

Norme internationale



1431/1

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

1986

Caoutchouc vulcanisé <sup>ou thermoplastique</sup> — Résistance au craquelage par l'ozone — Partie 1 : Essai sous allongement statique

Rubber, vulcanized — Resistance to ozone cracking — Part 1 : Static strain test

<sup>ou thermoplastique</sup>  
Deuxième édition — 1980-09-01

4  
1.3

CDU 678.4.063 : 678.019.32

Réf. n° : ISO 1431/1-1980 (F)

Descripteurs : caoutchouc, essai, essai de fissuration, ozone, dosage.

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 1431/1 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 février 1978.

Les comités membres des pays suivants l'ont approuvée :

Afrique du Sud, Rép. d'	France	Royaume-Uni
Allemagne, R.F.	Hongrie	Sri Lanka
Australie	Inde	Suède
Autriche	Italie	Suisse
Belgique	Kenya	Tchécoslovaquie
Brésil	Malaisie	Thaïlande
Bulgarie	Mexique	Turquie
Canada	Pays-Bas	URSS
Egypte, Rép. arabe d'	Pologne	Yougoslavie
Espagne	Roumanie	

Le comité membre du pays suivant l'a désapprouvée pour des raisons techniques :

USA

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 1431-1972).

# Caoutchouc vulcanisé — Résistance au craquelage par l'ozone — Partie 1 : Essai sous allongement statique

(Deuxième édition)

## 1 Objet et domaine d'application

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

Une grande prudence est nécessaire lorsqu'il s'agit de relier les résultats d'essais normalisés aux performances de service, étant donné que la résistance à l'ozone relative, de vulcanisats différents, peut varier considérablement selon les conditions, en particulier selon la concentration en ozone et la température. En outre, les essais sont effectués sur des éprouvettes minces déformées sous tension et l'importance de l'attaque pour des articles en service peut être tout-à-fait différente en raison de l'influence des dimensions et du type et de l'ampleur de la déformation. Des explications sur la nature du craquelage à l'ozone sont données dans l'annexe.

Des méthodes pour la détermination de la résistance des caoutchoucs vulcanisés au craquelage dans des conditions dynamiques et combinées dynamiques-statiques feront l'objet de la partie 2 de la présente Norme internationale. Une méthode de référence pour l'estimation de la concentration de l'ozone fera l'objet de la partie 3 de la présente Norme internationale.

## 2 Références

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

ISO 4661, *Caoutchouc — Préparation des éprouvettes.*

## 3 Définitions

**3.1 seuil de déformation** : Déformation en tension la plus élevée à laquelle un vulcanisat peut être exposé à l'air contenant une concentration donnée d'ozone sans que s'y développent des craquelures après une durée d'exposition donnée.

Il faut faire la distinction entre le seuil de déformation et le seuil de déformation critique, défini en 3.2.

**3.2 seuil de déformation critique** : Déformation en tension au-dessous de laquelle le temps nécessaire pour que se développent des craquelures à l'ozone augmente très fortement et peut devenir pratiquement infini.

## 4 Principe

Exposition des éprouvettes, sous déformation statique, dans une chambre close à une température constante, à une atmosphère contenant une concentration déterminée d'ozone. Examen des éprouvettes à certains intervalles pour déceler les craquelures éventuelles. Trois méthodes d'évaluation différentes, pour des valeurs choisies de la concentration en ozone et de la température d'exposition, sont spécifiées, à savoir :

- Détermination de la présence ou de l'absence de craquelures après exposition durant un temps déterminé à une déformation donnée.
- Détermination du temps nécessaire à la première apparition de craquelures pour n'importe quelle déformation donnée.
- Détermination du seuil de déformation pour n'importe quelle durée d'exposition donnée.

## 5 Appareillage (Voir figure 1)

### 5.1 Chambre d'essai.

Celle-ci doit être close, non éclairée, thermorégulée à  $\pm 2$  °C de la température d'essai, à l'aide d'un thermostat, revêtue intérieurement, 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'une des deux sources suivantes peut être utilisée :

- lampe à ultra-violet;
- tube à effluves.

Lorsqu'on utilise le tube à effluves, l'utilisation de l'oxygène est nécessaire pour éviter la formation d'oxyde d'azote. L'oxygène ozonisé ou l'air peuvent être dilués avec de l'air pour obtenir la concentration requise d'ozone. L'air utilisé pour produire l'ozone ou la dilution doit d'abord être purifié par passage sur du charbon activé et doit être exempt de tout contaminant susceptible d'affecter la concentration d'ozone, le craquelage ou l'évaluation de l'ozone.

La température de la source doit être maintenue constante à  $\pm 2$  °C.

L'air ozonisé doit être conduit de la source dans la chambre par un échangeur de chaleur destiné à ajuster sa température à celle prévue pour l'essai, et il doit être amené au degré d'humidité relative spécifié (voir 8.3).

### 5.3 Moyen d'ajustement de la concentration de l'ozone.

Elle peut être automatique ou non. Lorsqu'on utilise une source de lumière ultra-violette, la quantité d'ozone produite peut être contrôlée en ajustant la tension appliquée au tube ou le débit des gaz, ou bien en masquant une partie du tube où passe le courant gazeux. Lorsqu'on utilise un tube à effluves, on peut contrôler la quantité d'ozone produite 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 également utiliser une dilution en deux stades 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, chaque fois que la chambre d'essai sera ouverte pour y introduire ou examiner les éprouvettes, la concentration d'ozone doit revenir à la concentration d'essai dans un délai de 30 min. La concentration de l'ozone entrant dans la chambre ne doit pas être supérieure, à aucun moment, à la concentration nominale de l'essai.

### 5.4 Moyens de détermination de la concentration de l'ozone.

Prévoir un moyen de prélever un échantillon d'air ozonisé au voisinage des éprouvettes se trouvant dans la chambre, et un moyen pour estimer sa teneur en ozone.

La méthode de référence utilisée pour déterminer la concentration fera l'objet de la partie 3 de la présente Norme internationale. Cependant, on peut utiliser d'autres méthodes, telles que des méthodes électrochimiques ou colorimétriques, pourvu qu'elles soient étalonnées par rapport à la méthode de référence. Utiliser des tubes de verre pour amener l'air ozonisé au dispositif de mesurage. Les matières plastiques sont à proscrire, sauf pour les pièces de jonction courtes destinées à relier les tubes de verre. Avant de l'utiliser pour évaluer la concentration de l'ozone, purger la totalité du tube qui sert à prélever l'échantillon en y faisant passer une concentration élevée d'ozone assez longtemps pour oxyder toute impureté.

**5.5 Moyen d'ajustement du débit gazeux,** permettant le réglage de la vitesse moyenne de l'air ozonisé dans la chambre d'essai d'une valeur d'au moins 8 mm/s et, de préférence, comprise entre 12 et 16 mm/s, calculée à partir du débit gazeux mesuré dans la chambre, divisé par la section transversale efficace de la chambre, normale au courant gazeux. Dans les essais destinés à être comparés, la vitesse ne doit pas varier de plus de  $\pm 10$  %. Le débit gazeux est le volume d'air ozonisé écoulé 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 de destruction varie selon le caoutchouc utilisé, les conditions d'essai et autres détails opératoires. De façon générale, il est recommandé que le quotient,

par le débit de gaz, de la surface exposée des éprouvettes ne dépasse pas 12 s, m<sup>-1</sup>, mais ceci peut ne pas toujours être réalisable. Dans les cas douteux, les effets de destruction doivent être vérifiés expérimentalement et, si nécessaire, la surface des éprouvettes doit être réduite. Un écran de diffusion ou un dispositif similaire doit être utilisé pour favoriser un mélangeage homogène du gaz d'arrivée avec celui qui se trouve dans la chambre.

**5.6 Supports d'éprouvette,** sous forme de mâchoires pour maintenir les éprouvettes à l'allongement voulu, les deux faces étant en contact avec l'air ozonisé de telle sorte que la longueur de l'éprouvette soit pratiquement parallèle au courant gazeux. Les pinces doivent être en un matériau qui ne décompose pas facilement l'ozone (par exemple l'aluminium).

Il est recommandé, pour égaliser l'effet des différentes concentrations d'ozone dans la chambre, d'utiliser un support à rotation mécanique monté dans la chambre d'essai et sur lequel sont fixés les pièces ou cadres destinés à maintenir les éprouvettes. Avec ce support, les éprouvettes doivent se déplacer à une vitesse de 20 à 25 mm/s dans un plan normal au courant gazeux et elles doivent suivre successivement le même trajet, de telle sorte qu'une même position à l'intérieur de la chambre ne soit occupée par la même éprouvette que toutes les 8 à 12 min, et que la zone balayée par l'éprouvette (zone hachurée sur la figure 2) soit au moins égale à 40 % de la surface transversale disponible de la chambre.

## 6 Éprouvette

L'éprouvette doit être constituée par une bande droite d'une largeur non inférieure à 10 mm, d'une épaisseur de  $2,0 \pm 0,2$  mm et d'une longueur non inférieure à 40 mm entre les mâchoires avant étirement.

Elle doit être découpée dans des feuilles fraîchement moulées ou, si désiré, à partir d'un produit fini, conformément à l'ISO 4661. Elle doit avoir une surface d'essai non endommagée; la résistance à l'ozone ne doit pas être évaluée sur des faces qui ont été découpées ou polies. Des comparaisons entre matériaux différents ne sont valables que si le craquelage est évalué sur des surfaces de mêmes degrés de finition produits par la même méthode.

Les extrémités de l'éprouvette tenues dans les mâchoires peuvent être protégées par un enduit résistant à l'ozone. Il faut prendre soin, en choisissant l'enduit, que le solvant utilisé ne soit pas susceptible de faire gonfler le caoutchouc de façon appréciable. La graisse de silicone ne doit pas être utilisée. En variante, les extrémités de l'éprouvette peuvent être modifiées, par exemple en cas d'utilisation de tenons, pour permettre son extension sans concentration excessive des contraintes ni rupture au droit des mâchoires, pendant l'exposition à l'ozone.

Dans chaque cas, au moins trois éprouvettes doivent être utilisées.

### NOTES

1 Il est recommandé que les feuilles d'essai soient vulcanisées entre des feuilles d'aluminium hautement polies qui sont laissées sur le caoutchouc jusqu'à la préparation des éprouvettes. Cela fournit une protection lors des manipulations et assure une surface d'essai tout-à-fait propre au moment de l'essai.

2 Il est parfois malaisé de découper les éprouvettes normalisées. Dans ce cas, on peut utiliser une autre forme d'éprouvette qui est l'hal-tère T 50, de 50 mm de longueur et de 2 mm de largeur. Utilisées pour déceler l'apparition des craquelures, ces éprouvettes se sont révélées donner des résultats à peu près équivalents à ceux des éprouvettes normalisées aux mêmes pourcentages d'allongement.

3 Une autre façon d'exposer les éprouvettes à plusieurs déformations différentes, consiste à utiliser une éprouvette en forme d'anneau que l'on allonge pour obtenir une gamme continue d'extensions. Cette méthode d'essai s'est révélée donner des résultats à peu près équivalents à ceux des éprouvettes normalisées, lorsqu'elle est utilisée pour déterminer le seuil de déformation.

## 7 Conditionnement

### 7.1 Conditionnement à l'état non étiré

Pour tous les essais, le délai minimal entre la vulcanisation et l'étirement des éprouvettes doit être de 16 h.

Pour les essais ne concernant pas des produits, le délai maximal entre la vulcanisation et l'étirement des éprouvettes doit être de 4 semaines.

Pour les essais concernant des produits, chaque fois que possible, le délai entre la vulcanisation et l'étirement 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.

Il ne faut pas laisser, entre le moment de la vulcanisation et la mise en place dans l'enceinte, les éprouvettes et les feuilles d'essai entrer en contact avec des vulcanisats de compositions différentes. Cela est nécessaire pour empêcher les additifs qui peuvent avoir une influence sur le développement de craquelures à l'ozone, par exemple les antiozones, de migrer par diffusion d'un vulcanisat à l'un des vulcanisats adjacents.

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 à l'obscurité, dans une atmosphère exempte d'ozone durant le temps séparant la vulcanisation de l'étirement; la température normale de stockage devrait être la température normale de laboratoire (voir ISO 471), mais d'autres températures, contrôlées, peuvent être utilisées si elles conviennent 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, le temps et les conditions de stockage doivent être identiques.

### 7.2 Conditionnement à l'état étiré

Après étirement, les éprouvettes doivent être conditionnées durant 48 à 96 h dans une atmosphère exempte d'ozone, à l'obscurité; pour ce conditionnement, la température doit être la température normale de laboratoire (voir ISO 471), mais d'autres températures peuvent être utilisées si elles conviennent à des applications particulières. Les éprouvettes ne doivent être ni touchées ni dérangées de quelque manière que ce soit pendant la durée du conditionnement. Pour les essais destinés à être comparés, le temps et les conditions de stockage doivent être identiques.

## 8 Conditions d'essai

### 8.1 Concentration de l'ozone

Sauf spécification contraire, l'essai doit être effectué à une concentration d'ozone de  $50 \pm 5$  parties pour cent millions en volume (ppcm). S'il est nécessaire d'avoir une plus faible concentration pour essayer des caoutchoucs connus pour être utilisés dans des concentrations d'ozone ambiantes faibles, il est recommandé d'employer une concentration d'ozone de  $25 \pm 5$  ppcm. Dans le cas de caoutchouc hautement résistant, il est recommandé d'utiliser une concentration d'essai de  $200 \pm 20$  ppcm.

$100 \pm 10$  ppcm ou

NOTE — Il a été constaté que des différences de la pression atmosphérique peuvent influencer le craquelage dû à l'ozone lorsque les éprouvettes sont exposées à une concentration d'ozone constante exprimée en parties par cent millions. Cet effet peut être pris en considération en exprimant la teneur en ozone de l'air ozonisé en termes de pression partielle d'ozone, c'est-à-dire en millipascals, et en faisant des comparaisons à des pressions partielles constantes en ozone. Sous des conditions normales de pression atmosphérique et de température (101 kPa, 273 K), une concentration de 1 ppcm est équivalente à une pression partielle de 1,01 mPa.

Des directives supplémentaires seront données dans la Partie 3 de la présente Norme internationale.

### 8.2 Température

La température d'essai préférée doit être de  $40 \pm 2$  °C. D'autres températures, plus élevées ou plus faibles, telles que  $30 \pm 2$  °C ou  $23 \pm 2$  °C, peuvent être utilisées, mais les résultats diffèrent alors de ceux obtenus à  $40 \pm 2$  °C.

### 8.3 Humidité relative

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

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

### 8.4 Allongement

Les essais doivent normalement être effectués avec des éprouvettes étirées à un ou plusieurs des allongements suivants :

$5 \pm 1$  —  $10 \pm 1$  —  $15 \pm 2$   
 $20 \pm 2$  —  $30 \pm 2$  —  $40 \pm 2$   
 $50 \pm 2$  —  $60 \pm 2$  —  $80 \pm 2$  %.

## 9 Mode opératoire

### 9.1 Généralités

Ajuster le débit et la température du gaz ozonisé, ainsi que sa teneur en ozone, aux valeurs requises, et placer les éprouvettes étirées convenablement conditionnées, dans la chambre d'essai. Maintenir les conditions d'essai aux valeurs requises.

Examiner périodiquement les éprouvettes pour suivre le développement du craquelage au moyen d'une loupe d'un grossissement 7 × environ, les éprouvettes étant éclairées pendant l'examen, par une source de lumière disposée convenablement. La loupe peut être montée dans une fenêtre de la paroi de l'enceinte, ou bien les éprouvettes avec leurs mâchoires, peuvent être retirées de l'enceinte pour un court laps de temps. Les éprouvettes ne doivent pas être manipulées ni heurtées pendant l'examen.

#### NOTES

1 Il faut tenir compte de la nature fortement toxique de l'ozone. Des mesures appropriées doivent être prises pour réduire l'exposition de l'opérateur.

2 Les craquelures apparaissant sur des surfaces découpées ou polies ne doivent pas être prises en considération.

L'exposition des éprouvettes peut se faire selon trois méthodes différentes.

### 9.2 Méthode A

Étirer les éprouvettes de 20 % et les examiner après 72 h pour voir si des craquelures s'y sont développées. La spécification concernant le matériau approprié peut indiquer un autre allongement et une autre durée d'exposition.

### 9.3 Méthode B

Étirer les éprouvettes à un ou plusieurs des allongements indiqués en 8.4. Si l'on utilise un seul allongement, ce doit être celui de 20 %, sauf spécification contraire. Examiner les éprouvettes après 2, 4, 8, 16, 24, 48, 72 et 96 h et ensuite, si nécessaire, à des intervalles appropriés, et noter le temps avant l'apparition des premières craquelures à chaque allongement.

### 9.4 Méthode C

Étirer les éprouvettes à au moins quatre des allongements indiqués en 8.4. Examiner les éprouvettes après 2, 4, 8, 16, 24, 48, 72 et 96 h et ensuite, si nécessaire, à des intervalles appropriés, et noter le temps avant l'apparition des premières craquelures à chaque allongement de manière à pouvoir évaluer le seuil de déformation.

NOTE — Pour les méthodes B et C, il convient parfois de ne pas faire l'examen après 16 h.

## 10 Expression des résultats

### 10.1 Méthode A

Donner le résultat en indiquant «pas de craquelage» ou «craquelage». Si un craquelage est apparu 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 plus grandes craquelures), ou photographier l'éprouvette craquelée.

### 10.2 Méthode B

Prendre le temps où apparaissent les premières craquelures comme mesure de la résistance à l'ozone à l'allongement spécifié.

### 10.3 Méthode C

Indiquer l'intervalle dans lequel se situe le seuil de déformation, en mentionnant l'allongement le plus élevé, auquel aucun craquelage n'a été décelé et l'allongement le plus faible auquel un craquelage a été observé après le temps d'exposition spécifié. Si plusieurs essais répétés donnent des résultats différents, noter les valeurs extrêmes observées, par exemple si l'on utilise trois éprouvettes à chacun des allongements 10, 15 et 20 % et si une seule éprouvette présente un craquelage à 10 %, une seule à 15 % et toutes trois à 20 %, l'intervalle noté doit être de 10 à 20 %. On peut utiliser une représentation graphique pour aider à interpréter les résultats.

#### NOTES

1 Une méthode, qui s'est révélée intéressante, consiste à porter le logarithme de l'allongement en fonction du logarithme du temps correspondant au premier craquelage. Si on le désire, on peut porter à la fois le temps le plus long auquel on ne voit aucune craquelure et le temps le plus court où l'on observe des craquelures. Lorsque c'est possible, on peut tracer une courbe régulière en considérant l'intervalle entre le temps le plus long sans craquelure et le temps le plus court avec craquelures à chaque allongement, pour faciliter l'évaluation du seuil de déformation à n'importe quel moment de la période d'essai (voir figure 3). Pour certains caoutchoucs, la courbe peut être voisine d'une droite, mais il ne faut pas l'admettre obligatoirement, car cela peut conduire à des erreurs importantes dans l'estimation du seuil de déformation. Sauf spécification contraire, on doit utiliser le seuil de déformation à la fin de la période d'essai.

2 Avec certains caoutchoucs, une représentation linéaire de la déformation en fonction du temps correspondant aux premières craquelures permet d'observer l'existence d'un seuil de déformation critique.

## 11 Procès-verbal d'essai

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

- a) sur l'échantillon :
  - 1) description complète de l'échantillon et de son origine;
  - 2) détail des compositions, temps de traitement et température, selon nécessité;
  - 3) mode de préparation des éprouvettes, par exemple si moulées ou découpées;
- b) sur la méthode d'essai :
  - 1) référence de la présente Norme Internationale;
  - 2) méthode utilisée (A, B ou C);
  - 3) dimensions de l'éprouvette;
  - 4) si un support rotatif a été utilisé;

(b,c)

c) sur l'essai lui-même :

- 1) concentration d'ozone et méthode d'évaluation;
- 2) température d'essai;
- 3) température de conditionnement, si autre que la température normale de laboratoire;
- 4) humidité, si autre que celle spécifiée;
- 5) vitesse d'écoulement de l'air;
- 6) étirement des éprouvettes;
- 7) durée de l'essai;
- 8) toutes opérations considérées comme non normales;

d) sur les résultats d'essai :

- 1) nombre d'éprouvettes soumises à l'essai à chaque étirement;
- 2) pour la méthode A seulement, si des craquelures apparaissent; si nécessaire, nature du craquelage;
- 3) pour la méthode B seulement, les temps auxquels apparaissent les premières craquelures;
- 4) pour la méthode C seulement, la gamme observée de seuil de déformation pour une durée d'exposition appropriée;

e) date de l'essai.

## Annexe A

## Notes explicatives

Il ne se forme des craquelures dans le caoutchouc que sur les surfaces soumises à un allongement statique. Le type de craquelures et la sévérité du craquelage varient selon l'importance et la nature de la déformation appliquée. La déformation sur un article en service varie d'un minimum en un point, qui n'est pas nécessairement 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 le seuil de déformation pour une durée d'exposition donnée est élevé ou plus le seuil de déformation critique est élevé ou plus le temps avant 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 sur le caoutchouc, dans une gamme donnée d'allongements, des craquelures par l'ozone de 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 présente sont moins sévères sur toute la gamme d'allongements rencontrés en service, laquelle doit être spécifiée. L'aspect visuel des craquelures qui se développent dans l'éprouvette doit être indiqué de manière que soit déterminée la relation globale entre allongement et sévérité du craquelage.

La façon dont le craquelage à l'ozone dépend de l'allongement n'est pas une relation simple. Le nombre de craquelures sur une éprouvette est relié à leur taille et cette relation dépend du seuil de déformation pour une durée d'exposition donnée et de l'allongement appliqué à l'éprouvette, pour n'importe quel matériau donné.

Donc, aucun craquelage à l'ozone ne se produit pour une durée d'exposition donnée à des allongements compris entre zéro et le seuil (par définition). Quelques grandes craquelures se produisent à des allongements légèrement au-dessus du seuil, et deviennent plus nombreuses et plus petites à des allongements de plus en plus élevés. Aux allongements très élevés les craquelures peuvent être parfois si petites qu'elles sont invisibles à l'œil nu.

Les craquelures s'associent au fur et à mesure que l'exposition augmente, en particulier quand elles sont très nombreuses à la surface de l'éprouvette. Il en résulte une augmentation de la longueur de certaines craquelures, mais sans augmentation proportionnelle de la profondeur. La coalescence est vraisemblablement due à un phénomène de déchirement, ainsi qu'à l'attaque par l'ozone, et a parfois pour résultat un certain nombre de craquelures plus grandes, éparpillées dans la masse de petites craquelures serrées qui recouvrent souvent la surface de l'éprouvette aux allongements élevés.

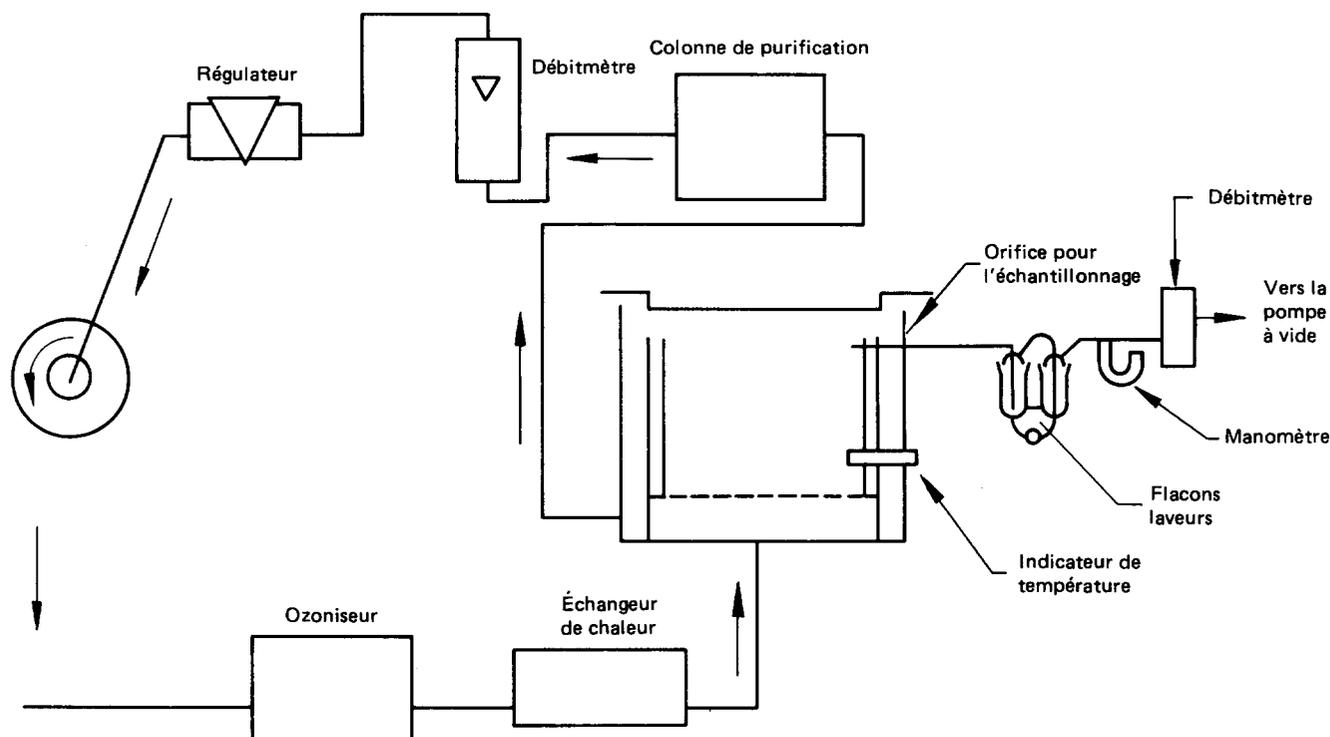


Figure 1 — Diagramme schématisé de l'appareillage

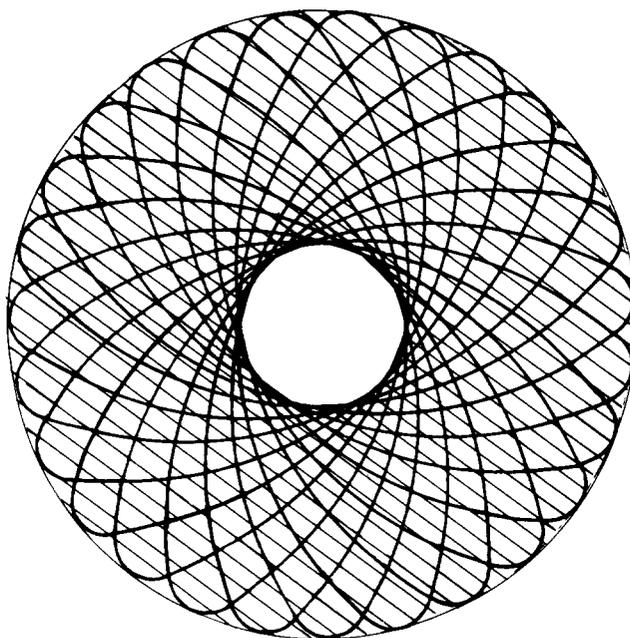


Figure 2 — Trajet des éprouvettes et région balayée (hachurée)

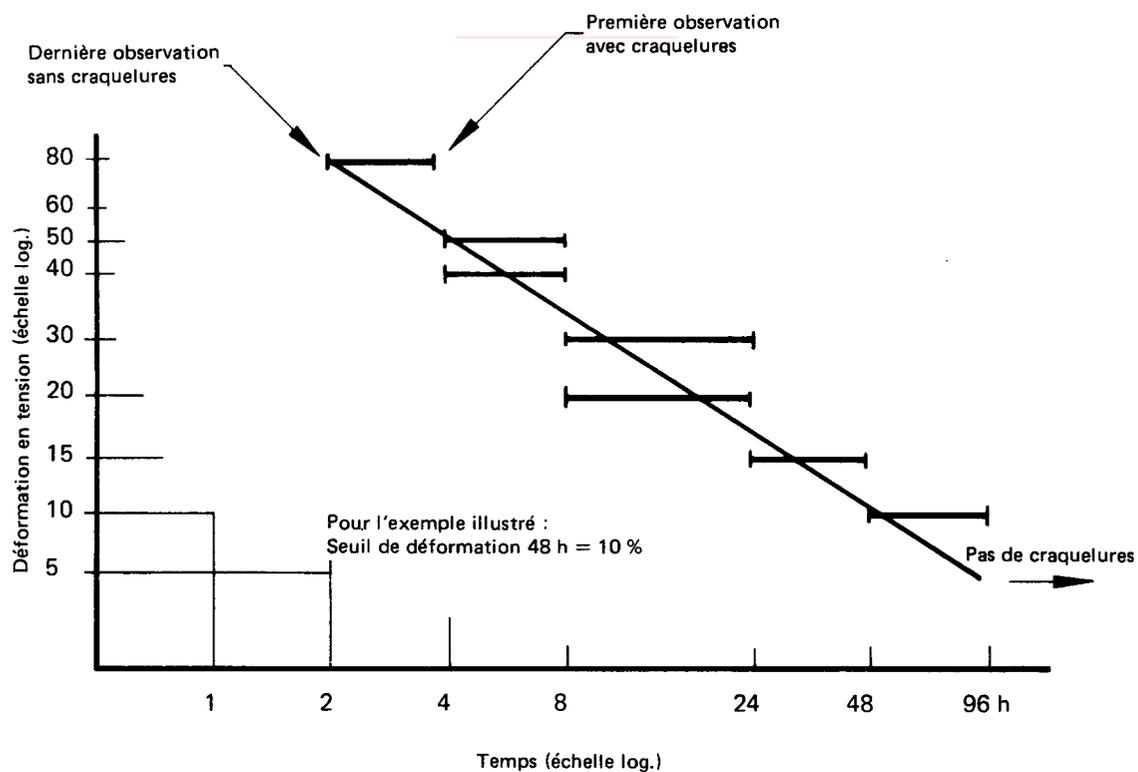


Figure 3 — Représentation graphique des résultats

