste à libérer la totalité des composés volatils présent dans un échantillon liquide en retirant de façon continue la phase gazeuse du système [17]. Cette méthode permet d'augmenter la sensibilité de l'analyse [20].

Généralement l'espace de tête est re-concentré avant l'analyse par d'autres techniques de concentration.

2.1.2.2 Le système cryogénique

Cette méthode dépend du point de fusion des molécules.

L'échantillon contenant les COV circule dans un tube en forme de U, immergé dans un milieu réfrigérant (glace, azote liquide ou hélium liquide).

Certaines molécules vont alors se condenser, en fonction de leur point de fusion et pourront être ainsi récupérées [6, 70].

2.1.2.3 Les adsorbants

Les adsorbants sont des matériaux poreux à la surface desquels les molécules peuvent facilement être piégées. Il existe une grande variété de matériaux adsorbants (ex : le carbone graphite, le carboxen, le charbon actif, le Tenax...) [6]. Des mélanges de différents adsorbants sont également couramment utilisés. Chaque adsorbant ayant une affinité préférentielle pour une famille de COV, on peut ainsi piéger une large variété de composés [75]. Le choix de l'adsorbant dépendra de la nature (polarité, taille, volatilité) du composé à concentrer [70].

Les molécules ainsi piégées subiront ensuite une désorption thermique qui permettra de les libérer vers l'analyseur [17, 70].

2.1.2.4 La micro extraction en phase solide (SPME)

Il s'agit d'une technique d'adsorption/désorption permettant de concentrer les COV d'échantillons liquides ou gazeux (espace de tête).

L'adsorbant se situe à la surface d'une fibre de verre constituant l'extrémité de l'aiguille d'une seringue. La fibre sera ensuite thermo-désorbée dans l'analyseur.

Les variables à contrôler au cours du processus d'adsorption sont la polarité et la finesse de la fibre, l'état (liquide ou gazeux), le pH et le volume de l'échantillon [40, 44, 46].

2.1.2.5 La pervaporation

La pervaporation est un processus de séparation basé sur le transport sélectif de composés au travers d'une épaisse membrane suivi d'une vaporisation du perméat. La séparation est liée aux taux de perméabilité relatif des composés à travers la membrane. Le mélange liquide est mis en circulation en contact avec la membrane et les composants diffusent à travers elle. Les composants qui ont diffusé sont ensuite collectés dans un récipient sous vide, puis condensés et évacués.

Le changement d'état (passage de l'état liquide à l'état vapeur), qui est spécifique de ce procédé, contribue fortement à la sélectivité de la pervaporation.

L'efficacité de la pervaporation est mesurée par deux paramètres : le flux qui détermine le taux de perméabilité et la sélectivité qui mesure la séparation effective par la membrane (conditionnée par les propriétés des polymères utilisés). L'extraction des COV en milieu aqueux est l'une des applications du procédé de pervaporation [17, 52].

2.1.2.6 L'extraction/distillation

Des opérations simultanées de distillation par entraînement à la vapeur et d'extraction par solvant de la fraction volatile sont réalisables sur les COV en particulier dans le domaine des arômes alimentaires.

Des processus d'extraction par des solvants suivis d'une concentration par de l'azote ou par une rotation à la vapeur sont également réalisables [62].

2.2. L'analyse qualitative et/ou quantitative

2.2.1 Couplage GC – techniques de détection

2.2.1.1 La séparation

La séparation a pour but de différencier les différents COV d'un mélange.

La technique de séparation communément utilisée est la chromatographie en phase gazeuse (GC) [70].

La chromatographie en phase gazeuse permet de séparer des mélanges gazeux complexes par une suite continue d'équilibres s'établissant entre une phase mobile gazeuse et une phase stationnaire appropriée.

2.2.1.2 La détection

La séparation est suivie d'une détection et éventuellement d'une identification, destinée à faciliter l'analyse qualitative.

Les détecteurs placés en sortie du chromatographe décèlent la présence des composés au fur et à mesure de leur arrivée. Les variations enregistrées sont transformées par le détecteur en signaux électriques qui sont amplifiés et transcrits sous forme graphique par l'enregistreur.

Il existe divers types de détecteurs pouvant être couplés à la chromatographie en phase gazeuse.

Le choix entre les différents détecteurs est fait en fonction de leur sensibilité et de leur spécificité [6, 70] :

- détecteur à spectrométrie de masse (MSD)

Le couplage GC-MS (Chromatographie en phase gazeuse et Spectrométrie de masse) est le système qui est le plus fréquemment utilisé pour l'étude des COV.

- détecteur à ionisation de flamme - FID (flame-ionisation detection)

Il s'agit d'un détecteur couramment utilisé pour la mesure des COV.

Lorsqu'un composé organique est brûlé, il produit des ions qui seront convertis en courant. Le courant produit est proportionnel à la quantité d'échantillon brûlé.

- détecteur à conductivité thermique (TCD)
- détecteur à capture d'électron (ECD)

Il est généralement utilisé pour mesurer des petites concentrations de composés halogénés ou fortement électronégatifs.

- détecteur à photo-ionisation PID (photo-ionisation detection)
- détecteur électrochimique
- détecteur azote/phosphore (NPD)

Il s'agit d'un détecteur spécifique des composés azotés ou phosphorés.

- détecteur à photométrie de flamme (FPD)

Il est généralement utilisé pour mesurer des petites concentrations de composés organiques présentant des atomes de soufre ou de phosphore.

- détecteur olfactif (GC-sniffing ou e-nose) [6, 70, 84, 85, 89]

La détection et l'identification olfactive est possible dans la mesure où de nombreux COV sont des molécules odorantes.

L'odeur étant une propriété subjective définissable par l'être humain, l'analyse olfactive est réalisée par un panel d'opérateurs : l'opérateur sent chaque composant odorant sortant du chromatographe et en donne une description olfactive.

La description olfactive peut également être réalisée par un appareil : un nez électronique (electronic noses ou e-nose). Le e-nose permet une analyse plus rapide mais nécessite un processus d'étalonnage important.

2.2.2 Les techniques non couplées à la GC

Il existe d'autres méthodes de détection et d'identification qui ne sont pas nécessairement couplées à la GC. Elles sont cependant moins répandues.

Ces techniques sont généralement appliquées à des familles connues de COV [6].

En voici quelques exemples parmi les références retenues :

2.2.2.1 Méthodes spectroscopiques

- dans le visible [93]
- dans l'infrarouge [94, 118]

Il s'agit de méthodes basées sur l'absorption par certaines molécules d'un rayonnement visible ou infrarouge à des longueurs d'ondes précises.

2.2.2.2 Méthodes électrochimiques

- Les électrodes à ion-spécifique (ISE) [6, 110, 111].

Des électrodes sont utilisées pour détecter spécifiquement la présence de certains COV.

- Les conductimètres électriques : [102]

L'échantillon est mis en contact avec la solution d'un réactif approprié. La variation de conductivité ionique de la solution qui est relative à la concentration de l'espèce à analyser est mesurée.

- La titration potentiométrique [91]

La variation de potentiel existant entre deux électrodes est mesurée.

2.2.2.3 Membrane Introduction Mass Spectrometry (MIMS)

Les COV issus d'un espace de tête sont transportés de manière sélective à travers une membrane, concentrés puis introduits directement dans un spectromètre de

masse. L'hydrophobicité de la membrane et la perméabilité des COV permettent de réaliser simultanément l'extraction, la concentration et l'injection des COV dans le spectromètre de masse [104].

2.3. Bilan et perspectives

L'analyse des COV présente un large éventail de méthodes.

L'adoption d'une méthode dépendra de l'objectif de l'analyse, des spécificités chimiques des COV à analyser, de la nature de la source d'émission, du coût de la méthode.

En fonction de ces éléments les performances de ces méthodes ne seront pas les mêmes. Les performances sont évaluées par une série de critères : [6]

- la limite de détection : elle représente la plus petite variation de concentration décelable par le système analytique.
- la sélectivité : elle représente la faculté du système à détecter et éventuellement quantifier la présence d'un COV ou d'une famille de COV au détriment des autres.
- La stabilité : elle permet de ne pas avoir à ré-étalonner les appareils avant chaque mesure.
- La répétabilité : elle se caractérise par les écarts entre les résultats successifs obtenus dans des conditions identiques.

L'industrie et la recherche s'orientent vers des systèmes plus légers et moins coûteux. La tendance actuelle consiste à essayer de réduire le temps d'analyse en simplifiant les procédés de concentration et en développant des dispositifs d'analyse en ligne (on-line).

Il existe en effet deux méthodologies distinctes pour la détermination analytique des COV. : [6]

L'analyse effectuée en laboratoire : l'échantillon est pris à la source puis transporté au laboratoire pour l'analyse.

L'analyse effectuée sur le terrain : la totalité du processus d'analyse se déroule à la source d'émission du COV.

Dans ces conditions, une analyse en ligne est exécutée : elle consiste à accomplir l'échantillonnage et le processus d'identification en continuité, les analyseurs

(séparateurs et détecteurs) étant directement reliés au système d'échantillonnage. [20, 70].

3. Une réglementation appliquée aux produits cosmétiques

L'industrie cosmétique utilise plus de 5 000 ingrédients différents.

Les solvants, utilisés pour la dilution, figurent au nombre de ces ingrédients [1].

La plupart des solvants sont organiques et appartiennent à la famille des COV [2].

Il existe des textes de lois aux Etats-Unis, au Canada et en Suisse visant à réduire les émissions de COV et à limiter ainsi leur utilisation dans certains produits de consommation, dont font partis les cosmétiques. En Europe par contre, le secteur des cosmétiques n'a pas encore été visé.

Par ailleurs les associations professionnelles de cosmétiques et des parfums et certains organismes institutionnels proposent des recommandations afin de limiter les risques liés à la présence des COV.

3.1. Etats-Unis

Aux Etats Unis, il existe divers réglementations tant au niveau local, étatique et fédéral, fixant des teneurs limites en COV, en particulier pour les produits de consommation.

A l'origine de ces réglementations se trouve le Clean Air Act Amendements (1990) qui prescrit la réduction et la reformulation des produits dangereux pour l'environnement [150].

Dans l'Etat de Californie, en 1992, le California Air Resources Board (CARB) a établi une réglementation mandatée par le California Clean Air Act de 1988. Cette réglementation exige une reformulation de certains produits de consommation parmi lesquels figurent les cosmétiques suivants : les déodorants, les aérosols pour cheveux et les produits parfumés [135, 136, 148, 173].

Elle impose par exemple que tous les produits de soin pour les cheveux contiennent seulement 55 % de COV [120, 154].

En 1999, la réglementation du CARB s'est renforcée : le nombre de produits de consommation concernés a été élargi et les limites maximales de teneur en COV ont été abaissées pour certains produits [151].

Ainsi la teneur maximale dans les dissolvants est passée de 75 % de COV à 0 %.

Les gels de rasages qui n'avaient pas été visés par la première version du CARB se sont vus astreindre une limite de 5% de COV.

L'objectif du CARB est d'éliminer 85% des émissions de COV en provenance des produits de consommation d'ici 2010.

Sous la pression des groupes industriels (dont le Cosmetic, Toiletry, and Fragrance Association (CTFA)) pour lesquels la reformulation de certains produits s'avérait difficile, certaines exigences ont toutefois été révisées [120].

Au total, sept Etats dont la Californie, ont mis en place des réglementations à l'encontre de l'émission des COV dans les produits de consommation : les Etats du Connecticut, Massachusetts, New Jersey, New York, Oregon, Rhode Island et Texas [142].

Par ailleurs, en 1999, l'Agence de Protection de l'Environnement (EPA (Environmental Protection Agency) a adopté une réglementation fédérale appliquée à 220 produits manufacturés et importés, très similaire à celle existant en Californie. Il s'agit de la première loi fédérale sur les émissions de COV issus de produits de consommation. Cette réglementation s'applique à tous les produits fabriqués ou importés après le 10 décembre 1998 et impose une teneur limite en COV dans les produits cosmétiques suivants :

- les mousses pour cheveux (16 %)
- les aérosols pour cheveux (80%)
- les gels de coiffage (6%)
- les dissolvants pour les ongles (85 %)
- les crèmes de rasage (5 %)
- les déodorants (20 %)

Cette réglementation fédérale n'interdit pas aux Etats d'adopter une réglementation plus sévère [133, 153].

3.2. Canada

Au Canada, en 1990, le Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME) a élaboré un Plan de gestion pour les oxydes d'azote (NO_x) et les COV destiné à maîtriser le problème de pollution de l'air.

L'une des initiatives du plan décrivait un programme de réduction des COV provenant des produits de consommation, à l'exclusion des liquides lave-glace et des revêtements.

Un deuxième plan de réduction des émissions de composés organiques volatils provenant des produits de consommation ? harmonisé avec les normes américaines, a été proposé en 2000. Il vise tous les fabricants et importateurs de produits de consommation utilisés au Canada. Les teneurs maximales en COV pour les produits cosmétiques sont les mêmes que celles définies par l'EPA aux Etats-Unis [155].

3.3. Europe

En Europe il n'existe pas à l'heure actuelle de lois limitant l'utilisation des COV dans les produits de consommation.

Une restriction des COV est traitée dans la Directive 1999/13/CE du Conseil de l'Europe du 11 mars 1999, relative à la réduction des émissions de composés organiques volatils dues à l'utilisation de solvants organiques dans certaines activités et installations. Cette directive définit des valeurs limites pour un certain nombre de procédés et installations dans un vingtaine de secteurs industriels, prenant pour champ d'application la consommation annuelle de solvants en tonnes. Elle vise à diminuer, de 67% d'ici à 2007 par rapport aux niveaux de 1990, les émissions de COV provenant d'usines utilisant des solvants. Parmi les activités industrielles concernées se trouvent : les activités de revêtements et traitements de surfaces, de transformation des caoutchoucs, de l'imprimerie, de huileries et de

dégraissage. Le secteur des cosmétiques, dont la consommation annuelle de solvants est inférieure, n'entre pas dans le cadre de cette Directive [159, 160].

Par contre la directive Européenne sur les cosmétiques donne la liste des produits qui ne doivent pas faire partie de la composition des produits de consommation cosmétiques, parmi lesquels sont répertoriés certains COV. Parmi les ingrédients prohibés se trouvent entre autres les COV suivants considérés comme cancérigènes : le chlorure de vinyle, le chloroforme et le chlorure de méthylène [161].

3.4. Suisse

En Suisse, il existe depuis le 1^{er} janvier 2000 une taxe d'incitation sur les COV. A peu près quatre-vingts COV, ainsi que de nombreux produits importés contenant des COV sont soumis à cette taxe. Parmi eux se trouvent une grande variété de cosmétiques. L'ambition est que l'industrie et le commerce développent et vendent des produits exempts ou comportant peu de solvants [165, 166, 167].

3.5. Associations professionnelles de cosmétiques et parfums et organismes institutionnels

En plus de ces dispositifs réglementaires, certaines associations de parfums et cosmétiques et organismes institutionnels ont recommandé l'interdiction ou la limitation de plusieurs ingrédients.

Ainsi la Food and Drug Administration (FDA) préconise de ne pas utiliser le méthyl méthacrylate monomère dans les vernis, bien qu'il n'y ait pas de réglementation spécifique appliquée à ce composé.

Le Cosmetic Ingredient Review (CIR), un panel de scientifiques indépendants, estime régulièrement la sécurité de nombreux ingrédients utilisés dans les cosmétiques et publie ses résultats. Dans le rapport annuel de 1999, l'utilisation des solvants éthoxyéthanol et éthoxyéthanol acétate a été décrite comme dangereuse à cause de la toxicité de ces composés.

De la même façon l'International Fragrance Association (IFRA) dans son code de bonne pratique conseille de ne pas employer une trentaine d'ingrédients pour la conception de produits parfumés [172].

4. Conclusion

Les industries cosmétiques ne sont pas considérées comme des industries polluantes et ne sont donc pas les premières visées par la réglementation concernant la limitation de l'utilisation des COV. Toutefois la tendance actuelle semble aller vers un durcissement. Il est donc important pour le secteur des cosmétiques d'anticiper ce phénomène et de trouver des solutions pour réduire le niveau de COV dans la formulation de ses produits, dans la mesure où cela est techniquement et économiquement possible.

La tâche n'est pas aisée et fait appel à la maîtrise des techniques d'analyse des COV. Il faut dire que l'enjeu est de taille car il touche à la santé et à la préservation de l'écosystème pour les générations futures.

BIBLIOGRAPHIE

Remarques sur la bibliographie

Afin de faciliter la lisibilité, cette bibliographie est scindée en trois parties :

- GENERALITES SUR LES COV
- ANALYSE : les références y sont rangées par type de techniques d'après le plan de la synthèse. Il faut préciser qu'une grande majorité de documents peuvent traiter de plusieurs techniques à la fois. Toutefois j'ai fait le choix de ce classement, afin de permettre un accès plus rapide à un type de technique donné, et je me suis basée pour cela sur la technique abordée en prédominance par chaque référence.
- REGLEMENTATION : les références sont disposées suivant le plan de la synthèse.

Dans ces trois parties, les références sont mentionnées par ordre alphabétique d'auteurs. La norme française Z44-005 de décembre 1987 a été observée pour la rédaction.

1. GENERALITES SUR LES COV

1. **CHEMCONNECTIONS** *Smells database* [en ligne]. Disponible sur : < <http://mc2.cchem.berkeley.edu/Smells/index.html> > (consulté le 07/02/03).
2. **ECO-CONSOMMATION** *Fiche n°24 Comment se passer de solvants organiques* [en ligne]. Disponible sur : < <http://www.ecoconso.org/05lire/fiches-conseil/f24.htm> > (consulté le 10/01/03).
3. **FOOD AND DRUG ADMINISTRATION** *Chemical ingredients found in Cosmetics* [en ligne]. Disponible sur : < <http://www.cfsan.fda.gov/~dms/cos-chem.html> > (consulté le 03/02/03).
4. **NAEI** *Emission Factors Database* [en ligne]. Disponible sur : < <http://www.naei.org.uk/emissions/index.php> > (consulté le 07/02/03).
5. **NATIONAL CENTER FOR MANUFACTURING SCIENCES** *SOLV-DB* [en ligne]. Disponible sur : < <http://solvdb.ncms.org/MAT01.idc> > (consulté le 07/02/03).

6. **RAFSON H.J.** *Odor and VOC control handbook*. New York : McGraw-Hill, 1998, 800 p.
7. **ROY J. I.** *Environmental contaminants encyclopedia* [en ligne]. Disponible sur : < <http://www1.nature.nps.gov/toxic/index.html> > (consulté le 07/02/03).
8. **VAN AKEN KOEN** *Properties and Toxicities of Organic Solvents* [en ligne]. Disponible sur : < <http://virtual.yosemite.cc.ca.us/smurov/orgsoltab.htm> > (consulté le 07/02/03).

2. ANALYSE

2.1. L'échantillonnage

2.1.1 Les techniques de capture

9. **DAHLGRAN J., THIES C.** *Performance evaluation soil samples for volatile organic compounds utilizing solvent encapsulation technology*. Environmental Science & Technology, 1999, vol. 33, n° 9, p. 1534-1537.

2.1.2 L'espace de tête

10. **CHAMBERS L.** *Optimization of a purge-and-trap system for analysis of VOAs by U.S. EPA Method 524.2, Rev. 4*. American Laboratory, 2000, vol. 32, n° 16, p. 40-50.
11. **DOYEN K., CAREY M., LINFORTH R.S.T., et al.** *Volatile release from an emulsion : headspace and in-mouth studies*. Journal of agricultural and food chemistry, 2001, vol. 49, n° 2, p. 804-810.
12. **DRUAUX C., LE THANH M., SEUVRE A.M., et al.** *Application of headspace analysis to the study of aroma compounds-lipids interactions*. Journal of the American Oil Chemists' Society, 1998, vol. 75, n° 2, p. 127-130.
13. **FALDT J., ERIKSSON M., VALTEROVA I., et al.** *Comparison of headspace techniques for sampling volatile natural products in a dynamic system*. Journal of Biosciences, 2000, vol. 55, n° 3-4, p. 180-188.
14. **GOLFINOPOULOS S.K., LEKKAS T.D., NIKOLAOU A.D.** *Comparison of methods for determination of volatile organic compounds in drinking water*. Chemosphere, 2001, vol. 45, n° 3, p. 275-284.

15. **KRIGBAUM M., SMITH G., HEGGS E.T.** *Using experimental design to optimize static headspace analysis performance for the analysis of pharmaceutical organic volatile impurities (OVI's).* In: 220th National Meeting of the American Chemical Society, August 20-24, 2000, Washington DC, USA. USA: American Chemical Society, 2000, 282 p.
16. **LOUGHRAN M., DIAMOND D.** *Monitoring of volatile bases in fish sample headspace using an acidochromic dye.* Food Chemistry, 2000, vol. 69, n° 1, p. 97-103.
17. **LUQUE DE CASTRO M.D., GAMIZ-GRACIA L.** *Analytical pervaporation : an advantageous alternative to headspace and purge-and-trap techniques.* Chromatographia, 2000, vol. 52, n° 5-6, p. 265-272.
18. **MAES K., VERCAMMEN J., PHAM-TUAN H., et al.** *Critical aspects for the reliable headspace analysis of plants cultivated in vitro.* Phytochemical Analysis, 2001, vol. 12, n° 3, p. 153-158.
19. **MARIN M., BAEK I., TAYLOR A.J.** *Volatile release from aqueous solutions under dynamic headspace dilution conditions.* Journal of agricultural and food chemistry, 1999, vol. 47, n° 11, p. 4750-4755.
20. **MENDES M.A., SPARRAPAN R., EBERLIN M.N.** *Headspace membrane introduction mass spectrometry for trace level analysis of VOCs in soil and other solid matrixes.* Analytical chemistry, 2000, vol. 72, n° 9, p. 2166-2170.
21. **MORTENSEN B., NILSEN O.G.** *Optimization and application of the head space liver S9 equilibration technique for metabolic studies of organic solvents.* Pharmacology & Toxicology, 1998, vol. 82, n° 3, p. 142-146.
22. **POLKOWSKA Z., KOZLOWSKI E., GORECKI T., et al.** *Theoretical principles of thin layer headspace analysis.* Toxicological and Environmental Chemistry, 1999, vol. 68, n° 1-2, p. 1-42.
23. **RAGUSO R.A., PELLMYR O.** *Dynamic headspace analysis of floral volatiles : a comparison of methods.* Oikos, 1998, vol. 81, n° 2, p. 238-254.
24. **RAM M.S., SEITZ L.M., RENGARAJAN R.** *Use of an autosampler for dynamic headspace extraction of volatile compounds from grains and effect of added water on the extraction.* Journal of agricultural and food chemistry, 1999, vol. 47, p. 4202-4208.
25. **RENGARAJAN R., SEITZ L.M.** *Analysis of flavor compounds from microwave popcorn using supercritical fluid CO2 followed by dynamic/static headspace techniques.* In: 224 th National Meeting of the American Chemical Society, August 18-22, 2002, Boston, Massachusetts, USA. USA: American Chemical Society, 2002, 50 p.
26. **ROEDIG-PENMAN A., GORDON M.H.** *Antioxidant properties of myricetin and quercetin in oil and emulsions.* Journal of the American Oil Chemists' Society, 1998, vol. 75, n° 2, p. 169-180.

27. **ROSILLO L., SALINAS M.R., GARIJO J., et al.** *Study of volatiles in grapes by dynamic headspace analysis : application to the differentiation of some Vitis vinifera varieties.* Journal of Chromatography, A, 1999, vol. 847, n° 1-2, p. p 155-159.
28. **SANTOS G.V., DA CUNHA VELOSO M.C., DE PAULA PEREIRA P.A., et al.** *Fish off-flavor analysis by headspace and off-line purge-and-trap followed by HRGC-MS.* American Laboratory, 2001, vol. 33, n° 24.
29. **SLATER G.F., DEMPSTER H.S., LOLLAR B.S., et al.** *Headspace analysis : a new application for isotopic characterization of dissolved organic contaminants.* Environmental Science & Technology, 1999, vol. 33, n° 1, p. 190-194.

2.1.3 Les adsorbants

30. **EWING K.J., NAU G., BILODEAU T., et al.** *Monitoring the absorption of organic vapors to a solid phase extraction medium : applications to detection of trace volatile organic compounds by integration of solid phase absorbents with fiber optic Raman spectroscopy.* Analytica Chimica Acta, 1997, vol. 340, n° 1-3, p. 227-232.
31. **MCCLENNY W., OLIVER K, JACUMIN H** *Ambient level volatile organic compound (VOC) monitoring using solid adsorbents-Recent US EPA studies.* J. Environ. Monit., 2002, vol. 4, n° p. 695-705.
32. **VERCAMMEN J., SANDRA P., BALTUSSEN E., et al.** *Considerations on static and dynamic sorptive and adsorptive sampling to monitor volatiles emitted by living plants.* J. High Resolut. Chromatogr., 2000, vol. 23, n° 9, p. 547-553.

2.1.4 La micro extraction en phase solide (SPME)

33. **AUGUSTO F., VALENTE A.L.P.** *Applications of solid-phase microextraction to chemical analysis of live biological samples.* Trends in Analytical Chemistry, 2002, vol. 21, n° 6-7, p. 428-438.
34. **BENE A., HAYMAN A., REYNARD E., et al.** *A new method for the rapid determination of volatile substances : the SPME-direct method Part II. Determination of the freshness of fish.* Sens. Actuators, B, 2001, vol. B72, n° 3, p. 204-207.
35. **BODENHOFER K., HIERLEMANN A., SCHLUNK R., et al.** *New method of vaporizing volatile organics for gas tests.* Sens. Actuators, B, 1997, vol. B45, n° 3, p. 259-264.
36. **BRADDOCK R.J., GOODRICH R.M., BRYAN C.R.** *Variables affecting SPME headspace analysis of orange juice volatiles.* In: 224th National Meeting of the American Chemical Society, August 18-22, 2002, Boston, Massachusetts, USA. USA: American Chemical Society, 2002, 49 p.

37. **CUHNA E., GONCALVES C., ALPENDURADA M.F.** *Automated method for determination of some volatile organic compounds in treated water after extraction by SPME and analysis by CCG-ECD.* Revista Portuguesa de Farmacia, 2000, vol. 50, n° 4, p. 141-149.
38. **DE BO I., VAN LANGENHOVE H., DE KEIJSER J.** *Application of vapour phase calibration method for determination of sorption of gases and VOC in polydimethylsiloxane membranes.* Journal of Membrane Science, 2002, vol. 209, n° 1, p. 39-52.
39. **IBANEZ E., LOPEZ-SEBASTIAN S., RAMOS E., et al.** *Analysis of volatile fruit components by headspace solid-phase microextraction.* Food Chemistry, 1998, vol. 63, n° 2, p. 281-286.
40. **MATICH A.J., PAWLISZYN J.** *Analysis of food and plant volatiles.* Appl. Solid Phase Microextr, 1999, p. 349-363.
41. **MEJIAS R.C., MARIN R.N., MORENO M.D., et al.** *Optimisation of headspace solid-phase microextraction for analysis of aromatic compounds in vinegar.* Journal of Chromatography A, 2002, vol. 953, n° 1-2, p. 7-15.
42. **MESTRES M., BUSTO O., GAUSCH J.** *Headspace solid-phase microextraction analysis of volatile sulphides and disulphides in wine aroma.* Journal of Chromatography A, 1998, vol. 808, n° 1-2, p. 211-218.
43. **NETTEN C.V., TESCHKE K., LEUNG V., et al.** *The measurement of volatile constituents in Foray 48B, an insecticide prepared from Bacillus thuringiensis var. kurstaki.* Science of the Total Environment, 2000, vol. 263, n° 1-3, p. p 155-160.
44. **NIEDZIELLA S., RUDKIN S., COOKE M.** *Evidence for selectivity of absorption of volatile organic compounds by a polydimethylsiloxane solid-phase microextraction fibre.* Journal of Chromatography A, 2000, vol. 885, p. 457-464.
45. **ROBERTS D.D., POLLIEN P.** *SPME method development for headspace analysis of volatile flavor compounds.* In: 216th National Meeting of the American Chemical Society, August 23-27, 1998, Boston, Massachusetts, USA. USA: American Chemical Society, 1998, 146 p.
46. **ZHOU M., ROBARDS K., GLENNIE-HOLMES M.** *Analysis of volatile compounds and their contribution to flavor in cereals.* Journal of agricultural and food chemistry, 1999, vol. 47, n° 10, p. 3941-3953.

2.1.5 La pervaporation

47. **BAKER R.W., KEMPERMAN A.J.B., KOOPS G.H.** *Keynote lecture : separation of VOCs from water by pervaporation.* In: Progress in membrane science and technology : Euromembrane '97, june 1997, Enschede, The Netherlands. Enschede: Membrane Technology Group, 1997, 313 p.

48. **KHAYET M., MATSUURA T.** *Surface modification of membranes for the separation of volatile organic compounds from water by pervaporation.* Desalination, 2002, vol. 148, n° 1-3, p. 31-37.
49. **KIM H.J., NAH S.S., MIN B.R.** *A new technique for preparation of PDMS pervaporation membrane for VOC removal.* Advances in Environmental Research, 2002, vol. 6, n° 3, p. 255-264.
50. **KUJAWSKI W., ROSZAK R.** *Pervaporative removal of volatile organic compounds from multicomponent aqueous mixtures.* Separation Science and Technology, 2002, vol. 37, n° 15, p. 3559-3575.
51. **MAHMUD H., MINNERY J., FANG Y., et al.** *Evaluation of membranes containing surface modifying macromolecules : determination of the chloroform separation from aqueous mixtures via pervaporation.* Journal of Applied Polymer Science, 2001, vol. 79, n° 1, p. 183-189.
52. **MARIN M., HAMMAMI C., BEAUMELLE D.** *Separation of Volatile Organic Compounds from aqueous mixtures by pervaporation with multi-stage condensation.* Journal of Food Engineering, 1996, vol. 28, p. 225-238.
53. **SMART J., SCHUCKER R.C., LLOYD D.R.** *Pervaporative extraction of volatile organic compounds from aqueous systems with use of a tubular transverse flow module.* Journal of Membrane Science, 1998, vol. 143, n° 1-2, p. 137-157.
54. **SMART J., STAROV V.M., SCHUCKER R.C., et al.** *Pervaporative extraction of volatile organic compounds from aqueous systems with use of a tubular transverse flow module. Part II. Experimental results.* Journal of Membrane Science, 1998, vol. 143, n° 1-2, p. 159-179.
55. **TRIFUNOVIC O., TRAGARDH G.** *Transport of diluted volatile organic compounds through pervaporation membranes.* Desalination, 2002, vol. 149, n° 1-3, p. 1-2.
56. **URAGAMI T., MEOTOIWA T., MIYATA T.** *Effects of the addition of calixarene to microphase-separated membranes for the removal of volatile organic.* Macromolecules, 2001, vol. 34, n° 19, p. 6806-6811.
57. **URAGAMI T., YAMADA H., MIYATA T.** *Removal of VOCs by multi-component polymer membranes surface-modified with polymer additives in pervaporation.* In: 7 th International Polymer Conference; Polymer science and industrial research in the fast-changing age, Oct. 1999, Yokohama, Japan. Japan: Society of Polymer Science, 1999, 263 p.
58. **URAGAMI T., YAMADA H., MIYATA T.** *Removal of volatile organic compounds from dilute aqueous solutions by pervaporation.* Materials Research Society of Japan, 1999, vol. 24, n° 2, p. 165-168.
59. **VANE L.M., ALVAREZ F.R.** *Full-scale vibrating pervaporation membrane unit : VOC removal from water and surfactant solutions.* Journal of Membrane Science, 2002, vol. 202, n° 1-2.

2.1.6 L'extraction/distillation

60. **BLACK E.R., HURLEY J.F., HAVERY D.C.** *Occurrence of 1,4-dioxane in cosmetic raw materials and finished cosmetic products.* Journal of AOAC International, 2001, vol. 84, n° 3, p. 666-670.
61. **CACHO J., FERREIRA V., FERNANDEZ P.** *Microextraction by demixing for the determination of volatile compounds in aqueous solutions.* Analytica Chimica Acta, 1992, vol. 264, n° 2, p. 311-317.
62. **COSIO R., RENE F.** *Composés volatils de la banane. Etude comparative de deux méthodes d'extraction appliquées à la pulpe de banane : cavendish, poyo.* Sciences des Aliments, 1997, vol. 16, n° 4, p. 515-528.
63. **HEWITT A.D.** *Comparison of sample preparation methods for the analysis of volatile organic compounds in soil samples: solvent extraction vs. vapor partitioning.* Environmental Science & Technology, 1998, vol. 32, n° 1, p. 143-149.
64. **HINTERHOLZER A., SCHIEBERLE P.** *Identification of the most odour-active volatiles in fresh, hand-extracted juice of Valencia late oranges by odour dilution techniques.* Flavour and Fragrance Journal, 1998, vol. 13, n° 1, p. 49-55.

2.2. L'analyse qualitative et/ou quantitative

2.2.1 Couplage GC – techniques de détection

65. **ARAKI R.Y., DODO G.H., REIMER S.H., et al.** *Protocol for the determination of selected neutral and acidic semi-volatile organic contaminants in fish tissue.* Journal of Chromatography A, 2001, vol. 923, n° 1-2, p. 177-185.
66. **CARRASCO A., SABY C., BERNADET P.** *Discrimination of Yves Saint Laurent perfumes by an electronic nose.* Flavour and Fragrance Journal, 1998, vol. 13, n° 5, p. 335-348.
67. **CHAI X.S., ZHU J.Y.** *Indirect headspace gas chromatographic method for vapor-liquid phase equilibrium study.* Journal of Chromatography A, 1998, vol. 799, n° 1-2, p. 207-214.
68. **DECASTRO M.D.L., FERNANDEZROMERO J.M.** *Synergistic approaches based on nonchromatographic continuous separation techniques (solid-phase extraction and pervaporation) and chromatography couplings.* Journal of Chromatography A, 1998, vol. 819, n° 1-2, p. 25-33.
69. **DEWETTINCK T., VAN HEGE K., VERSTRAETE W.** *The electronic nose as a rapid sensor for volatile compounds in treated domestic wastewater.* Water Research, 2001, vol. 35, n° 10.

70. **DEWULF J.O., LANGENHOVE H.V.** *Analysis of volatile organic compounds using gas chromatography.* Trends in Analytical Chemistry, 2002, vol. 21, n° 9-10, p. 637-645.
71. **DWIVEDI A.M.** *Residual solvent analysis in pharmaceuticals.* Pharmaceutical Technology North America, 2002, vol. 26, n° 11, p. 42-46.
72. **ENVIRONMENTAL ODOUR LABORATORY** *Welcome to the environmental odour laboratory [en ligne].* Disponible sur : < <http://www.odour.civeng.unsw.edu.au/index.htm> > (consulté le 08/02/03).
73. **FERREIRA B.S., VAN KEULEN F., DA FONSECA M.M.R.** *A microporous membrane interface for the monitoring of dissolved gaseous and volatile compounds by on-line mass spectrometry.* Journal of Membrane Science, 2002, vol. 208, n° 1-2, p. 49-56.
74. **GRIMM C.C.** *Microwave desorption-solid phase microextraction gas chromatographie analysis of geosmin and 2-methylisoborneol in catfish.* Food processing & sensory [en ligne]. 1998. Résumé disponible sur : < <http://www.nal.usda.gov/ttic/tektran/data/000009/53/0000095372.html> > (consulté le 08/02/03).
75. **GROTE A.A., KENNEDY E.R.** *Workplace monitoring for volatile organic compounds using thermal desorption-gas chromatography-mass spectrometry.* J. Environ. Monit., 2002, vol. 4, p. 679-684.
76. **GUO X., MITRA S.** *Development of pulse introduction membrane extraction for analysis of volatile organic compounds in individual aqueous samples, and for continuous on-line monitoring.* Journal of Chromatography A, 1998, vol. 826, n° 1, p. 39-47.
77. **HARTVIGSEN K., LUND P., HANSEN L.F., et al.** *Dynamic headspace gas chromatography/mass spectrometry characterization of volatiles produced in fish oil enriched mayonnaise during storage.* Journal of agricultural and food chemistry, 2000, vol. 48, n° 10, p. 4858-4867.
78. **HO Y.C., YAM K.L.** *Effects of individual components in a vitamin E formulation on off-odor release, melt flow index, and yellowness index of an HDPE polymer.* Polymer-plastics technology and engineering, 1999, vol. 38, n° 1, p. 19-41.
79. **HOKE P.B., MCGRATH J.J., LOCONTO P.R.** *Quantitative analysis by indirect and reactive static headspace GC. Determination of a thin film of water deposited on an aluminium surface : calibration considerations.* American Laboratory, 2002, vol. 34, n° 1.
80. **KARAI SZ K.G., SNOW N.H.** *The Use of Solid-Phase Microextraction/Gas Chromatography-Mass Spectrometry for the Determination of Degradation Products of Volatile and Semivolatile Compounds.* The Journal of microcolumn separation [en ligne]. 2001, vol. 13, n° 1, p. 1-7. Résumé disponible sur : < <http://www.infotrieve.com/search/databases/detailsNew.asp?artID=19132594> > (consulté le 11/02/03).

81. **KJELLER L.O.** *Addition of internal standards to particulate sample matrices for routine trace analyses of semivolatile organic compounds: a source of systematic and random errors.* Fresenius' Journal of Analytical Chemistry, 1998, vol. 361, n° 8, p. 791-796.
82. **ORTEGA C., LOPEZ R., CACHO J., et al.** *Fast analysis of important wine volatile compounds. Development and validation of a new method based on gas chromatographic-flame ionisation detection analysis of dichloromethane microextracts.* Journal of Chromatography A, 2001, vol. 923, n° 1-2, p. 205-214.
83. **PAGE B.D., LACROIX G.** *Application of solid-phase microextraction to the headspace gas chromatographic analysis of semi-volatile organochlorine contaminants in aqueous matrices.* Journal of Chromatography A, 1997, vol. 757, n° 1-2, p. 173-182.
84. **PAUL E.K.** *Electronic noses and their applications* **In:** World Congress on Neural Networks, 15-18 september 1996, San Diego, California, USA [**en ligne**]. USA : 1998. Disponible sur : <http://www.emsl.pnl.gov:2080/proj/neuron/papers/keller.wcnn96.html> > (consulté le 08/02/03).
85. **POLLIER P., OTT A., MONTIGON F., et al.** *Hyphenated headspace-GC-sniffing technique : the "SNIF" method.* Rivista Italiana EPPOS, 1997, p. 126-135.
86. **PRIEGO-LOPEZ E., LUQUE DE CASTRO M.D.** *Pervaporation-gas chromatography coupling for slurry samples : determination of acetaldehyde and acetone in food.* Journal of Chromatography A, 2002, vol. 976, n° 1-2, p. 399-407.
87. **QUEYLOUIS A.-M.** *Contribution à l'étude des composés organiques oxygénés volatils des plantes.* Doctorat chimie. Bordeaux: Université de Pharmacie, 1970.
88. **RUTHER J., HILKER M.** *A versatile method for on-line analysis of volatile compounds from living samples.* Journal of Chemical Ecology, 1998, vol. 24, n° 3, p. 525.
89. **SCHNITZLER W.H., BRODA S., SCHALLER R., et al.** *Characterization of internal quality of vegetables by headspace gas chromatography and "electronic nose".* Acta Horticulturae, 2000, vol. n° 517, p. 361-368.
90. **WAMPLER T.P.** *Automated analyses of volatiles in pharmaceutical environments and products.* Pharm. Manuf., 1984, vol. 1, n° p. 20-25.

2.2.2 Les techniques non couplées à la GC

91. **ARNAU G., LEON J.A., CENTRICH F.** *Improvement of the official guideline of the European Union for the analysis of total volatile basic nitrogen in fish samples.* Quim. Anal., 1997, vol. 16, n° 1, p. 59-62.
92. **ASHER W.E., PANKOW J.F., ERDAKOS G.B., et al.** *Estimating the vapor pressures of multi-functional oxygen-containing organic compounds using group*

- contribution methods*. Atmospheric Environment, 2002, vol. 36, n° 9, p. 1483-1498.
93. **BACKHEET E.Y.** *Micro determination of eugenol, thymol and vanillin in volatile oils and plants*. Phytochemical Analysis, 1998, vol. 9, n° 3, p. 134-140.
 94. **BEENEN A., NIESSNER R.** *Trace gas analysis by photoacoustic spectroscopy with NIR laser diodes*. American Institute of Physics, 1999, vol. 463, p. 211-213.
 95. **CLAUDIA R.-C., M G.C., A H.W.F.** *Determination of different volatile base components as quality control indices in fish by official methods and flow injection analysis*. Journal of food biochemistry, 2001, vol. 25, n° 6, p. 541-553.
 96. **COZZOLINO D., MURRAY I., SCAIFE J.R.** *Near infrared reflectance spectroscopy in the prediction of chemical characteristics of minced raw fish*. Aquaculture Nutrition, 2002, vol. 8, n° 1, p. 1-6.
 97. **CREASER C.S.** *Enhancing selectivity and sensitivity in the determination of volatile and semi-volatile organics*. In: 217th National Meeting of the American Chemical Society, March 21-25, 1999, Anaheim, California, USA. USA: American Chemical Society, 1999, 117 p.
 98. **EVANS M.V., EKLUND C.R.** *A graphical application of sensitivity analysis for gas uptake experiments using chloroform as an example*. Toxicology Methods, 2001, vol. 11, n° 4, p. 285-297.
 99. **HOFF H., BARGON J.** *A vibrating optical fiber tip as a new sensor to monitor organic vapours*. Sensors and Actuators, 2000, vol. B67, n° 1-2, p. 29-35.
 100. **ITO T., NAMIKI N., LEE M., et al.** *Electrostatic separation of volatile organic compounds by ionization*. Environmental Science & Technology, 2002, vol. 36, n° 19, p. 4170-4174.
 101. **JACQUINOT P., HODGSON A.W.E., MUELLER B., et al.** *Amperometric detection of gaseous ethanol and acetaldehyde at low concentrations on an Au-Nafion electrode*. Analyst, 1999, vol. 124, n° 6, p. 871-876.
 102. **KRICHMAR S.I., BARDACHEV Y.N., AFENDIK K.F., et al.** *An electroconductometric sensor for analysis of volatile electrolytes*. Ind. Lab., 1999, vol. 65, n° 5, p. 290-291.
 103. **LAURITSEN F.R., KETOLA R.A.** *Quantitative determination of semivolatiles organic compounds in solution using trap-and-release membrane inlet mass spectrometry*. Analytical chemistry, 1997, vol. 69, n° 23, p. 4917-4922.
 104. **MENDES M.A., EBERLIN M.N.** *Trace level analysis of VOCs and semi-VOCs in aqueous solution using a direct insertion membrane probe and trap and release membrane introduction mass spectrometry*. Analyst, 2000, vol. 125, n° 1, p. 21-24.
 105. **MORRIS L., CARUANA D.J., WILLIAMS D.E.** *Simple system for part-per-billion-level volatile organic compound analysis in groundwater and urban air*. Measurement Science and Technology, 2002, vol. 13, n° 4, p. 603-612.

106. **OLAFSDOTTIR G., FLEURENCE J.** *Evaluation of fish freshness using volatile compounds - classification of volatile compounds in fish.* In: Methods Determ. Freshness Fish Res. Ind., Proc. Final Meet. Concerted Action "Eval. Fish Freshness", 1997, Iceland. Paris: International Institute of Refrigeration, 1997, 15 p.
107. **OLAFSDOTTIR G., MARTINSDOTTIR E., OEHLENSCHLAEGER J., et al.** *Methods to evaluate fish freshness in research and industry.* Trends in food science & technology, 1997, vol. 8, n° 8, p. 258-265.
108. **ORCHARD B.J., DOUCETTE W.J., CHARD J.K., et al.** *A novel laboratory system for determining fate of volatile organic compounds in planted systems.* Environmental Toxicology and Chemistry, 2000, vol. 19, n° 4, p. 888-894.
109. **PENZA M., CASSANO G., TORTORELLA F.** *Identification and quantification of individual volatile organic compounds in a binary mixture by SAW multisensor array and pattern recognition analysis.* Measurement Science and Technology, 2002, vol. 13, n° 6, p. 846-858.
110. **PIVARNIK L., ELLIS P., WANG X., et al.** *Standardization of the ammonia electrode method for evaluating seafood quality by correlation to sensory analysis.* Journal of food science, 2001, vol. 66, n° 7, p. 945-952.
111. **PIVARNIK L.F., THIAM M., ELLIS P.C.** *Rapid determination of volatile bases in fish by using an ammonia ion-selective electrode.* Journal of AOAC International, 1998, vol. 81, n° 5, p. 1011-1022.
112. **RUIZ-CAPILLAS C., HORNER W.F.A.** *Determination of trimethylamine nitrogen and total volatile basic nitrogen in fresh fish by flow injection analysis.* Journal of the science of food and agriculture, 1999, vol. 79, n° 14, p. 1982-1986.
113. **S C.C., J W.D., BARRY S.** *In-membrane preconcentration/membrane inlet mass spectrometry of volatile and semivolatile organic compounds.* Analytical chemistry, 2000, vol. 72, n° 13, p. 2730-2736.
114. **SADOK S., UGLOW R.F., HASWELL S.J.** *Determination of trimethylamine in fish by flow injection analysis.* Analytica Chimica Acta, 1996, vol. 321, n° 1, p. 69-74.
115. **SPANEL P., DISKIN A.M., ABBOTT S.M., et al.** *Quantification of volatile compounds in the headspace of aqueous liquids using selected ion flow tube mass spectrometry.* Rapid Communications in Mass Spectrometry, 2002, vol. 16, n° 22, p. 2148-2153.
116. **THIERY D., MARION-POLL F.** *Electroantennogram responses of Douglas-fir seed chalcids to plant volatiles.* Journal of Insect Physiology, 1998, vol. 44, n° 5-6, p. 483-490.
117. **XIE Z., SIELEMANN S., SCHMIDT H., et al.** *Determination of acetone, 2-butanone, diethyl ketone and BTX using HSCC-UV-IMS.* Analytical and Bioanalytical Chemistry, 2002, vol. 372, n° 5-6, p. 606-610.

118. **YANG J., TSAI S.-S.** *Cooled internal reflection element for infrared chemical sensing of volatile to semi-volatile organic compounds in the headspace of aqueous solutions.* Analytica Chimica Acta, 2002, vol. 462, n° 2, p. 235-244.

3. REGLEMENTATION

3.1. Etats-Unis

119. *A burning issue : putting the heat on air pollutants.* Chemical Engineering, 1999, vol. 106, n° 5, p. 45-53.
120. *California keeps VOCs a volatile issue. (California Air Resources Board's regulation on use of volatile organic compounds in toiletries).* Chemical Week, 1999, n° 12, p. 44.
121. *National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants for Source Categories : Pharmaceuticals Production.* Federal Register, 1998, vol. 63, n° 182, p. 50280.
122. *Pharmaceutical manufacturing category effluent limitations guidelines, pretreatment standards, and new source performance standards; final rule.* Federal Register, 1998, vol. 63, n° 182, p. 50388.
123. *VOC emission limits set for consumer products.* Chemical Market Reporter, 1998, vol. 254, n° 9, p. 5.
124. *VOC : proposed rule sets consumer product caps.* Chemical Week, 1996, p 009.
125. *Washington letter Cosmetic, Toiletry and Fragrance Assn. campaigning for looser state VOC regulations.* Drug & Cosmetic Industry, 1994, vol. 154, n° 2, p. 10.
126. *California's lurch toward regulation of some key cosmetic products through their VOC (volatile organic compound) content picked up speed in late August.* Cosmetic Insiders' Report, 1990, vol. 9, n° 18, p. N/A.
127. *VOC emissions from consumer products draw regulations, defenders.* Soap Cosmetics Chemical Specialties, 1990, vol. 66, n° 1, p. 14.
128. **ANON** *Final rule exempts acetone from VOC definition.* Air Pollution Consult., 1995, vol. 5, n° 5, p. 2.31-33.
129. **ANON** *Quality standards for foods with no identity standards; bottled water.* Federal Register, 1994, vol. 59, n° 230, p. 61529-61538.
130. **ANON** *CARB continues VOC battle.* Soap Cosmetics Chemical Specialties, 1991, vol. 67, n° 9, p. 10-14.

131. **ANON SCC Chicago seminar : regulation dominant subject.** Drug & Cosmetic Industry, 1991, vol. 148, n° 6, p. 22-23.
132. **ANON Aerosol update : California regulations.** Cosmetics & Toiletries, 1990, vol. 105, n° 4, p. 29-33.
133. **BAKER H.** *Guide for compliance with new federal EPA VOC regulations.* Global cosmetic industry, 1999, vol. 164, n° 2, p. 30-33.
134. **BENTLEY D.** *Government regulations define environmental responsibilities (restrictions imposed on users of pressure sensitive adhesives).* Adhesives Age, 1991, vol. 34, n° 10, p. 38-41.
135. **BOULDEN M.E.** *Low VOCs : reformulation of personal care products.* Cosmetics & Toiletries, 1992, vol. 107, n° 6, p. 57-61.
136. **CALIFORNIA AIR RESOURCES BOARD** *Regulation for reducing volatile organic compound emissions from consumer products [en ligne].* Disponible sur : <<http://www.arb.ca.gov/consprod/regs/Cpreg.pdf>> (consulté le 03/02/03).
137. **COLWELL S.M., GAINES H., KINTISH L., et al.** *HBA '93 Global Expo.* Soap Cosmetics Chemical Specialties, 1993, vol. 69, n° 7, p. 43-44.
138. **DAVIS D.A.** *Marvels of inconsistency.* Drug & Cosmetic Industry, 1991, vol. 149, n° 10, p. 18.
139. **D'INNOCENZIO A.** *Concerns shift as battle spreads to the states; industry faces state as well as federal regulatory legislation.* Wwd, 1992, vol. 163, n° 46, p. C30.
140. **DONOHUE J.** *Csma division hears update on critical aerosol issues : clean air regulation of consumer products.* Soap Cosmetics Chemical Specialties, 1989, vol. 65, n° 1, p. 56,59,71.
141. **ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY** *An update on formaldehyde – 1997 revision [en ligne].* Disponible sur : < <http://www.epa.gov/iaq/pubs/formald2.html> > (consulté le 03/02/03).
142. **ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY** *Consumer and commercial solvents use [en ligne].* Disponible sur : <<http://www.epa.gov/ttn/chief/eiip/techreport/volume03/iii05.pdf>> (consulté le 03/02/03).
143. **MULLIN R.** *Solvents. Reformulation continues as the VOC target broadens : a review of raw materials.* Chemical Week, 1992, vol. 151, n° 14, p. 37-39.
144. **NAUDE A., SANTOS W.** *Just say no; getting alcohol out of hairspray will have industry scrambling for at least the next several years.* Chemical Marketing Reporter, 1992, vol. 242, n° 6, p. SR22.
145. **OTERI R., TAZI M., WALLS E., et al.** *Formulating hairsprays : for new air quality regulations.* Cosmetics & Toiletries, 1991, vol. 106, n° 7, p. 29-34.

146. **PRICE S.N.** *Keeping VOCs under control.* Cosmetic & Toiletries, 1995, vol. 110, n° 6, p. 42-44, 46, 48-49.
147. **RAMEY J.** *California looking to curb vapors.* Wwd, 1997, vol. 173, n° 40, p. S38.
148. **RAYMOND R.L.** *Fragrances and VOC regulations.* Cosmetics & Toiletries, 1992, vol. 107, n° 6, p. 49-52.
149. **ROCAFORT C.M., FOLTIS L.C.** *Formulating for lower VOC levels.* Cosmetics & Toiletries, 1999, vol. 114, n° 11, p. 85-92.
150. **SONI A.K.** *The Clean Air Act Amendments of 1990 : its impact on pharmaceutical processing.* Pharmaceutical Engineering, 1991, vol. 11, n° 5, p. 35-37.
151. **WALKER J.H.** *CARB revises draft VOC limits on consumer products.* Soap & Cosmetics, 1999, vol. 75, n° 8, p. 6.
152. **WALKER J.H.** *Oregon repeals consumer product regulation.* Soap & Cosmetics, 1999, vol. 75, n° 8, p. 7.
153. **WALKER J.H.** *National consumer products VOC rule final.* Soap Cosmetics Chemical Specialties, 1998, n° 10, p. 12.
154. **WURDINGER V.** *Hair care additives.* Drug & Cosmetic Industry, 1995, vol. 157, n° 6, p. 20-22.

3.2. Canada

155. **CANTOX ENVIRONMENTAL Inc.** *Plan de réduction des émissions de composés organiques volatils provenant des produits de consommation au Canada [en ligne].* Canada : Environmental Protection Publications, 2000. Disponible sur : < <http://dsp-psd.communication.gc.ca/Collection/En46-32-4F.pdf> > (consulté le 07/02/03).

3.3. Europe

156. **BINENSTOCK A.** *Updating preservatives.* Soap Cosmetics Chemical Specialties, 1990, vol. 66, n° 5, p. 32-34.
157. **BRIDGES B.** *Fragrance : emerging health and environmental concerns.* Flavour and Fragrance Journal, 2002, vol. 17, n° 5, p. 361-371.
158. **CHAVIGNY C.** *Les coiffants prennent du volume.* Parfums cosmétiques actualités, 2000, vol. 152, p. 39-46.

159. **CHIMIE HEBDO** *Juridique Directive Européenne sur les émissions de solvants [en ligne]*. Disponible sur : < <http://recherche.france-chimie.com/bin/show?file=42/juri42-8.htm> > (consulté le 23/01/03).
160. **CONSEIL DE L'UNION EUROPEENNE** *Directive 1999/13/CE du Conseil du 11 mars 1999 relative à la réduction des émissions de composés organiques volatils dues à l'utilisation de solvants organiques dans certaines activités et installations. [CD-ROM]*. Bruxelles : Euratom, 1999. J.O. numéro L 085 du 29/03/1999. Disponible sur : CD-Euroloi 27.
161. **EUROPEAN COMMISSION** *Cosmetics legislation [en ligne]*. 1999. Disponible sur : < <http://pharmacos.eudra.org/F3/home.html> > (consulté le 07/02/03).
162. **NOWAK F.** *Polymer approaches to meeting the low VOC challenge in hair spray*. *Cosmetics Aerosols & Toiletries*, 1993, vol. 7, n° 4, p. 18-22.
163. **PHILLIPSON I.** *CTPA comment. (on latest developments on Cosmetic Directive, Scientific Committee on Cosmetology guidelines)*. *Soap Perfumery & Cosmetics*, 1990, vol. 63, n° 12, p. 33.

3.4. Suisse

164. **CONFOEDERATIO HELVETICA** *Art. 35a Composés organiques volatils [en ligne]*. Disponible sur : < http://www.admin.ch/ch/f/rs/814_01/a35a.html > (consulté le 18/01/03).
165. **CONFOEDERATIO HELVETICA** *Taxe d'incitation sur les composés organiques volatils (COV) [en ligne]*. Disponible sur : < <http://www.admin.ch/cp/f/3675191B.7375A9D9@mbox.gseved.admin.ch.html> > (consulté le 18/01/03).
166. **OFFICE FEDERAL DE L'ENVIRONNEMENT, DES FORETS ET DU PAYSAGE** *Ordonnance sur la taxe d'incitation sur les composés organiques volatils (OVOC) [en ligne]*. Disponible sur : < <http://www.admin.ch/ch/f/as/2001/2834.pdf> > (consulté le 03/02/03).
167. **VON EUW R.** *Trois pas vers un meilleur milieu de vie [en ligne]*. Disponible sur : < <http://www.construire.ch/SOMMAIRE/0303/03soc.htm> > (consulté le 03/02/03).

3.5. Associations professionnelles

168. *VOCs, waste disposal worries occupy center stage at CTFA Arlington meeting*. *Drug & Cosmetic Industry*, 1990, vol. 147, n° 5, p. 40-44.
169. **ANON** *VOC regulations modified to suit CSMA and CTFA*. *Chemical Marketing Reporter*, 1992, vol. 241, n° 4, p. 5.

170. **ANON CTFA scientific conference : VOC limits for fragrances, coming sunscreen monograph.** Drug & Cosmetic Industry, 1991, vol. 149, n° 6, p. 34-36.
171. **CALOGERO A.V.** *Regulation of aerosols : an update.* Cosmetics & Toiletries, 1990, vol. 105, n° 9, p. 115-116.
172. **INTERNATIONAL FRAGRANCE ASSOCIATION** *Code & standards [en ligne].* Disponible sur : < <http://www.ifraorg.org/GuideLines.asp> > (consulté le 02/02/03).
173. **KEMELOR P.** *Changing mist.* Chemical Marketing Reporter, 1992, vol. 241, n° 17, p. sr20-sr22.
174. **REDBOURN D.** *Cosmetic aerosol regulations : living with labelling.* Soap, Perfumery & Cosmetics, 1998, vol. 71, n° 9, p. 44-48.

ANNEXE

Présentation des bases sélectionnées pour l'interrogation multibases Dialog - partie ANALYSE

Analytical Abstract (305)

Producteur : Royal Society of Chemistry

Domaine couvert : tous les champs de la chimie analytique (générale, inorganique, organique, pharmaceutique, biochimique, alimentaire, environnementale, instrumentale)

Nature de documents : articles de revues, rapports techniques, livres et monographies

Taille : 280 000 références en avril 2000

Mise à jour : hebdomadaire

Date de couverture : de 1980 à nos jours

Couverture géographique : internationale

Biosis previews (5)

Producteur : Biosis User Communications

Domaine couvert : sciences de la vie dont biochimie, biotechnologie, agriculture, biophysique...

Nature des documents : articles de revues, brevets, livres et monographies, conférences.

Taille : 13 811 400 références en novembre 2002

Mise à jour : hebdomadaire

Date de couverture : de 1969 à nos jours

Couverture géographique : internationale

CAB Abstract (50)

Producteur : CAB International Database Product Manager

Domaine couvert : Agriculture et disciplines afférentes (dont les biotechnologies)

Nature des documents : rapports, bibliographies, articles de revues, brevets, monographies et livres, conférences, colloques, thèse

Taille : 4 186 700 références en avril 2002

Mise à jour : mensuelle

Date de couverture : de 1972 à nos jours

Couverture géographique : internationale

Chemical Abstracts (399)

Producteur : Chemical Abstracts Service (CAS)

Domaine couvert : les différents aspects de la chimie en passant par le génie chimique, la biochimie et tous les domaines reliés à la chimie (environnement, agroalimentaire, matériaux, biotechnologie, toxicologie...).

Nature des documents : articles de revues, livres et monographies, rapports, conférences, thèses, brevets.

Taille : 17 445 468 références en octobre 2002

Mise à jour : hebdomadaire

Date de couverture : de 1967 à nos jours

Couverture géographique : internationale

EI Compendex (8)

Producteur : Elsevier Engineering Information Inc.

Domaine couvert : génie chimique, génie biologique, ingénierie énergétique, environnementale, électronique, électrique...

Nature de documents : Articles de revues, livres et monographies, rapports gouvernementaux, conférences, colloques

Taille : 4 630 000 références en juin 2000

Mise à jour : hebdomadaire

Date de couverture : de 1970 à nos jours

Couverture géographique : internationale

Inside Conferences (65)

Producteur : British Library

Domaine couvert : l'ensemble de la littérature issue de conférences.

Nature des documents : Conférences

Taille : 4 223 000 références en août 2002

Mise à jour : quotidienne

Date de couverture : de 1993 à nos jours

Couverture géographique : internationale

NTIS (6)

Producteur : National Technical Information Service

Domaine couvert : domaines de recherche en sciences et technologies, chimie, médecine et biologie, pharmacie et agriculture et alimentation.

Nature des documents : rapport, bibliographie, conférences, rapport gouvernementaux, articles de revues, thèse et brevets.

Taille : 2,197,200 références en novembre 2002

Mise à jour : hebdomadaire

Date de couverture : de 1964 à nos jours

Couverture géographique : internationale

Pascal (144)

Producteur : Information Scientifique et Technique (INIST)

Domaine couvert : base multidisciplinaire couvrant les sciences chimiques, les sciences physiques, les sciences de la vie, les sciences appliquées et technologiques, les sciences de l'information.

Nature des documents : articles de revues, livres et monographies, conférences, thèses, brevets, rapports.

Taille : 13 011 000 références en mai 2000

Mise à jour : hebdomadaire

Date de couverture : de 1973 à nos jours

Couverture géographique : internationale

SciSearch (34)

Producteur : Institute for Scientific Information (ISI)

Domaine couvert : base multidisciplinaire de la littérature scientifique, biomédicale et technologique.

Nature des documents : articles de revues

Taille : 10 048 000 références en octobre 2001

Mise à jour : hebdomadaire

Date de couverture : de 1990 à nos jours

Couverture géographique : internationale

Présentation des bases sélectionnées pour l'interrogation multibases Dialog - partie LEGISLATION

BioBusiness (285)

Producteur : BIOSIS

Domaine couvert : aspects économiques des sciences de la vie (dont les cosmétiques, l'agroalimentaire, le secteur pharmaceutique)

Nature de documents : articles de revues

Taille : 1 003 427 références en août 1998

Mise à jour : base de donnée fermée

Date de couverture : de janvier 1985 à août 1998

Couverture géographique : internationale

Chemical Safety NewsBase (317)

Producteur : Royal Society of Chemistry

Domaine couvert : information sur les dangers des produits chimiques et des procédés dans les industries et les laboratoires et sur leur réglementation

Nature de documents : rapports, livres et monographie, conférences, articles de revues.

Taille : 46 919 références en mars 1998

Mise à jour : mensuelle

Date de couverture : de 1981 à nos jours

Couverture géographique : internationale

Federal Register (180)

Il s'agit de la version électronique du Federal Register, un quotidien du gouvernement des Etats-Unis qui communique au grand public les actions entreprises par les agences gouvernementales.

Parmi les agences gouvernementales on trouve :

- la "Food and Drug Administration" (FDA)
- l'Agence de la Protection de l'Environnement (EPA)
- le Département de Santé
- le Department de l'Energie (DOE)
- le Département de l'Agriculture

Producteur : Federal Information & News Dispatch, Inc.

Domaine couvert : tous les domaines (agriculture, transport, éducation, technologies, environnement, énergie...)

Nature de documents : textes intégraux

Taille : 493 000 références en septembre 1999

Mise à jour : quotidienne

Date de couverture : de 1985 à nos jours

Couverture géographique : Etats-Unis

Gale Group Prompt (16)

Producteur : The Gale Group

Domaine couvert : tout ce qui touche le domaine industriel (dont les secteurs des biotechnologies, de la chimie, de la pharmaceutique, de l'agroalimentaire...)

Nature de documents : rapport, articles de revues, bulletin, articles de presse.

Taille : 7.8 million de références en août 2001

Mise à jour : quotidienne

Date de couverture : de 1990 à nos jours

Couverture géographique : internationale

Gale Group Trade & Industry (148)

Producteur : The Gale Group

Domaine couvert : information sur les industries de tous secteurs, les produits et les marchés

Type de documents : articles de revues, bulletins, articles de presse, en textes intégraux.

Taille : 8 millions de références en Août 2001

Mise à jour : quotidienne

Date de couverture : de janvier 1981 à nos jours

Couverture géographique : internationale

Pascal (114)

cf. : plus haut.

Wilson Business Abstracts Full Text (553)

Producteur : The H.W. Wilson Company

Domaine couvert : tout ce qui concerne la vie de l'entreprise, notamment dans les secteurs de la chimie et des cosmétiques. Réglementations gouvernementales.

Nature de documents : articles de revues, articles de presse

Taille : 1 503 025 références en août 2001

Mise à jour : mensuelle

Date de couverture : de 1983 à nos jours

Couverture géographique : internationale

Présentation des bases sélectionnées pour l'interrogation de CSA

Abstracts in New Technologies and Engineering (Ante)

Producteur : Cambridge Scientific Abstracts

Domaine couvert : les nouvelles technologies (comme les biotechnologies, le génie chimique, le génie biomédical et les technologies de l'information)

Type de documents : articles de revues, monographie, rapports, thèses, conférences.

Taille : 317 800 références en décembre 2002

Mise à jour : mensuelle

Date de couverture : de 1981 à nos jours

Couverture géographique : Etats-Unis et Royaume Unis

Présence d'un thésaurus.

Agricola

Producteur : National Agricultural Library

Domaine couvert : tous les aspects de l'agriculture et disciplines connexes (chimie, biotechnologie, agroalimentaire,...)

Type de documents : articles de revues, monographies, thèses, brevets, conférences, rapports.

Taille : 3 651 000 références en octobre 2001

Mise à jour : mensuelle

Date de couverture : de 1970 à nos jours

Couverture géographique : internationale

Présence d'un thésaurus.

Aqualine

Producteur : Cambridge Scientific Abstracts

Domaine couvert : tous les aspects liés à l'eau (législation, qualité, traitement, technologies, ...)

Type de documents : articles de revues, conférences, rapports, livres et thèses.

Taille : 228 190 références en janvier 2003

Mise à jour : mensuelle

Date de couverture : de 1950 à nos jours

Couverture géographique : internationale

Présence d'un thésaurus.

CSA Biological Sciences

Producteur : Cambridge Scientific Abstracts

Domaine couvert : médecine, biotechnologie, écologie, agriculture...

Type de documents : articles de revues, conférences, rapports, monographies, livres, brevets.

Taille : 2 872 707 références en avril 2002

Mise à jour : mensuelle

Date de couverture : de 1982 à nos jours

Couverture géographique : internationale

Présence d'un thésaurus.

International Pharmaceutical Abstracts (IPA)

Producteur : American Society of Health-System Pharmacists

Domaine couvert : pharmaceutique

Type de documents : articles de revues, conférences, rapports.

Taille : 334 170 références en octobre 2001

Mise à jour : mensuelle

Date de couverture : de 1971 à nos jours

Couverture géographique : internationale

Toxline

Producteur : U.S. National Library of Medicine

Domaine couvert : la toxicologie (pour les produits chimiques, pharmaceutiques, pesticides, les polluants environnementaux, ...)

Type de documents : articles de revues, monographie, rapports, thèses, conférences.

Taille : 503 120 références en octobre 2001

Mise à jour : mensuelle

Date de couverture : de 1994 à 2000

Couverture géographique : internationale

Présentation de la base sélectionnée pour l'interrogation de Science Direct

Embase

Producteur : Elsevier Science B.V.

Domaine couvert : médecine et disciplines connexes (dont la chimie)

Type de documents : articles de revues, conférences, livres.

Taille : 9 140 400 références en octobre 2002

Mise à jour : hebdomadaire

Date de couverture : de 1974 à nos jours

Couverture géographique : internationale

Présence d'un thésaurus.