
Norme internationale



1431/2

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

1986

Caoutchouc vulcanisé ^{ou thermoplastique} — Résistance au craquelage par l'ozone —
Partie 2 : Essai de déformation dynamique

Rubber, vulcanized — Resistance to ozone cracking — Part 2 : Dynamic strain test

or thermoplastic
Première édition — 1982-08-15

STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 1431-2:1982](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a6f0caf4-a65e-4f88-8b58-378450f980ed/iso-1431-2-1982)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a6f0caf4-a65e-4f88-8b58-378450f980ed/iso-1431-2-1982>

CDU 678.4.063 : 620.193.2

Réf. n° : ISO 1431/2-1982 (F)

Descripteurs : caoutchouc, essai, fissuration, ozone, essai dynamique.

Prix basé sur 6 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 1431/2 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 45, *Élastomères et produits à base d'élastomères*, et a été soumise aux comités membres en juillet 1980.

Les comités membres des pays suivants l'ont approuvée : <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a6f0caf4-a65e-4f88-8b58-378450f980ed/iso-1431-2-1982>

Afrique du Sud, Rép. d'	France	Royaume-Uni
Australie	Hongrie	Sri Lanka
Belgique	Inde	Suède
Brésil	Irlande	Thaïlande
Canada	Italie	Turquie
Chine	Pays-Bas	URSS
Danemark	Pologne	USA
Égypte, Rép. arabe d'	Portugal	
Espagne	Roumanie	

Les comités membres des pays suivants l'ont désapprouvée pour des raisons techniques :

Allemagne, R. F.
Autriche

Caoutchouc vulcanisé — Résistance au craquelage par l'ozone —

Partie 2 : Essai de déformation dynamique

1 Objet et domaine d'application

La présente partie de l'ISO 1431 spécifie une méthode de détermination de la résistance au craquelage des caoutchoucs vulcanisés, lorsqu'ils sont exposés sous un allongement dynamique à l'air contenant une concentration déterminée d'ozone à une température déterminée, dans des circonstances où sont exclus les effets de la lumière directe.

Il est nécessaire d'être prudent lorsqu'on essaie de relier les résultats d'un essai normalisé aux performances en service, car la résistance relative à l'ozone de différents vulcanisats peut varier de façon notable selon les conditions, en particulier selon la concentration d'ozone et la température. En outre, les essais sont effectués sur des éprouvettes minces déformées sous allongement, et l'importance de l'attaque pour des articles en service peut être tout à fait différente en raison des dimensions, du type de déformation et de l'importance de celle-ci. Des notes explicatives sur la nature du craquelage par l'ozone sont données en annexe.

Les méthodes de détermination de la résistance au craquelage par l'ozone dans des conditions de déformation statique sont spécifiées dans l'ISO 1431/1. Une méthode de référence pour l'estimation de la concentration de l'ozone fera l'objet de l'ISO 1431/3.

2 Références

ISO 37, *Caoutchouc vulcanisé — Essai de traction-allongement.*

ISO 471, *Caoutchouc — Températures, humidités et durées normales pour le conditionnement et l'essai des éprouvettes.*

ISO 1431/1, *Caoutchouc vulcanisé — Résistance au craquelage par l'ozone — Partie 1 : Essai de déformation statique.*

ISO 4661, *Caoutchouc — Préparation des éprouvettes.*

3 Définition

Dans le cadre de la présente partie de l'ISO 1431, la définition suivante est applicable.

déformation dynamique : Déformation de nature sinusoïdale (habituellement déformation en traction) qui varie avec le temps à un taux de répétition ou à une fréquence choisi(e).

On utilise la déformation maximale et la fréquence pour décrire les conditions de déformation dynamique.

4 Principe

Exposition des éprouvettes, soit sous une déformation dynamique continue, soit sous des déformations dynamiques et statiques par périodes alternées, dans une chambre fermée à une température constante, et à une atmosphère contenant une concentration donnée d'ozone. Examen des éprouvettes à certains intervalles pour voir si des craquelures sont apparues.

Deux méthodes d'évaluation possibles sont décrites pour des valeurs choisies de la concentration d'ozone et de la température d'exposition :

- Détermination de la présence ou de l'absence de craquelures après exposition pendant un temps spécifié à une déformation dynamique donnée ou, à la fois, à des déformations dynamiques et statiques.
- Détermination du temps nécessaire pour qu'apparaissent les premières craquelures pour une déformation dynamique donnée ou une combinaison donnée de déformations dynamiques et statiques.

5 Appareillage (voir la figure)

5.1 Chambre d'essai.

La chambre d'essai doit être fermée, non éclairée, thermostatée à ± 2 °C de la température de l'essai, revêtue ou faite d'un matériau (par exemple l'aluminium) qui ne décompose pas facilement l'ozone. Les dimensions doivent être telles que les conditions de 5.5 soient satisfaites. La chambre doit comporter une fenêtre par laquelle on peut observer la surface des éprouvettes.

5.2 Source d'air ozonisé.

L'un ou l'autre des dispositifs suivants peut être utilisé :

- une lampe à ultraviolets;
- un tube à effluves.

Dans le dernier cas, il est nécessaire d'utiliser de l'oxygène pour éviter la formation d'oxydes d'azote. On peut diluer l'air ou l'oxygène ozonisé avec de l'air pour obtenir la concentration d'ozone désirée. L'air utilisé pour former l'ozone ou pour réaliser les dilutions doit être purifié au préalable, en passant sur du charbon actif, et doit être exempt de toutes impuretés susceptibles d'avoir une influence sur la concentration d'ozone, le craquelage ou le dosage de l'ozone.

La température de la source doit être maintenue constante à ± 2 °C.

L'air ozonisé doit être envoyé de la source dans la chambre d'essai en traversant un échangeur de température destiné à le porter à la température que demande l'essai, et doit être amené à l'humidité relative spécifiée (voir 8.3).

5.3 Moyens de réglage de la concentration en ozone.

Ces moyens peuvent être, mais pas obligatoirement, automatiques.

Lorsque la source utilisée est la lumière ultraviolette, la quantité d'ozone produite peut être réglée soit en ajustant la tension appliquée au tube ou le débit de gaz, soit en plaçant un écran sur une partie du tube exposé à l'écoulement du gaz. Lorsque l'on utilise un tube à effluves, la quantité d'ozone produite peut être réglée en ajustant la tension appliquée au générateur, les dimensions des électrodes, le débit d'oxygène, ou le débit de l'air de dilution. On peut aussi faire une dilution en deux temps de l'air ozonisé. Les ajustements doivent être faits de manière à maintenir la concentration dans les limites de tolérance données en 8.1. En outre, toutes les fois qu'on ouvre la chambre d'essai pour y placer les éprouvettes ou pour les examiner, la concentration d'ozone doit revenir à la concentration utilisée pour l'essai dans un délai de 30 min. À aucun moment, la concentration en ozone entrant dans la chambre ne doit être supérieure à la concentration spécifiée pour l'essai.

5.4 Moyens de détermination de la concentration en ozone.

Un moyen permettant de prélever un échantillon d'air ozonisé au voisinage des éprouvettes se trouvant dans la chambre et un moyen pour mesurer la teneur en ozone de celui-ci doivent être prévus.

La méthode de référence utilisée pour déterminer la concentration en ozone fera l'objet de l'ISO 1431/3. Cependant, d'autres méthodes, par exemple électrochimiques ou colorimétriques, peuvent être utilisées, pourvu qu'elles soient étalonnées par rapport à la méthode de référence. Il est nécessaire d'utiliser des tubes en verre pour amener l'air ozonisé au dispositif de mesure. Les matières plastiques sont à proscrire, sauf pour les petits raccords entre les tubes en verre. La totalité du tube d'échantillonnage doit être purgée avant de l'utiliser pour mesurer la concentration en ozone, en y faisant passer de l'air très concentré en ozone suffisamment longtemps pour que toutes les impuretés soient oxydées.

5.5 Moyens de réglage du débit gazeux.

Des moyens doivent être prévus pour permettre d'ajuster la vitesse moyenne d'écoulement de l'air ozonisé dans la chambre d'essai à une valeur non inférieure à 8 mm/s, et de préférence

comprise entre 12 et 16 mm/s, calculée à partir du débit de gaz mesuré dans la chambre, divisé par la section droite réelle de la chambre normale au courant gazeux. Dans les essais destinés à être comparés, la vitesse ne doit pas varier de plus de ± 10 %. Le débit de gaz est le volume d'air ozonisé par unité de temps et il doit être suffisamment élevé pour empêcher une diminution importante de la concentration en ozone dans la chambre du fait de la destruction de l'ozone par les éprouvettes. La vitesse à laquelle ce dernier est détruit varie en fonction du caoutchouc utilisé, des conditions d'essai et d'autres caractéristiques de l'essai. De façon générale, il est recommandé que le rapport de la superficie exposée des éprouvettes au débit de gaz ne soit pas supérieur à $12 \text{ s}\cdot\text{m}^{-1}$, mais il est possible que cette valeur ne soit pas toujours suffisamment basse. Dans les cas douteux, les effets de la destruction doivent être vérifiés expérimentalement et, si nécessaire, on diminuera la superficie des éprouvettes. On utilisera un écran de diffusion ou un dispositif équivalent pour favoriser le mélange du gaz entrant avec celui qui se trouve dans la chambre.

5.6 Appareil d'essai dynamique.

Il doit être fait en un matériau (par exemple l'aluminium) qui ne décompose pas facilement l'ozone.

Ses caractéristiques essentielles sont les parties fixes, munies de mâchoires destinées à maintenir l'une des extrémités de chacune des éprouvettes en position fixe, et les parties similaires mobiles, destinées à maintenir l'autre extrémité de chaque éprouvette. Le mouvement de va-et-vient doit être tel que, au début, la distance minimale entre les mâchoires donne une déformation nulle et que la distance maximale donne la déformation maximale spécifiée.

Les parties mobiles sont disposées de telle manière que leur déplacement se fait en ligne droite et dans la direction de la ligne commune des centres de chaque paire de mâchoires opposées. Les plans correspondants des mâchoires supérieure et inférieure doivent rester parallèles l'un à l'autre pendant tout le déplacement.

L'excentrique qui met en mouvement les parties mobiles doit être entraîné par un moteur à vitesse constante donnant une fréquence de $0,5 \pm 0,025$ Hz. Si nécessaire, une minuterie de programmation qui arrête l'appareil après une période d'exposition dynamique et le remet en marche après la période de repos peut être prévue.

Les mâchoires doivent maintenir les éprouvettes solidement, sans glissement ni déchirement, et permettre un ajustement des éprouvettes pour qu'elles soient correctement maintenues. Chaque éprouvette doit être maintenue de telle manière que les deux faces soient en contact avec l'air ozonisé et que le sens de la longueur soit dans la direction de l'écoulement de l'air.

6 Éprouvette

L'éprouvette doit être constituée par une bande droite dont la largeur n'est pas inférieure à 10 mm, l'épaisseur est égale à $2,0 \pm 0,2$ mm et la longueur n'est pas inférieure à 40 mm entre les mâchoires avant étirement.

Elle doit être découpée dans une feuille fraîchement moulée ou, si nécessaire, dans un produit fini conformément à l'ISO 4661.

Elle doit avoir une surface d'essai absolument intacte; la résistance à l'ozone ne doit pas être déterminée sur des surfaces qui ont été coupées ou meulées. La comparaison de divers matériaux n'est valable que si le craquelage est déterminé sur des surfaces de fini similaire obtenu par la même méthode.

Les extrémités de l'éprouvette maintenues dans les mâchoires peuvent être protégées par une laque résistante à l'ozone. On doit prendre soin de choisir une laque dont le solvant ne produit pas un gonflement sensible du caoutchouc. On ne doit pas utiliser de graisse de silicone. L'éprouvette peut aussi avoir des extrémités modifiées, par exemple comporter des épaulements permettant de l'étirer sans provoquer de concentration de contrainte excessive ni de rupture au niveau des mâchoires pendant l'exposition à l'ozone.

Au moins trois éprouvettes doivent être utilisées pour chaque condition d'essai.

NOTES

1 Il est recommandé de vulcaniser les plaques à essayer sous une feuille d'aluminium polie, qui est maintenue au contact du caoutchouc jusqu'à préparation des éprouvettes. On obtient ainsi une protection lors des manipulations et l'on est sûr d'avoir une surface d'essai nette au moment de l'essai.

2 Il est parfois impossible de découper les éprouvettes normalisées. Dans ces cas, on peut utiliser les éprouvettes en forme d'haltère T 50 ayant une longueur de 50 mm et une largeur de 2 mm. Utilisées pour déceler le début du craquelage, ces éprouvettes se sont révélées donner des résultats à peu près équivalents à ceux donnés par les éprouvettes normalisées au même pourcentage d'allongement. Les éprouvettes en forme d'haltère conformes à l'ISO 37 peuvent aussi être utilisées.

7 Conditionnement

Pour tous les essais, le délai minimal entre la vulcanisation et la mise sous tension des éprouvettes doit être de 16 h.

Pour les essais ne concernant pas des produits finis, le délai maximal entre la vulcanisation et la mise sous tension des éprouvettes doit être de 4 semaines.

Pour les essais concernant des produits finis, chaque fois que cela est possible, le délai entre la vulcanisation et la mise sous tension des éprouvettes ne doit pas être supérieur à 3 mois. Dans les autres cas, les essais doivent être effectués dans les 2 mois qui suivent la date de réception du produit par le client.

Les éprouvettes et les plaques d'essai ne doivent pas entrer en contact avec des vulcanisats de composition différente, entre le moment de la vulcanisation et la mise en place dans la chambre d'essai. Ceci est nécessaire pour empêcher les additifs, qui peuvent avoir une influence sur le développement de craquelures à l'ozone, par exemple les anti-ozones, de migrer par diffusion d'un vulcanisat dans les vulcanisats voisins.

Il est recommandé de placer une feuille d'aluminium entre les éprouvettes et les plaques de compositions différentes, mais toute autre méthode empêchant la migration des additifs peut être utilisée.

Les échantillons et les éprouvettes doivent être conservés dans l'obscurité, dans une atmosphère exempte d'ozone, durant le temps séparant la vulcanisation de l'essai; la température nor-

male de stockage doit être la température normale de laboratoire (voir ISO 471), mais d'autres températures, contrôlées, peuvent être utilisées si elles sont appropriées à des applications particulières. Ces conditions de stockage doivent également être utilisées, autant que possible, pour les produits. Pour les déterminations destinées à être comparées, la durée et les conditions de stockage doivent être les mêmes.

8 Conditions d'essai

8.1 Concentration en ozone

Sauf spécification contraire, l'essai doit être effectué à une concentration en ozone de 50 ± 5 parties pour cent millions en volume (ppcm). S'il est nécessaire d'avoir une concentration plus faible pour essayer des caoutchoucs utilisés dans une atmosphère peu concentrée en ozone, il est recommandé d'employer une concentration en ozone de 25 ± 5 ppcm. Dans le cas de polymères hautement résistants, il est recommandé d'utiliser une concentration pour l'essai de 100 ± 10 ppcm ou 200 ± 20 ppcm.

NOTE — On a trouvé que des différences de pression atmosphérique peuvent avoir une influence sur le craquelage à l'ozone lorsque les éprouvettes sont exposées à une concentration d'ozone constante exprimée en parties pour cent millions. On peut tenir compte de cette influence en exprimant la teneur en ozone de l'air ozonisé en fonction de la pression partielle d'ozone, c'est-à-dire en millipascals, et en faisant les comparaisons à pression partielle constante d'ozone.

Sous des conditions normales de pression atmosphérique et de température (101 kPa et 273 K) une concentration en ozone de 1 ppcm équivaut à une pression partielle d'ozone de 1,01 mPa.

Des directives supplémentaires seront données dans l'ISO 1431/3.

8.2 Température

La température d'essai recommandée est de 40 ± 2 °C. D'autres températures, par exemple 30 ± 2 °C ou 23 ± 2 °C, peuvent être utilisées, mais les résultats obtenus diffèrent alors de ceux obtenus à 40 ± 2 °C.

8.3 Humidité relative

L'humidité relative de l'air ozonisé ne doit normalement pas dépasser 65 % à la température de l'essai.

Une humidité très élevée peut avoir une influence sur les résultats; pour les produits destinés à être utilisés sous des climats très humides, l'essai doit être effectué à une humidité relative de 80 à 90 %.

8.4 Allongement maximal

Les essais doivent normalement être effectués sous allongement maximal du cycle de déformation dynamique à un ou plusieurs des taux suivants :

5 ± 1 , 10 ± 1 , 15 ± 2 , 20 ± 2 , 25 ± 2 , 30 ± 2 %

9 Mode opératoire

9.1 Généralités

Régler le débit et la température du gaz ozonisé ainsi que sa teneur en ozone aux valeurs requises. Mettre en place chaque éprouvette, montée sous une tension nulle dans l'appareil d'essai dynamique, et, en déplaçant la partie mobile de l'appareil, régler la course maximale entre les mâchoires pour produire l'allongement maximal requis. Déplacer la partie mobile à la position de course minimale et vérifier que l'éprouvette est revenue à la tension nulle.

Après insertion dans la chambre d'essai, mettre en marche l'appareil d'essai dynamique. Maintenir les conditions d'essai aux niveaux requis. Aucun réglage ne doit être effectué au cours de l'essai pour modifier les courses minimale et maximale entre les mâchoires. Ainsi, aucun réglage ne doit être effectué pour modifier la déformation nulle et la déformation maximale causée par le développement d'une déformation rémanente dans l'éprouvette.

Arrêter périodiquement l'appareil lorsque l'éprouvette est maintenue sous allongement maximal et examiner celle-ci pour voir si des craquelures sont apparues, à l'aide d'une loupe de grossissement X 7 environ, en éclairant correctement les éprouvettes au moment de l'examen. On peut soit monter la loupe dans une fenêtre située dans la paroi de la chambre, soit retirer de cette chambre pour un temps très court les éprouvettes laissées dans leurs mâchoires. Ne pas manipuler ni heurter les éprouvettes au cours de l'examen.

NOTES

1 On attire l'attention sur la haute toxicité de l'ozone. Prendre les mesures appropriées pour que l'opérateur ne soit exposé qu'au minimum à ce gaz.

2 Ne pas tenir compte des craquelures apparues sur les surfaces qui ont été coupées ou meulées.

Il existe essentiellement deux types admis d'exposition dynamique, les types continu et intermittent. Dans le premier, les éprouvettes sont soumises en continu à des déformations cycliques comprises entre zéro et l'allongement maximal, tandis que dans le second, elles sont soumises alternativement à des cycles dynamiques et à une exposition statique.

9.2 Exposition dynamique continue

Deux modes opératoires possibles peuvent être utilisés pour exposer les éprouvettes.

9.2.1 Mode opératoire A

Soumettre les éprouvettes à des cycles d'allongements compris entre zéro et 10 % à 0,5 Hz et, après 72 h, examiner pour voir s'il est apparu des craquelures (les spécifications relatives à un matériau peuvent indiquer un autre allongement maximal et une autre durée d'exposition).

9.2.2 Mode opératoire B

Soumettre les éprouvettes à des cycles d'allongements compris entre zéro et une ou plusieurs des valeurs maximales indiquées en 8.4 à 0,5 Hz. Si l'on utilise un seul allongement, il doit être

de 10 %, sauf spécification contraire. Examiner les éprouvettes après 2, 4, 8, 16, 24, 48, 72 et 96 h et, si nécessaire, à des intervalles appropriés, et noter le temps correspondant à l'apparition des premières craquelures.

NOTE — Il est parfois inutile d'examiner les éprouvettes après 16 h.

9.3 Exposition dynamique intermittente

Soumettre les éprouvettes à des cycles d'allongements compris entre zéro et l'allongement maximal spécifié, pendant la durée spécifiée. Les éprouvettes étant maintenues à l'allongement maximal, poursuivre l'exposition dans la même atmosphère ozonisée, mais à l'état statique. Répéter, autant qu'il est nécessaire, les périodes d'expositions dynamiques et statiques en les alternant.

Sauf spécification contraire, l'allongement maximal doit être de 10 %. Pour certains produits, il se peut que la corrélation avec les performances en service soit meilleure pour les essais en exposition dynamique intermittente que pour les essais en exposition dynamique continue. Les durées des périodes d'expositions dynamiques et statiques doivent être indiquées dans la spécification du produit.

Deux modes opératoires possibles peuvent être utilisés pour évaluer les éprouvettes.

9.3.1 Mode opératoire A

Examiner les éprouvettes à la fin de la séquence spécifiée de périodes d'expositions dynamiques et statiques. Noter la présence ou l'absence de craquelures.

9.3.2 Mode opératoire B

Examiner les éprouvettes à la fin de chaque séquence de périodes d'expositions dynamiques et statiques et, si nécessaire, à des intervalles convenables au cours de chaque séquence. Noter le temps total correspondant à l'apparition des premières craquelures.

10 Expression des résultats

10.1 Méthode A

Noter le résultat en indiquant «pas de craquelage» ou «craquelage». S'il est apparu un craquelage et qu'il soit nécessaire d'en évaluer le degré, on peut donner une description des craquelures (par exemple, apparition de craquelures isolées, nombre de craquelures par unité de surface et longueur moyenne des dix craquelures les plus grandes) ou photographier l'éprouvette craquelée.

10.2 Méthode B

Prendre la durée d'exposition nécessaire à l'apparition des premières craquelures comme mesure de la résistance à l'ozone à l'allongement maximal spécifié.

Si nécessaire, les résultats d'un essai d'exposition dynamique continue peuvent aussi être exprimés en nombre de cycles nécessaire à l'apparition des premières craquelures.

11 Procès-verbal d'essai

Le procès-verbal d'essai doit contenir les indications suivantes :

a) Détails concernant l'échantillon :

- 1) description complète de l'échantillon et origine de celui-ci;
- 2) détails concernant le mélange, durée et température de vulcanisation, si nécessaire;
- 3) méthode de préparation des éprouvettes à partir de l'échantillon, par exemple moulage ou découpage.

b) Méthode d'essai :

- 1) référence de la présente partie de l'ISO 1431;
- 2) type d'exposition (continue ou intermittente);
- 3) la méthode utilisée (A ou B);
- 4) dimensions des éprouvettes.

c) Détails concernant l'essai :

- 1) concentration en ozone et méthode d'estimation;
- 2) température d'essai;

3) température de conditionnement, si elle diffère de la température normale du laboratoire;

4) humidité, si elle diffère de celle qui est spécifiée;

5) débit d'air;

6) allongement(s) maximum(s) des éprouvettes;

7) durée de l'essai;

8) pour l'exposition dynamique intermittente seulement, la durée des périodes alternées d'expositions dynamiques et statiques;

9) tout mode opératoire non normalisé.

d) Résultats des essais :

1) nombre d'éprouvettes essayées pour chaque allongement;

2) pour la méthode A seulement, indiquer s'il s'est produit un craquelage (si nécessaire, indiquer aussi la nature de tout craquelage);

3) pour la méthode B, le nombre de cycles ou les délais nécessaires à l'apparition des premières craquelures.

e) Date de l'essai.

iTeH STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 1431-2:1982

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a6f0caf4-a65e-4f88-8b58-378450f980ed/iso-1431-2-1982>

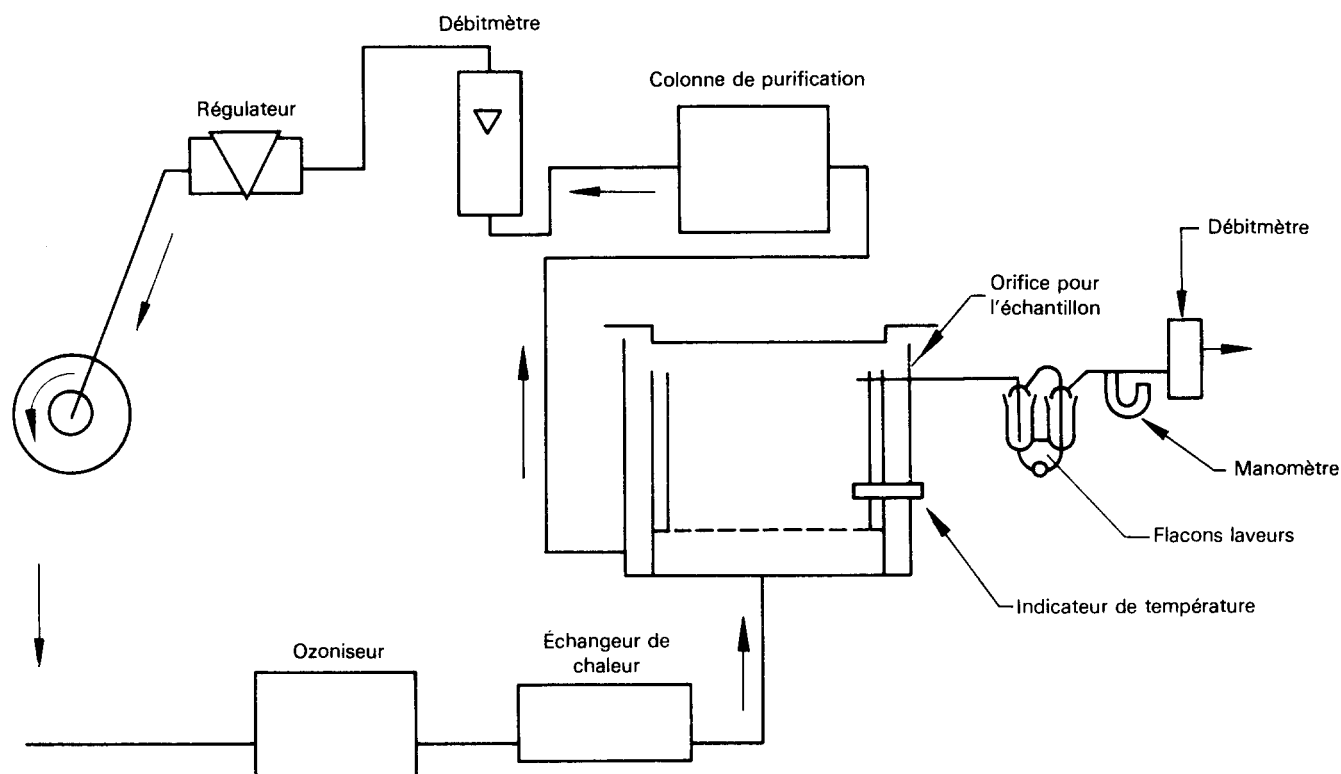


Figure — Schéma de l'appareillage

Annexe

Notes explicatives

Il ne se forme des craquelures dans le caoutchouc que sur les surfaces soumises à une déformation en tension. Le type de craquelures et la sévérité du craquelage varient selon l'importance et la nature de la déformation appliquée. Sur un article en service, la déformation varie d'un minimum en un point, sans être nécessairement égale à zéro, à un maximum en un autre point. Lorsqu'on mesure la résistance à l'ozone, on doit considérer le type de craquelures à tous les allongements situés dans cet intervalle.

Le premier critère indiquant qu'un matériau est résistant à l'ozone est l'absence totale de craquelage. Donc, plus la déformation à laquelle peut être soumis le caoutchouc pour une durée d'exposition donnée sans apparition de craquelage est élevée, ou bien plus le délai d'apparition de craquelures sur une éprouvette à un allongement donné est long, meilleure est la résistance à l'ozone.

Cependant, un autre critère peut être nécessaire lorsqu'on admet les craquelures à l'ozone qui se forment sur le caoutchouc, dans un intervalle donné d'allongement et ayant une taille inférieure à une certaine limite. Ce critère est basé sur l'idée qu'un vulcanisat peut être décrit comme plus résistant à l'ozone qu'un autre, si les craquelures à l'ozone qu'il comporte sont moins sévères sur toute la gamme d'allongements rencontrés en service, laquelle doit être spécifiée. L'aspect visuel des craquelures à l'ozone qui se forment dans l'éprouvette doit alors être donné pour que la relation globale entre allongement et sévérité du craquelage soit déterminée.

Les craquelures se rejoignent au fur et à mesure que la durée d'exposition augmente, en particulier lorsqu'elles sont très nombreuses à la surface de l'éprouvette. Il en résulte un accroissement de la longueur de certaines craquelures, mais sans augmentation proportionnelle de leur profondeur. La coalescence est vraisemblablement due tout autant à un phénomène de déchirement qu'à l'attaque par l'ozone, et entraîne parfois la formation d'un certain nombre de craquelures plus grandes éparpillées parmi les petites craquelures denses qui recouvrent souvent la surface de l'éprouvette aux allongements élevés.

Dans les conditions dynamiques de déformation, il faut faire une distinction entre le craquelage par l'ozone et le craquelage résultant de la dégradation par fatigue. L'attaque par l'ozone est seule responsable de l'amorçage des craquelures à des déformations cycliques inférieures à une déformation caractéristique connue comme étant la limite de fatigue mécanique. Une fois cette limite dépassée, la vitesse de propagation des craquelures augmente rapidement et résulte principalement de la fatigue mécanique, aidée dans de nombreux caoutchoucs par la présence de l'oxygène de l'atmosphère. Dans cette région, l'effet de l'ozone est faible et devient de plus en plus négligeable aux déformations plus élevées. La fatigue mécanique peut aussi se manifester aux faibles déformations, une fois que les craquelures par l'ozone atteignent une certaine taille. Ces raisons font que l'ordre de classement de différents caoutchoucs peut varier selon l'importance de la déformation, de sorte que les conditions d'essai utilisées doivent autant que possible correspondre à celles qui sont prévues en service.