

Norme internationale



6286

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION • МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ • ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION

Spectrométrie d'absorption moléculaire — Vocabulaire — Généralités — Appareillage

Molecular absorption spectrometry — Vocabulary — General — Apparatus

Première édition — 1982-08-15

ITEH STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 6286:1982

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0f606774-025f-4a79-b4b8-88a995194ac1/iso-6286-1982>

CDU 543.422 : 001.4

Réf. n° : ISO 6286-1982 (F)

Descripteurs : spectrophotométrie, spectrométrie d'absorption moléculaire, vocabulaire, appareil, généralités.

Prix basé sur 10 pages

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique correspondant. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO, participent également aux travaux.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour approbation, avant leur acceptation comme Normes internationales par le Conseil de l'ISO.

La Norme internationale ISO 6286 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 47, *Chimie*, et a été soumise aux comités membres en juillet 1980.

Les comités membres des pays suivants l'ont approuvée :

[ISO 6286:1982](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0f606774-025f-4a79-b4b8-88a995124c15/iso-6286-1982)

Afrique du Sud, Rép. d'
Allemagne, R.F.
Australie
Autriche
Belgique
Brésil
Chine

Corée, Rép. de
Égypte, Rép. arabe d'
France
Hongrie
Inde
Italie
Mexique

Pays-Bas
Pologne
Portugal
Roumanie
Suisse
URSS

Aucun comité membre ne l'a désapprouvée.

Spectrométrie d'absorption moléculaire — Vocabulaire — Généralités — Appareillage

1 Objet et domaine d'application

La présente Norme internationale donne, d'une part, les définitions d'un certain nombre de termes et quelques généralités sur la spectrométrie d'absorption moléculaire dans les solutions, et précise, d'autre part, certaines données générales relatives aux appareils utilisés et, en particulier, elle spécifie

- a) la terminologie à utiliser pour caractériser, de façon descriptive, ces appareils;
- b) les caractéristiques et les qualités d'un appareil, en indiquant sommairement le principe de certaines méthodes permettant de les vérifier.

2 Termes, définitions, symboles, formules et unités

La spectrométrie d'absorption moléculaire est une technique applicable à l'analyse qualitative et à l'analyse quantitative qui permet le mesurage de la concentration d'un composé dissous dans une solution; elle s'effectue dans le domaine proche ultraviolet, visible et proche infrarouge, ce qui correspond à l'intervalle des longueurs d'onde comprises entre environ 180 et 1 000 nm.

Les termes répertoriés dans les tableaux ci-après sont classés de manière qu'ils soient définis avant d'être utilisés dans des définitions ultérieures.

Le tableau 1 est donné à titre de rappel et de justification : il rassemble les termes du Vocabulaire international de l'éclairage dont il a été tenu compte pour le choix des termes et l'établissement de définitions faisant l'objet du tableau 2. Dans le tableau 1,

- les termes nos 1 à 8 correspondent à l'interaction d'un rayonnement électromagnétique quelconque mais de nature optique (UV, visible, IR) avec un milieu quelconque observé de l'extérieur;
- les termes nos 9 à 11 correspondent à l'interaction d'un rayonnement électromagnétique quelconque mais de nature optique (UV, visible, IR) avec un milieu à faces planes et parallèles, homogène, isotrope, non luminescent et non diffusant, observé de l'intérieur.

Le tableau 2 répond à l'objet de la présente Norme internationale et concerne donc l'interaction d'un faisceau de radiations lumineuses monochromatiques frappant, sous une incidence

normale, un milieu constitué par une solution homogène, isotrope, non luminescente et non diffusante contenue dans une cuve optique (à deux faces planes et parallèles). Dans le tableau 2,

- les termes nos 14 et 15 correspondent à l'aspect théorique et constituent une simple adaptation au cas particulier de la spectrométrie d'absorption moléculaire des termes nos 9 et 11;
- les termes nos 16 à 20 correspondent aux phénomènes et aux mesures réels;
- les termes nos 21 et 22 sont relatifs au mode d'expression des résultats.

Les termes anglais équivalents des termes définis dans les tableaux 1 et 2 sont donnés dans l'annexe.

3 Généralités

La spectrométrie d'absorption moléculaire obéit aux lois suivantes.

3.1 Loi de Lambert-Bouguer

Lorsqu'un faisceau de radiations monochromatiques parallèles de flux Φ_0 traverse, sous une incidence normale, un milieu absorbant à faces planes et parallèles, homogène, isotrope, non luminescent et non diffusant, avec un parcours optique b , le flux transmis Φ_{tr} est donné par l'équation

$$\Phi_{tr} = \Phi_0 e^{-kb}$$

où

- e est la base des logarithmes népériens;
- k est un coefficient d'absorption linéaire.

Cette formule découle de l'intégration de l'équation différentielle

$$d\Phi_{tr} = -k \Phi_{tr} dx$$

avec x variant de 0 à b , $d\Phi_{tr}$ étant la diminution du flux énergétique le long du parcours optique infiniment petit dx et Φ_{tr} étant la valeur du flux à l'abscisse x .

Tableau 1 — Rappel de définitions relatives au rayonnement et aux propriétés optiques de la matière

N°	Terme	Définition	Symbole	Formule	Symbole international de l'unité
1	flux incident ¹⁾	Flux énergétique ou lumineux du rayonnement frappant une face externe du milieu	Φ_0		W
2	flux transmis ¹⁾	Flux énergétique ou lumineux du rayonnement émergeant du milieu	Φ_{tr}		W
3	transmission (CIE 45-05-65)	Passage d'un rayonnement à travers un milieu, sans changement de longueur d'onde			
4	facteur de transmission (CIE 45-20-085)	Rapport du flux énergétique ou lumineux transmis au flux incident	τ	$\tau = \frac{\Phi_{tr}}{\Phi_0}$	
5	absorbance, densité optique à la transmission (CIE 45-20-100)	Logarithme décimal de l'inverse du facteur de transmission	A	$A = \lg \frac{1}{\tau}$	
6	flux absorbé en absence de phénomènes autres que l'absorption	Différence entre le flux incident et le flux transmis	Φ_a	$\Phi_0 - \Phi_{tr}$	W
7	absorption (CIE 45-05-070)	Transformation d'énergie rayonnante en une autre forme d'énergie par interaction avec la matière			
8	facteur d'absorption (CIE 45-20-115)	Rapport du flux énergétique ou lumineux absorbé au flux incident	a	$\frac{\Phi_a}{\Phi_0}$	
9	facteur de transmission interne (d'une lame homogène non diffusante) (CIE 45-20-090)	Rapport du flux énergétique ou lumineux atteignant la face de sortie de la lame, au flux ayant traversé la face d'entrée	τ_i		
10	absorbance interne, densité optique interne (CIE 45-20-105)	Logarithme décimal de l'inverse du facteur de transmission interne	A_i	$A_i = \lg \frac{1}{\tau_i}$	
11	facteur d'absorption interne (d'une lame homogène non diffusante) (CIE 45-20-120)	Rapport du flux énergétique ou lumineux absorbé entre les faces d'entrée et de sortie de la lame, au flux ayant traversé la face d'entrée	a_i		

1) La définition de ce terme, utilisé mais non défini dans le Vocabulaire international de l'éclairage, a été déduite des définitions des termes qui le suivent.

NOTE — Les références entre parenthèses sont celles de la publication CIE n° 38, *Vocabulaire internationale de l'éclairage* (TC 23) 1977.

Tableau 2 — Termes et définitions relatifs à la spectrométrie d'absorption moléculaire

N°	Terme	Définition	Symbole	Formule	Symbole international de l'unité
12	épaisseur ¹⁾	Distance entre les faces internes planes et parallèles d'une cuve optique	l		mm ou cm
13	parcours optique ¹⁾	Distance parcourue par un rayon lumineux entre les faces d'entrée et de sortie d'une solution placée dans une cuve optique	b		mm ou cm
14	facteur de transmission interne	Rapport du flux énergétique ou lumineux atteignant la face de sortie d'une solution placée dans une cuve optique, au flux ayant traversé sa face d'entrée	τ_i		
15	facteur d'absorption interne	Rapport du flux énergétique ou lumineux absorbé entre les faces d'entrée et de sortie d'une solution placée dans une cuve optique, au flux ayant traversé sa face d'entrée	α_i		
16	flux de référence	Flux énergétique du rayonnement monochromatique transmis par la cuve optique contenant la solution utilisée comme référence, et atteignant le détecteur	Φ_r		W
17	flux de mesure	Flux énergétique du rayonnement monochromatique transmis par la cuve optique contenant la solution sur laquelle est effectué le mesurage, et atteignant le détecteur	Φ_s		W
18	pourcentage de transmission	Rapport exprimé en pourcentage, du flux de mesure au flux de référence		$100 \frac{\Phi_s}{\Phi_r}$	
19	absorbance interne partielle, densité optique interne partielle ²⁾	Fraction de l'absorbance interne d'une solution due à certains de ses constituants. L'absorbance d'une solution pour des conditions expérimentales données est donc la différence entre son absorbance interne et celle de la solution utilisée comme référence	A_p	$\lg \frac{\Phi_r}{\Phi_s}$	
20	absorbance caractéristique interne partielle, densité optique interne partielle caractéristique ²⁾	Absorbance interne partielle d'une solution due à un seul de ses constituants (par exemple composé dissous à doser)	A_c	$\lg \frac{\Phi_r}{\Phi_s}$	
21	concentration	Quotient de la quantité de composé dissous par le volume de la solution Selon les unités utilisées, on distingue 21.1 et 21.2			
21.1	concentration en masse	Quotient de la masse du composé dissous par le volume de la solution	ρ		kg/m ³
21.2	concentration en quantité de matière	Quotient de la quantité de matière du composé dissous par le volume de la solution	c		mol/l

1) Les termes nos 12 et 13 sont équivalents lorsque le rayon lumineux incident est normal. Le produit du parcours optique par l'indice de réfraction de la solution absorbante est appelé «chemin optique».

2) Les termes «densité optique interne partielle» et «densité optique interne partielle caractéristique» sont des dénominations désuètes.

Tableau 2 (fin)

N°	Terme	Définition	Symbole	Formule	Symbole international de l'unité
22	coefficient d'absorbance caractéristique interne partielle	Absorbance caractéristique par unité d'épaisseur et par unité de concentration d'un composé dissous considéré NOTE — Par extension et usuellement, la concentration utilisée est souvent celle de l'élément ou de la molécule à doser. Selon les unités utilisées, on distingue 22.1 et 22.2			
22.1	coefficient spécifique d'absorbance massique	Coefficient d'absorbance pour lequel l'épaisseur est exprimée usuellement en centimètres et la concentration en grammes de composé dissous par litre de solution	a	$\frac{A_c}{l \rho}$	$\text{cm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{l}$
22.2	coefficient spécifique d'absorbance molaire ¹⁾	Coefficient d'absorbance pour lequel l'épaisseur est exprimée usuellement en centimètres et la concentration en moles de composé dissous par litre de solution	ϵ	$\frac{A_c}{l c}$	$\text{cm}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{l}$ ou $\text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$

1) Le coefficient spécifique d'absorbance molaire est souvent appelé «coefficient d'extinction».

NOTE — Les unités employées pour exprimer la concentration et l'épaisseur doivent être précisées, ainsi que la longueur d'onde de mesure, la température des solutions et, si possible, la largeur de la bande passante. Étant donné que l'absorbance due à un composé dépend de l'état dans lequel ce composé se trouve dans la solution, son coefficient d'absorbance n'est parfaitement défini que si la nature du solvant et les propriétés physico-chimiques de la solution sont précisées.

(standards.itech.ai)

Pour les termes nos 18, 19, 20 et 22, il est recommandé d'utiliser l'une des dispositions typographiques suivantes :

ISO 6286:1982

a) <https://standards.itech.ai/catalog/standards/sist/0f606774-025f-4a79-b4b8-88a995194ac1/iso-6286-1982>

t	solvant
x	
λ	indice ou unité

qui permet de préciser

- la température t , en degrés Celsius;
- la longueur d'onde de mesure λ , en nanomètres;
- la nature du solvant;
- la valeur x du terme en question, avec son indice ou son unité, si nécessaire.

Exemple :

Pour le coefficient spécifique d'absorbance massique

20	H_2O
2 200	
540	$\text{cm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{l}$

b)

x indice ou unité à t °C, λ nanomètres, solvant

Exemple :

Pour le coefficient spécifique d'absorbance massique

2 200 $\text{cm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{l}$ à 20 °C, 540 nm, en solution aqueuse

3.2 Loi de Beer

Le flux énergétique d'un faisceau de radiations monochromatiques parallèles décroît exponentiellement quand augmente, toutes choses égales par ailleurs, la concentration du composé absorbant :

$$\Phi_{tr} = \Phi_0 e^{-k_m \varrho}$$

ou

$$\Phi = \Phi_0 e^{-k_\varepsilon c}$$

où

Φ_0 est le flux incident;

Φ_{tr} est le flux transmis;

e est la base des logarithmes népériens;

k_m et k_ε sont des coefficients d'absorption constants dans les conditions expérimentales données;

ϱ est la concentration en masse;

c est la concentration en quantité de matière.

3.3 Additivité des lois de Lambert-Bouguer et Beer

ISO 6286:1982

Lorsqu'un faisceau de radiations monochromatiques parallèles traverse, sous une incidence normale, un milieu absorbant à faces planes et parallèles, homogène, isotrope, non luminescent et non diffusant, et constitué d'une solution de n composés dissous ne réagissant pas les uns sur les autres, l'absorbance de l'ensemble est égale à la somme des n absorbances caractéristiques.

3.4 Loi globale

Les lois de Lambert-Bouguer et Beer s'expriment par une équation unique :

$$\Phi_{tr} = \Phi_0 10^{-ab\varrho}$$

ou

$$\Phi_{tr} = \Phi_0 10^{-\varepsilon bc}$$

où

a est le coefficient spécifique d'absorbance massique constant dans les conditions expérimentales données;

b est le parcours optique;

ε est le coefficient spécifique d'absorbance molaire constant dans les conditions expérimentales données;

Φ_0 , Φ_{tr} , ϱ et c ont les mêmes significations qu'en 3.2.

Dans la pratique des dosages, on mesure en général des absorbances telles que l'on puisse en tirer l'absorbance caractéristique du composé dissous considéré, en appliquant la loi d'additivité (voir 3.3) sous la forme

$$A_2 - A_1 = A_c = ab\varrho = \varepsilon bc$$

où

A_1 est l'absorbance de la solution 1;

A_2 est l'absorbance de la solution 2;

A_c est l'absorbance caractéristique du composé dissous considéré;

a , b , c , ε et ϱ ont les mêmes significations qu'en 3.2 et dans l'équation précédente.

4 Appareillage

Le paragraphe 4.1 est destiné à faciliter l'exposition et la compréhension des objectifs prévus dans le chapitre 1 et qui sont détaillés en 4.2 et 4.3.

4.1 Éléments constitutifs des spectromètres d'absorption moléculaire

Les dispositifs qui composent les spectromètres d'absorption moléculaire, c'est-à-dire les appareils conçus pour la détermination de l'absorbance ou du pourcentage de transmission sont destinés à assurer les trois fonctions successives suivantes :

- production d'un faisceau de radiations d'une bande sélectionnée de longueurs d'onde et réglage de la largeur de la bande;
- présentation de la solution examinée dans le faisceau de radiations;
- mesurage.

Aux trois organes fondamentaux assurant ces trois fonctions sont associés des dispositifs divers (collimateurs, lentilles, miroirs fixes ou tournants, diaphragmes, fentes, etc.) qui donnent au faisceau une définition spatiale appropriée et le dirige sur les différentes parties de ces organes.

Un système de repérage des longueurs d'onde, dont la chiffraison peut correspondre à des longueurs d'onde (nm) ou à des nombres d'onde (cm⁻¹), complète l'appareil.

4.1.1 Dispositifs de production d'un faisceau de radiations

Le faisceau de radiations est caractérisé par sa constitution spectrale, son intensité, sa configuration et son cheminement spatial; en conséquence, sa production implique une source de radiations, un sélecteur des radiations émises et des dispositifs complémentaires divers.

Les caractéristiques spectrales d'un appareil ne sont pas liées à l'un ou à l'autre de ces constituants mais résultent de leur association.

4.1.1.1 Sources de radiations

Les sources de radiations se différencient principalement par le spectre d'émission qu'elles produisent. Ce spectre peut, en effet, couvrir un domaine de longueurs d'onde plus ou moins étendu et présenter un profil continu ou discontinu avec, selon les cas, des bandes plus ou moins larges ou des raies d'émission.

Par exemple, une lampe à filament de tungstène émet un spectre continu dans le visible et le proche infrarouge. D'autres exemples sont une lampe à hydrogène émettant un spectre continu dans l'ultraviolet et des lampes à vapeurs métalliques (Hg, Na, Cd, etc.) qui, dans certaines conditions, émettent un spectre de raies.

Un appareil peut être équipé d'une ou de plusieurs sources.

Certains types de sources de radiations continues sont associés à des interféromètres en vue d'obtenir une programmation temporelle de l'émission de radiations; il en résulte une exploitation particulière des signaux reçus par le détecteur (technique de transformation de Fourier). Cette technique supprime l'emploi des sélecteurs de radiations (4.1.1.2).

4.1.1.2 Sélecteur de radiations

C'est la partie de l'appareil constituée par le ou les dispositifs qui permettent l'isolement d'un faisceau de radiations à partir du spectre émis par la source de radiations. Selon les cas, une fente d'entrée et une fente de sortie sont associées ou non à ces dispositifs.

En fonction des phénomènes auxquels ils font appel, on peut classer ces dispositifs (qui peuvent être utilisés isolément, alternativement ou conjointement sur un même appareil) en

- a) filtres absorbants, dont le fonctionnement est basé sur l'absorption sélective de certaines radiations;
- b) filtres interférentiels, dont le fonctionnement est basé sur les interférences des radiations;
- c) prismes et réseaux, dont le fonctionnement est basé sur la dispersion des radiations (le terme «monochromateur» est souvent utilisé pour désigner le dispositif de sélection d'une bande étroite de longueur d'onde.

Ces dispositifs peuvent également être groupés en deux catégories suivant leur modalité d'emploi :

- sélecteurs à variation discontinue de longueur d'onde, qui font généralement appel aux filtres : le passage d'une longueur d'onde à une autre s'effectue par l'échange d'une pièce intercalée sur le trajet du faisceau de radiations. À chacune de ces pièces correspond une bande déterminée de longueurs d'onde;

- sélecteurs à variation continue de longueur d'onde, qui font appel aux prismes, aux réseaux et aux filtres interférentiels réglables : un dispositif mécanique agit de manière que les différentes radiations qu'ils séparent défilent de façon continue (par rapport à la fente de sortie lorsque celle-ci est matérialisée).

Cette fente de sortie du sélecteur est souvent réglable et est généralement réglée de manière qu'elle ait la même largeur que la fente d'entrée; sa largeur est l'un des paramètres dont dépend la pureté spectrale du faisceau de mesure.

4.1.1.3 Dispositifs complémentaires

Ce sont les éléments de l'appareil qui permettent de donner au faisceau de radiations une définition spatiale appropriée, c'est-à-dire : section, parallélisme et focalisation, cheminement (simple ou double faisceau), etc. Des dispositifs divers tels que collimateurs, lentilles, miroirs fixes ou tournants, diaphragmes, fentes, sont utilisés à cet effet.

4.1.2 Dispositifs de présentation de la solution

Pour qu'elles interceptent le faisceau de mesure, les solutions sont généralement présentées dans un récipient transparent appelé «cuve optique» ou plus simplement «cuve». Il en existe différentes versions qui diffèrent par leur géométrie et qui permettent une introduction discontinue ou continue des solutions à mesurer. Les plus banales sont parallélépipédiques. Les cuves sont généralement supportées et positionnées à l'aide d'un porte-cuves qui, dans les appareils pour le visible et l'ultraviolet, se trouve à la sortie du sélecteur de radiations.

Le compartiment où est monté le porte-cuves est, suivant la conception de l'appareil, plus ou moins totalement à l'abri de la lumière ambiante et peut être équipé de dispositifs complémentaires tels que conditionnement thermique, asservissement de mise en place, etc.

4.1.3 Chaîne de mesurage

La transformation des informations contenues dans le faisceau transmis en indications exploitables par l'utilisateur de l'appareil, implique (en faisant abstraction des dispositifs de stabilisation électronique)

- a) la réception du faisceau sur un détecteur;
- b) l'amplification, s'il y a lieu, du signal émis par le détecteur;
- c) la présentation du signal amplifié, par le dispositif indicateur.

4.1.3.1 Détecteur

D'une façon générale, les détecteurs transforment en énergie électrique le flux énergétique transporté par le faisceau de radiations transmis. Leur fonctionnement est basé

- soit sur les phénomènes de photoémission : cellules photoémissives,
- soit sur les phénomènes de photoconduction : cellules photoconductrices et cellules photovoltaïques.

Les différents types de détecteurs correspondants peuvent être utilisés isolément ou conjointement sur un même appareil :

- a) les cellules photoémissives, appelées aussi «photoémetteurs», correspondent aux tubes à vide, aux tubes à gaz et aux photomultiplicateurs (qui sont des tubes à vide à amplification par émission secondaire); leur domaine de longueur d'onde d'utilisation est imposé par le ou les métaux constituant la cathode; elles peuvent être utilisées entre 200 et 1 000 nm mais sont en général utilisées entre 200 et 500 nm;
- b) les cellules photoconductrices, appelées aussi «cellules photorésistantes», sont constituées par un élément résistant dont la conductivité varie en fonction de l'irradiation; elles sont utilisées dans le domaine des longueurs d'onde supérieures à 700 nm;
- c) les cellules photovoltaïques, appelées aussi «photopiles» ou «cellules à couche d'arrêt»; elles peuvent être utilisées entre 230 et 1 000 nm mais sont en général utilisées entre 400 et 800 nm.

L'intensité du faisceau devant être ajustée aux caractéristiques du détecteur de mesure, il est généralement prévu un système mécanique susceptible de réduire cette intensité. Selon le cas, il s'agit de dispositifs réglables de façon continue ou discontinue, tels que diaphragmes, grilles, verres absorbants, etc. Ces dispositifs peuvent être assujettis à des réglages automatiques maintenant, par exemple, l'intensité lumineuse constante quelle que soit la longueur d'onde utilisée.

4.1.3.2 Amplificateur

Les signaux électriques délivrés par le détecteur étant généralement faibles, voire très faibles, il convient, dans la majorité des cas, de les amplifier.

Les amplificateurs utilisés sont à courant continu ou à courant alternatif. Ces derniers impliquent que le faisceau lumineux reçu sur le détecteur soit modulé, ce qui est obtenu à l'aide de dispositifs mécaniques, électroniques, électromécaniques ou autres.

4.1.3.3 Dispositif indicateur

Les signaux électriques émis par le détecteur sont, après amplification, exprimés en pourcentage de transmission ou en unités d'absorbance. C'est sous l'une ou l'autre de ces formes, parfois sous les deux, qu'ils se traduisent le plus souvent sur le dispositif indicateur qui, dans certains appareils comportant un calculateur, peut cependant fournir directement des résultats exprimés en unités de concentration.

Les dispositifs indicateurs peuvent être du type analogique ou numérique. Les dispositifs analogiques ont une échelle continue avec un index (galvanomètres à spot ou à aiguille, échelle mobile par rapport à un index fixe, enregistreur, etc.) et les dispositifs indicateurs numériques affichent un nombre (tubes indicateurs, diodes électroluminescentes, cristaux, etc.).

Si l'appareil délivre un document sur lequel sont reportés les résultats, on distingue, selon le cas,

- a) les enregistreurs donnant les valeurs délivrées sous forme analogique (le tracé peut être «continu» ou «point par point»);

- b) les imprimeurs donnant les valeurs délivrées sous forme numérique.

En définitive, le dispositif indicateur est une chaîne électronique dont la nature varie avec les appareils et qui assure la transformation des signaux électriques en informations exploitables par l'utilisateur.

4.2 Principaux types d'appareils

Les spectromètres conçus pour la détermination de l'absorbance ou du pourcentage de transmission d'une solution peuvent être classés selon différents critères et, notamment, suivant la nature du dispositif de sélection des radiations et/ou la nature du dispositif de mesurage.

NOTE — Le terme «photomètre» est réservé à un appareil destiné à mesurer des grandeurs photométriques, équipé de détecteurs pour la vision photopique $V(\lambda)$.

Suivant la nature du dispositif de sélection des radiations, on distingue les appareils suivants.

4.2.1 Appareils à sélecteur de radiations à variation continue et discontinue

4.2.1.1 Appareils à sélecteur de radiations à variation continue

Ce sont des appareils pour lesquels une variation continue des longueurs d'onde est possible. Ils comportent une source de radiations à spectre continu, associée à un sélecteur de radiations à variation continue de longueur d'onde.

4.2.1.2 Appareils à sélecteur de radiations à variation discontinue

Ce sont des appareils pour lesquels une variation continue des longueurs d'onde est impossible. Suivant l'origine de la discontinuité du spectre, on distingue

- a) les appareils à spectres de raies dont le spectre discontinu est dû à la source de radiations;
- b) les appareils à filtres absorbants et les appareils à filtres interférentiels dont le spectre discontinu est dû au sélecteur de radiations.

4.2.2 Appareils à double faisceau et à simple faisceau

Selon que l'on compare de façon simultanée ou successive le flux de mesure et celui de référence, on distingue le plus couramment les types d'appareils suivants.

4.2.2.1 Appareils à double faisceau

Le résultat du mesurage donné par l'appareil résulte d'une comparaison simultanée entre le flux de mesure et le flux de référence; le processus de mesurage porte donc toujours sur deux faisceaux à la fois (deux cuves optiques).

Les réalisations pratiques sont variées : généralement deux faisceaux de radiations issus d'une même source sont dirigés soit sur deux détecteurs montés en opposition, soit sur un détec-