



Ventilation des postes de décochage en fonderie

4. — Ventilation des postes de décochage en fonderie

Le présent document a été établi par un **groupe de travail** constitué sous l'égide de la CNAM et comprenant des spécialistes en ventilation et nuisances chimiques de la CNAM, des CRAM et de l'INRS. Lors de son élaboration, les organismes professionnels suivants ont été consultés : Syndicat de l'aérotechnique, Syndicat général des fondeurs de France, CETIAT (1), CTIF (2). Son but est de servir de guide et de document de référence à l'usage des personnes et organisations concernées par **la conception et le contrôle** des installations de captage des polluants dégagés lors des opérations de décochage en fonderie.

Ce guide se voulant essentiellement un guide pratique, seuls les différentes techniques de décochage et les points essentiels relatifs à la conception des installations de ventilation ont été développés. Les nuisances autres que celles d'ordre chimique, les effets sur l'homme des polluants dégagés lors du décochage, les problèmes posés par l'épuration et le rejet des polluants n'ont pas été abordés (ou ont été peu abordés).

L'objectif final à atteindre est le maintien de la salubrité de l'air aux postes de travail et dans les ateliers telle qu'elle est définie par les textes réglementaires, ou par les normes ou par les règles de l'art, c'est-à-dire le non dépassement des valeurs limites

pour les concentrations de certaines substances dangereuses dans l'atmosphère des lieux de travail.

Les critères de ventilation proposés constituent des besoins minimaux permettant d'atteindre cet objectif dans la majorité des cas, **sous réserve que l'ensemble des sources de pollution soit traité**. En présence de procédés ou de circonstances particulières, des mesures d'assainissement différentes pourront être envisagées.

Les données contenues dans ce guide proviennent de l'expérience acquise en laboratoire ou sur site et, en partie, des documents édités par le CTIF, l'ACGIH (3) ou le NIOSH (4). Ce guide, comme tous ceux qui sont ou seront publiés dans cette série, sera réexaminé régulièrement à la lumière des remarques éventuelles formulées par les utilisateurs et des résultats d'études nouvelles conduites sur ce thème.

(1) CETIAT : Centre Technique des Industries Aérotechniques et Thermiques.

(2) CTIF : Centre Technique des Industries de la Fonderie.

(3) ACGIH : American Conference of Governmental Industrial Hygienists.

(4) NIOSH : National Institute for Occupational Safety and Health.

A. PROCÉDÉS DE DÉCOCHAGE [1, 2]

En fonderie traditionnelle, les formes extérieures et intérieures des pièces fabriquées sont obtenues grâce à la réalisation de moules et de noyaux (annexe 1). L'opération de décochage consiste à extraire les pièces brutes de coulée par destruction du moule.

Dans le cycle de fabrication, la section de décochage se situe à un carrefour entre le poste de refroidissement (après la coulée), les sections de moulage (retour des châssis) et d'ébarbage (évacuation des pièces), la sablerie (récupération du sable usé), le parc des matières premières (récupération des jets, masselottes...) (fig. 1).

Nota : l'opération de débouillage (retrait des noyaux après décochage) n'est pas prise en considération dans le présent guide.

Les procédés de décochage peuvent être regroupés en quatre grandes catégories.

1. Décochage par chocs.

Ce procédé consiste à détruire manuellement le moule pour en extraire les pièces et le sable, soit :

- en faisant chuter au sol l'ensemble « châssis-moule-pièces » après l'avoir préalablement soulevé ;
- en frappant manuellement sur le châssis avec des marteaux ou des masses ;
- en défonçant le moule à l'aide de marteaux pneumatiques.

Ce procédé est utilisé dans des fonderies anciennes ou pour des pièces unitaires et de grandes dimensions.

La séparation des pièces et du sable doit se faire manuellement.

2. Décochage en tonneau.

Les moules contenant les pièces sont introduits, en continu, à une extrémité d'un tonneau (à deux parois) en rotation. Durant le trajet, le sable passe de l'intérieur vers l'extérieur du tonneau, les pièces sont récupérées à l'autre extrémité (fig. 2).

Ce type de tonneau n'est utilisé que sur des chantiers automatisés. En effet, il nécessite l'absence de châssis

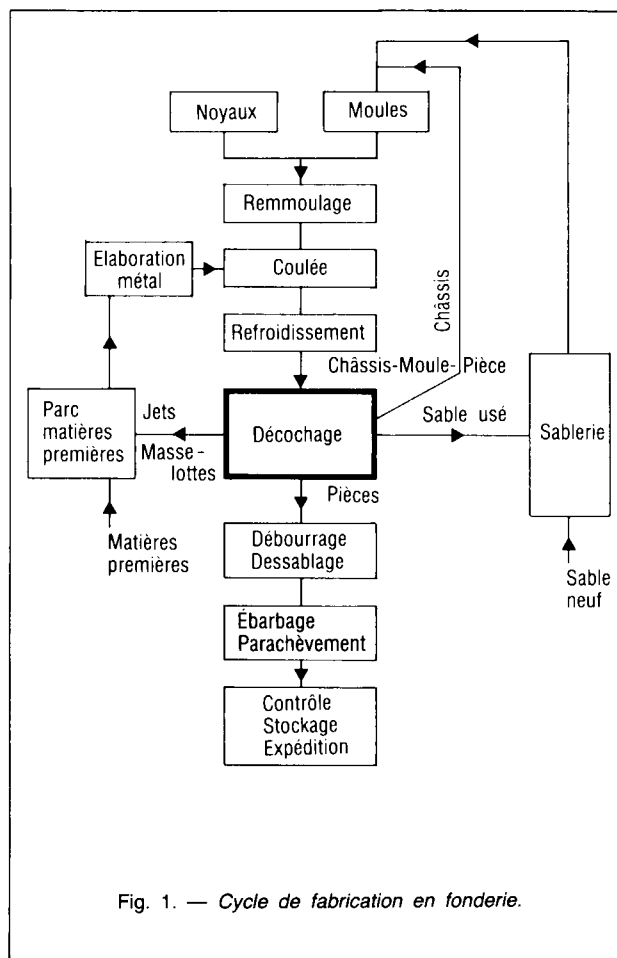


Fig. 1. — Cycle de fabrication en fonderie.

soit par la séparation préalable du châssis et du moule par défonçage, soit par l'utilisation de la technique de moulage en mottes.

L'annexe 2 donne quelques renseignements sur les tonneaux de dessablage qui s'apparentent aux tonneaux de décochage.

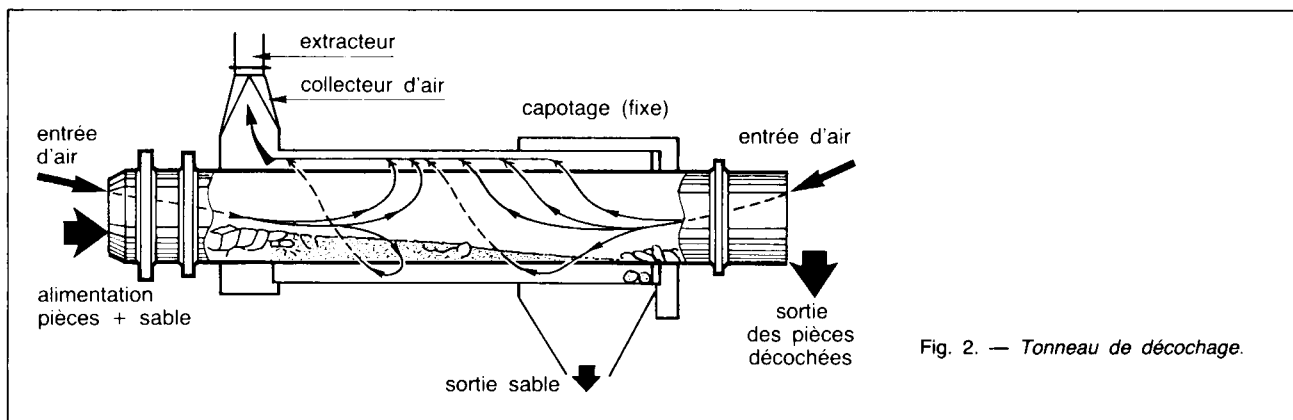


Fig. 2. — Tonneau de décochage.

3. Décochage par vibrations.

La transmission de vibrations à l'ensemble « châssis-moule-pièces » provoque la destruction du moule permettant ainsi la récupération des pièces, du sable et des châssis. Il existe différentes techniques se justifiant par l'importance des moules à décocher, des cadences, la diversité des pièces réalisées. Ces techniques peuvent être regroupées en deux catégories.

3.1. Vibrateurs seuls. Palonniers vibrants.

Des vibrations sont transmises à l'ensemble « châssis-moule-pièces » par l'intermédiaire soit de vibrateurs électriques ou pneumatiques directement fixés sur le châssis, soit d'un palonnier vibrant auquel est suspendu le châssis (fig. 3).

L'emploi de ce procédé est peu fréquent et n'est utilisé que dans des cas bien précis. La séparation des pièces et du sable doit se faire manuellement.

3.2. Grilles vibrantes.

L'ensemble « châssis-moule-pièces » est posé sur une grille montée sur un dispositif engendrant des vibrations, jusqu'à destruction complète du moule (fig. 4). Ce procédé permet une séparation automatique des pièces et du sable. Les pièces ainsi que le châssis

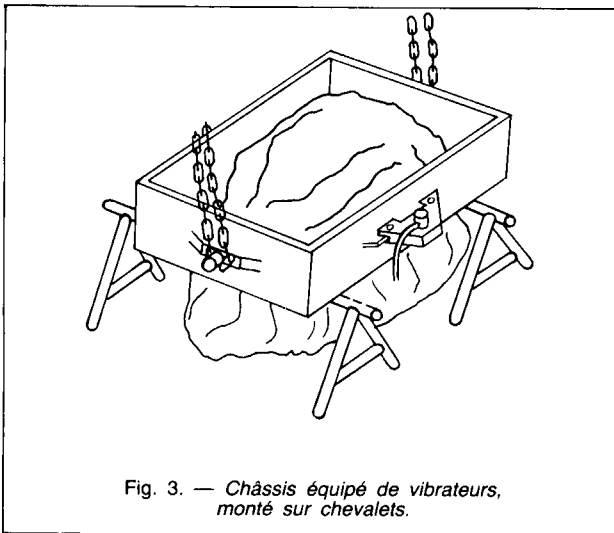


Fig. 3. — Châssis équipé de vibrateurs, monté sur chevalets.

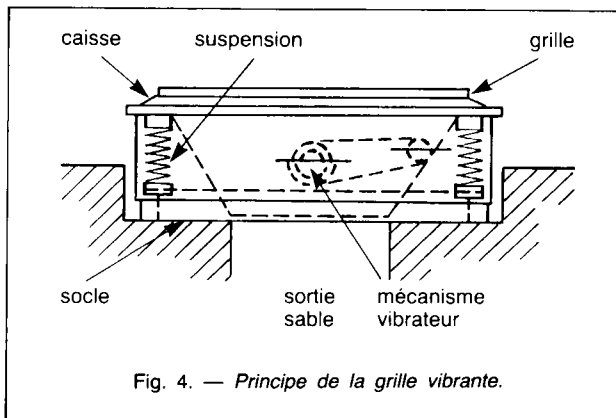


Fig. 4. — Principe de la grille vibrante.

sont évacués par le dessus de la grille (pont-roulant, palonnier, grille à évacuation dirigée...). Le sable passe au travers de la grille et est évacué vers la sablerie par des bandes transporteuses.

Des systèmes de manutention plus sophistiqués sont souvent mis en place sur des chantiers automatisés. La figure 5 donne l'exemple d'un poste de décochage équipé d'un système pousse-moule et d'une grille de décochage à évacuation dirigée.

4. Décochage par défonçage.

Les grilles vibrantes, utilisées seules, présentent certains inconvénients sur des chantiers à cadence très élevée (durée de l'opération de décochage, positionnement du châssis, bruit...). Le décochage par défonçage est l'une des solutions permettant de réduire ces inconvénients. Il procède en deux temps :

- défonçage proprement dit, consistant à faire passer un poinçon au travers du châssis afin d'en dégager le sable et les pièces;
- séparation du sable et des pièces par un procédé déjà cité : tonneau, grille vibrante.

La figure 6 donne l'exemple d'un poste de décochage équipé d'un système de défonçage, de vérins pousse-moules et d'une grille de décochage à évacuation dirigée.

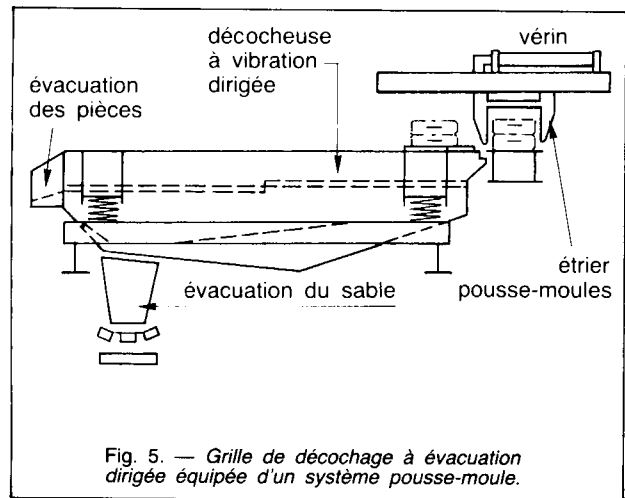


Fig. 5. — Grille de décochage à évacuation dirigée équipée d'un système pousse-moule.

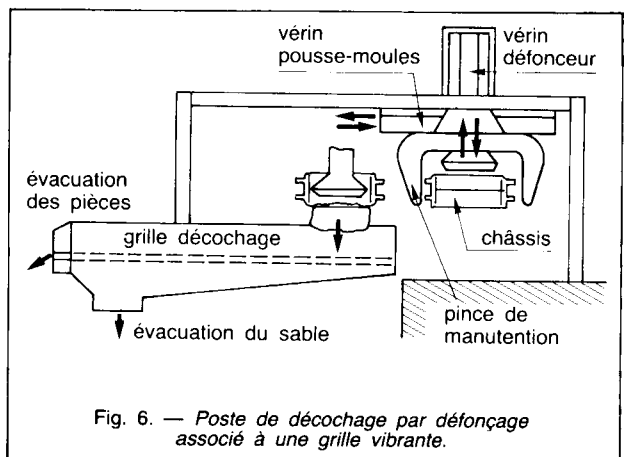


Fig. 6. — Poste de décochage par défonçage associé à une grille vibrante.

B. LA POLLUTION CHIMIQUE [3, 4, 5, 6, 7]

Lors de la coulée les moules et noyaux sont portés à des températures élevées entraînant la formation de polluants particulaires et gazeux. Une partie de ces polluants, restée « piégée » dans le moule, est seulement libérée lors de l'opération de décochage (annexe 1).

Les polluants particulaires sont essentiellement dus au sable de moulage. Le taux de silice libre dans les

poussières peut atteindre des valeurs importantes (10 % et plus...).

Les polluants gazeux sont essentiellement dus aux agglomérants entrant dans la composition des noyaux et de certains moules. Leur nature et leur quantité varient de façon considérable en fonction du procédé de fabrication utilisé. Citons parmi les polluants gazeux : l'oxyde de carbone (CO), le dioxyde de soufre (SO₂), le phénol.

C. CONCEPTION D'UNE INSTALLATION DE VENTILATION

L'assainissement d'un poste de décochage correctement étudié doit inclure :

- des dispositifs de captage à la source ;
- des dispositifs d'extraction permettant d'évacuer les polluants résiduels qu'il n'est techniquement pas possible de capter en totalité à la source ;
- des dispositifs d'apport d'air de compensation incluant si nécessaire son chauffage.

La démarche à suivre lors de la conception d'une installation de ventilation comportera donc les deux étapes suivantes :

- évaluation des risques ;
- détermination du dispositif de captage localisé le mieux adapté, en fonction des risques évalués. Elle devra prendre en compte la ventilation générale déjà existante dans l'atelier.

Afin de recueillir et centraliser toutes les informations relatives aux caractéristiques et à la marche des installations de ventilation, un dossier devra être créé pour chacune d'elles et être tenu à la disposition des personnes s'occupant d'hygiène industrielle.

Il comportera :

- la description de l'installation ;
- la note de calcul établie lors de la conception ;

- le résultat des contrôles effectués à la mise en service et en cours de fonctionnement ;
- les ajustements, adaptations et modifications réalisés à la suite de ces contrôles ;
- le détail du plan de surveillance et d'entretien ;
- le détail des travaux d'entretien et de remise en état effectués.

L'assainissement d'un poste de travail ne pourra être effectif que si l'ensemble des autres sources de pollution avoisinantes (sablerie, poste de coulée, refroidissement, bandes transporteuses, poste d'ébarbage...) sont correctement et totalement traitées. Lorsque cette condition n'est pas réalisée, les dispositifs de captage mis en place, même efficaces, ne suffiront pas à assurer l'assainissement correct du poste de travail étudié.

Le recyclage de l'air après traitement dans les locaux de travail n'est pas recommandé et ne devra être envisagé qu'après une étude minutieuse de chaque poste [8]. Il est souhaitable que cette étude soit menée en collaboration avec le service prévention des CRAM.

D. DISPOSITIFS DE VENTILATION

Par convention, les débits volumiques d'air de ventilation considérés dans la suite du texte sont exprimés pour un air dont la masse volumique est de 1,2 kg/m³ (ce qui correspond à de l'air à 20 °C et 65 % d'humidité relative sous la pression atmosphérique normale de 101325 Pa).

1. Dispositifs de captage par aspiration locale.

Ils peuvent être regroupés en quatre grandes catégories :

- encoffrement du **poste** de décochage ;
- captage **au-dessus** de la **grille** de décochage ;
- captage **au-dessous** de la **grille** de décochage ;
- captage mixte combinant en même temps les captages **au-dessus** et **au-dessous** de la **grille**.

1.1. Encoffrement du poste de décochage.

Cette solution consiste à isoler totalement le poste de décochage du reste de l'atelier en l'enfermant dans un local clos à l'intérieur duquel ne s'effectue aucune intervention humaine lors des opérations de décochage. Le débit d'air à mettre en œuvre doit être tel que

la vitesse de l'air dans toutes les ouvertures (arrivée des châssis, évacuation des pièces, passage des bandes transporteuses...) soit de l'ordre de 1 à 1,5 m/s de façon à maintenir le local en dépression.

En outre, s'il est bien conçu, l'enceffrement permet de traiter le poste sur le plan acoustique.

1.2. Captage au-dessus de la grille de découpage.

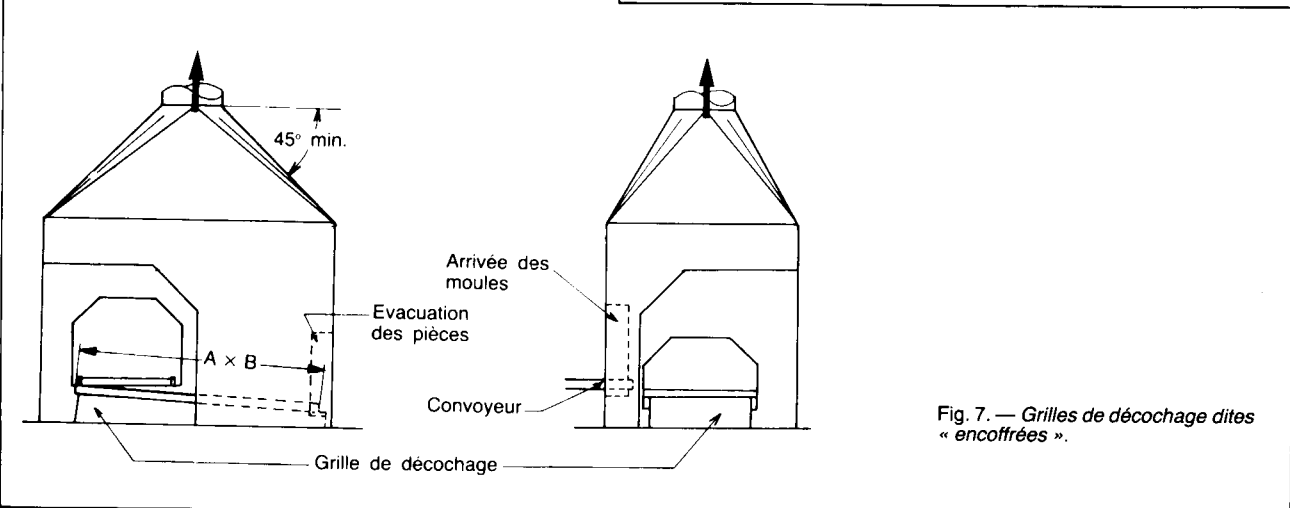
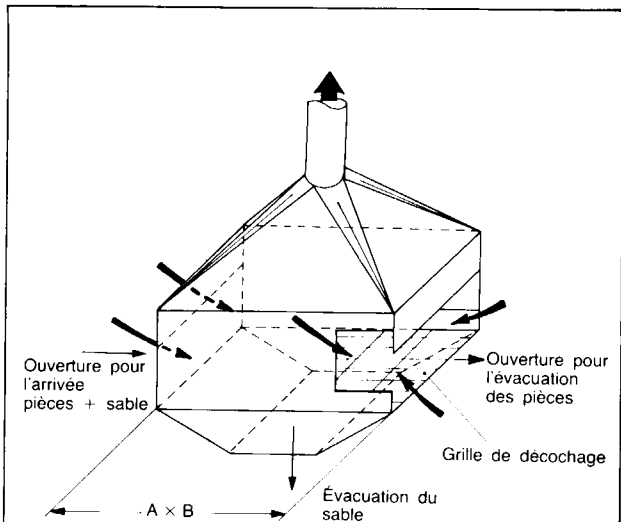
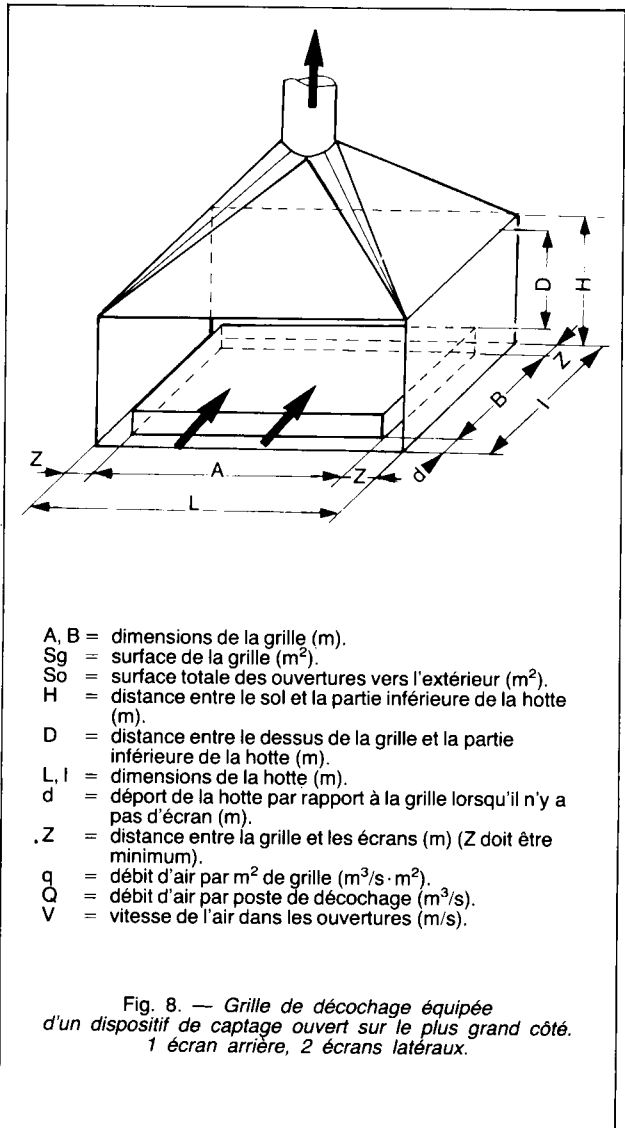
La totalité des débits d'air mis en œuvre est aspirée par des dispositifs de captage mis en place **au-dessus** de la grille. Aucun captage n'est prévu **au-dessous** de la grille.

1.2.1. Dispositif de captage enveloppant.

Il ne présente, au maximum, que deux côtés ouverts, les autres étant totalement fermés. Il entoure **toute la zone susceptible d'émettre des polluants** de telle sorte que toute action dispersive initiale de ceux-ci ait lieu à l'intérieur du dispositif.

Ce dispositif doit recouvrir la totalité du poste de découpage (poste de défonçage, grille...). Lorsque les ouvertures sont réduites au maximum, la grille de

décochage est dite « encoffrée ». A titre d'exemple, les figures 7 et 8 représentent deux grilles de découpage dites « encoffrées » et une grille équipée d'un dispositif de captage ouvert sur un côté.



Le tableau I donne les caractéristiques dimensionnelles et aérauliques des dispositifs de captage enveloppants.

TABLEAU I

	Caractéristiques dimensionnelles	Caractéristiques aérauliques	
		Moules chauds $t > 150\text{ °C}$	Moules froids $t < 150\text{ °C}$
Encoffrée (fig. 7)	So doit être minimale	$q > 1$ $Q^* = Sg.q$ et $V > 1$ $Q^* = So.V$	$q > 0,75$
Un côté ouvert (fig. 8)	$So = L.H$ ou $= l.H$	$V > 1$	
Deux côtés ouverts	$So = 2 L.H$ ou $= 2.l.H$ ou $= (L + l).H$	$Q = So.V$	

Du fait de leur efficacité et du faible débit d'air à mettre en jeu, les dispositifs de captage enveloppants sont à **utiliser en priorité**. Cependant, leur mise en place ne peut se faire que sur des chantiers automatisés puisque les possibilités d'interventions manuelles au cours du décochage sont réduites.

En outre, ils permettent de traiter le poste sur le plan acoustique.

Remarques : Les dispositifs de captage implantés sur des tonneaux de décochage ne présentant au maximum que deux côtés ouverts peuvent être assimilés à des dispositifs de captage enveloppants. Le débit d'air à mettre en œuvre doit être tel que la vitesse de l'air dans les ouvertures soit de l'ordre de 1,5 m/s.

1.2.2. Dispositif de captage latéral.

Le dispositif est implanté sur un côté du poste de décochage à proximité de la grille (fig. 9).

Il peut être :

- unilatéral simple;
- unilatéral muni d'écrans sur les côtés de la grille;
- bilatéral;
- unilatéral équipé d'un capot mobile.

1.2.2.1. Dispositif de captage unilatéral simple [9].

Les figures 10 et 11 représentent deux dispositifs de captage unilatéral simple.

Le tableau II donne les dimensions du dispositif de captage en fonction des dimensions de la grille et les débits d'air à mettre en œuvre par m^2 de grille.

Ce dispositif peut s'adapter aisément à de nombreux postes de décochage tant sur des chantiers non automatisés que sur des chantiers automatisés. **Il est impératif que les travailleurs ne puissent pas se placer entre la grille et le dispositif de captage.** Si ce n'est pas le cas, cette solution est à proscrire. Sur les chantiers automatisés disposant de grilles de déco-

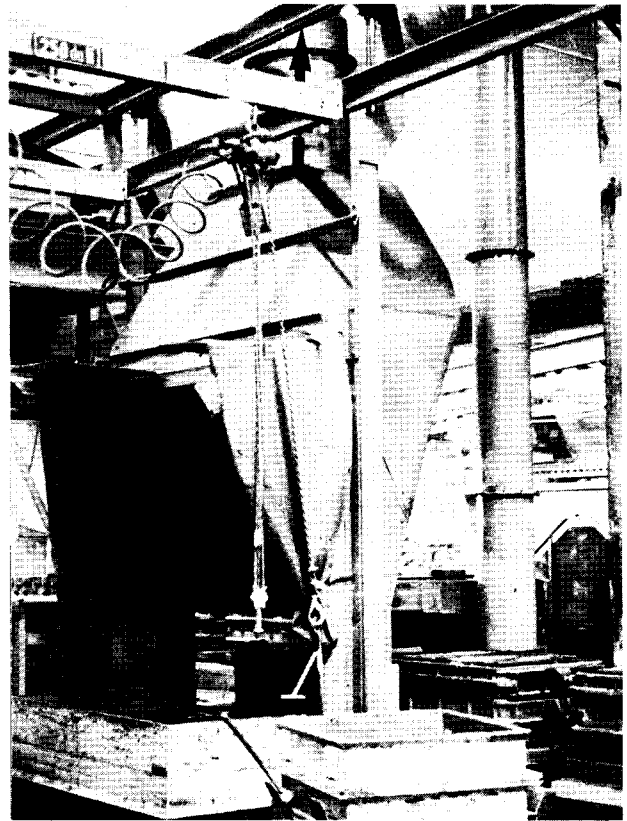


Fig. 9. — Grille de décochage avec dispositif de captage unilatéral muni d'écrans.

chage de grande longueur par rapport à leur largeur, il est préférable de concevoir un dispositif de captage enveloppant ou un encoffrement du poste afin d'améliorer l'efficacité du captage tout en diminuant les débits d'air extraits.

1.2.2.2. Dispositif de captage unilatéral muni d'écrans.

La mise en place d'écrans soit sur les petits côtés soit sur le côté opposé d'un dispositif de captage unilatéral simple permet d'améliorer son efficacité tout en conservant le même débit d'air extrait. Les écrans diminuent le domaine d'aspiration et limitent l'influence des courants d'air (fig. 12).

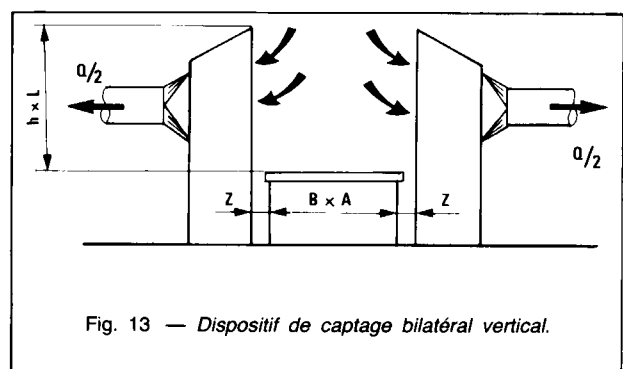
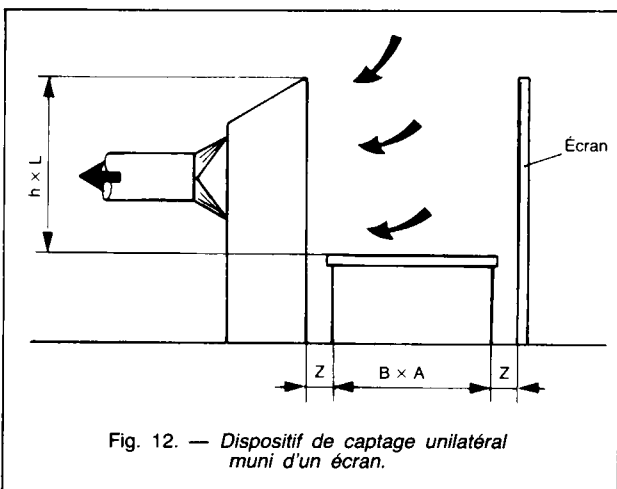
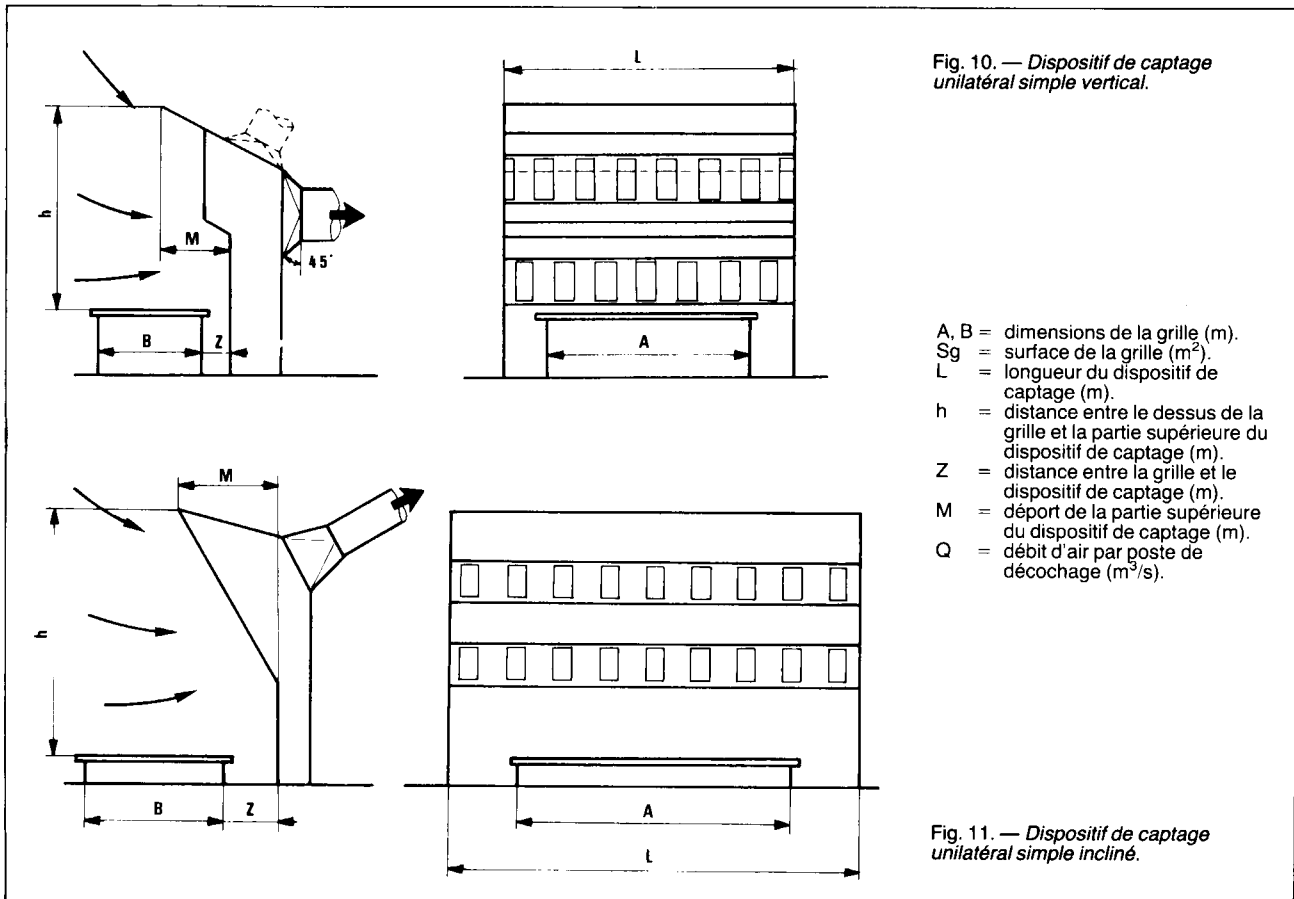
Ses caractéristiques aérauliques et dimensionnelles sont identiques à celles d'un dispositif de captage unilatéral simple (cf. § 1.2.2.1.).

1.2.2.3. Dispositif de captage bilatéral.

Cette solution consiste à implanter deux dispositifs de captage de part et d'autre de la grille de décochage.

TABLEAU II

	Caractéristiques dimensionnelles et aérauliques	
	Moules chauds $t > 150\text{ °C}$	Moules froids $t < 150\text{ °C}$
$L > 3/2 A$ Z valeur mini. $h > B + Z$ $M > Z + B/3$	$2 < q < 2,5$	$1,8 < q < 2$
	$Q = Sg.q$	



a) *Dispositif de captage bilatéral vertical* (fig. 13).

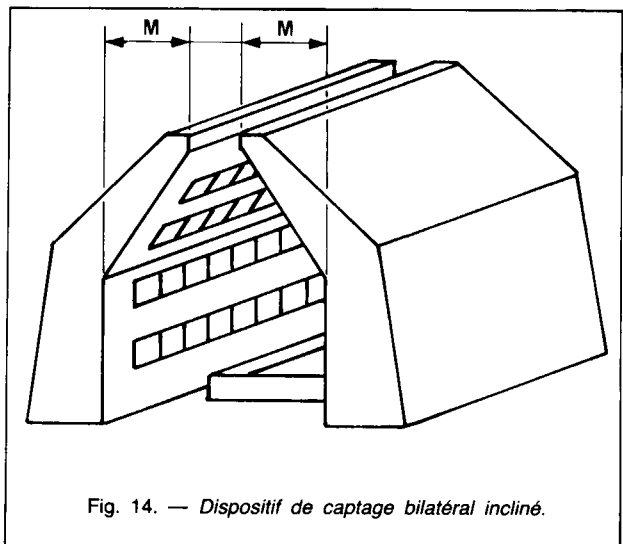
Ses dimensions sont identiques à celles d'un dispositif de captage unilatéral simple (cf. § 1.2.2.1.).

Les débits d'air q à mettre en œuvre par m^2 de grille ($m^3/s \cdot m^2$) doivent être les suivants [9] :

- moules chauds ($t > 150\text{ °C}$) : $q > 2$;
- moules froids ($t < 150\text{ °C}$) : $q > 1,5$.

b) *Dispositif de captage bilatéral incliné.*

Il permet de réduire l'ouverture en partie haute tout en laissant le passage nécessaire au câble et au crochet du pont roulant (fig. 14). Ses dimensions sont identiques à celles d'un dispositif de captage unilatéral simple (cf. § 1.2.2.1.).



Pour un système de captage bilatéral incliné ayant une ouverture en partie haute réduite des 2/3, les débits d'air q à mettre en œuvre par m^2 de grille ($m^3/s \cdot m^2$) doivent être les suivants :

- moules chauds ($t > 150\text{ }^\circ\text{C}$) : $q > 1,5$;
- moules froids ($t < 150\text{ }^\circ\text{C}$) : $q > 1,4$.

Il est impératif que durant l'opération de décochage, les travailleurs ne puissent pas se placer entre la grille et les dispositifs de captage. Si ce n'est pas le cas, cette solution est à proscrire.

1.2.2.4. Dispositif de captage unilatéral équipé d'un capot mobile.

Le dispositif de captage unilatéral simple est équipé d'un capot mobile qui s'efface lors de la mise en place du châssis à décocher; il est ensuite redescendu lors du décochage afin de diminuer la section des ouvertures (fig. 15).

Ses dimensions sont identiques à celles d'un dispositif de captage unilatéral simple (cf. § 1.2.2.1.).

Lors du décochage, le capot doit être redescendu et le débit d'air doit être tel que les vitesses d'air V dans les ouvertures (section S_o) ne soient pas inférieures à 1,5 m/s.

Le débit total d'air à extraire est donné par la relation :

$$Q = S_o \cdot V$$

Cette solution trouve son application sur des grilles de grandes dimensions où les débits d'air à mettre en jeu avec un dispositif de captage unilatéral simple seraient prohibitifs.

Rappelons que ce dispositif de captage n'est efficace que si le capot est redescendu lors de l'opération de décochage.

1.2.3. Hotte en dôme [9]

La hotte en dôme est un dispositif de captage positionné au-dessus de la source d'émission de polluants, sur le trajet naturel des gaz et des fumées, et ayant au minimum trois côtés ouverts (fig. 16).

Le tableau III donne les caractéristiques dimensionnelles et aérauliques des hottes en dôme ayant quatre côtés ouverts.

Les hottes en dôme ne sont à utiliser qu'en dernier recours lorsque les autres solutions plus performantes ne sont pas applicables.

En effet, elles présentent un certain nombre d'inconvénients, dont :

- la possibilité pour l'opérateur de mettre sa tête dans le flux d'air pollué lorsqu'il intervient sur le poste;
- une grande sensibilité aux courants d'air;
- l'impossibilité d'utiliser les moyens de manutention classiques.

TABLEAU III

Caractéristiques dimensionnelles et aérauliques	
$L = A + 2 d$ $l = B + 2 d$ $d = 0,4 D$	$Q \approx 2,8 (A + B) \cdot D \cdot V$ avec $1 < V < 2$

La mise en place d'écrans latéraux limitant l'effet néfaste des courants d'air est recommandée chaque fois que cela s'avère techniquement réalisable, jusqu'à transformer la hotte en dôme en un dispositif de captage enveloppant.

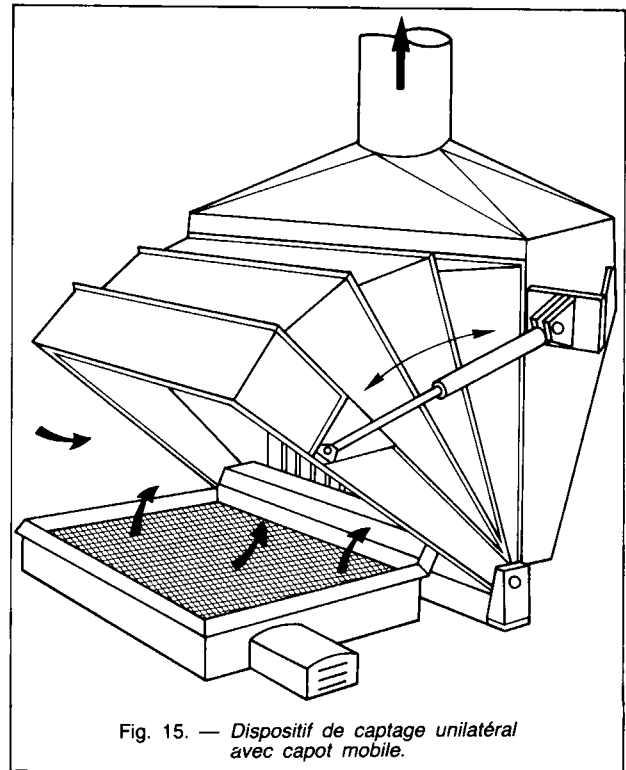
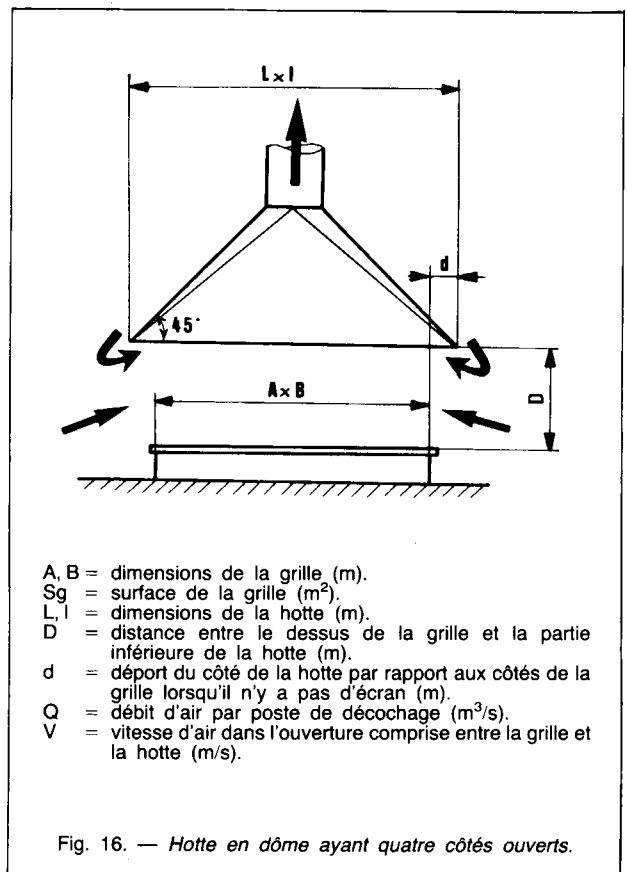
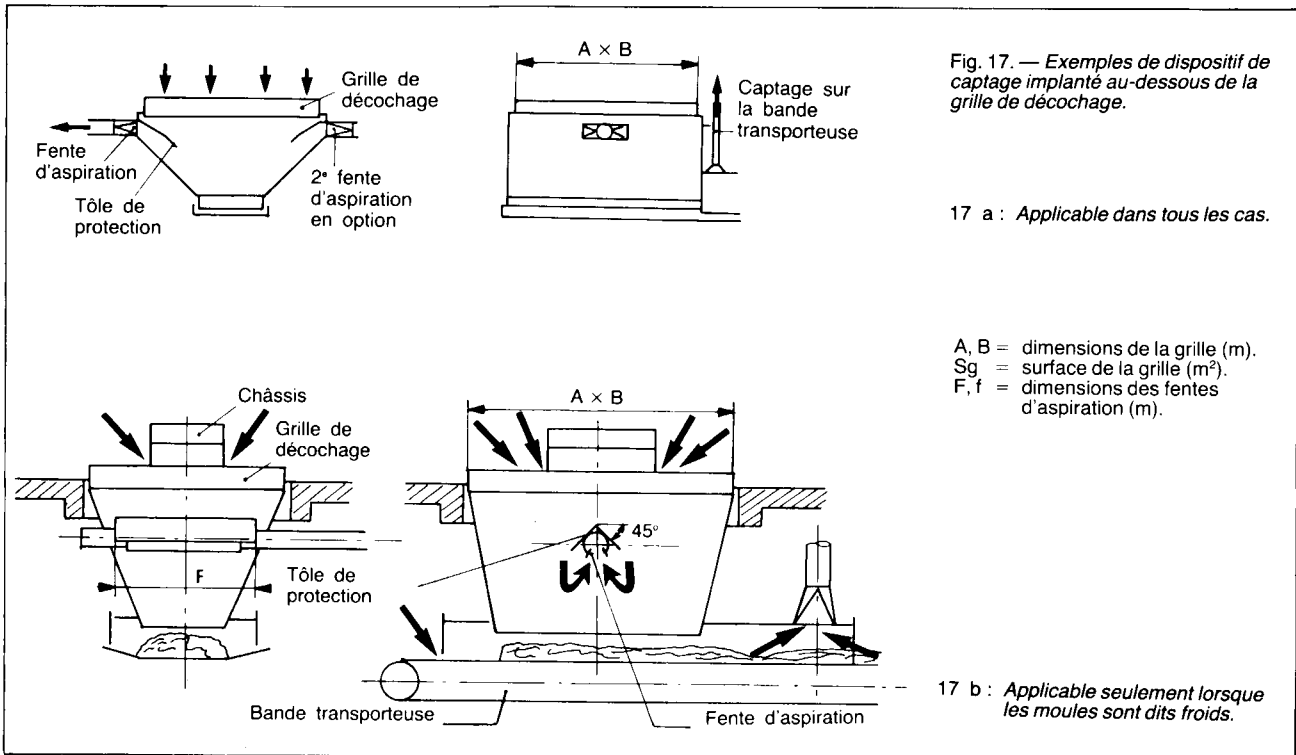


Fig. 15. — Dispositif de captage unilatéral avec capot mobile.



- A, B = dimensions de la grille (m).
- S_g = surface de la grille (m^2).
- L, l = dimensions de la hotte (m).
- D = distance entre le dessus de la grille et la partie inférieure de la hotte (m).
- d = déport du côté de la hotte par rapport aux côtés de la grille lorsqu'il n'y a pas d'écran (m).
- Q = débit d'air par poste de décochage (m^3/s).
- V = vitesse d'air dans l'ouverture comprise entre la grille et la hotte (m/s).

Fig. 16. — Hotte en dôme ayant quatre côtés ouverts.



1.3. Captage au-dessous de la grille de décochage.

La totalité du débit d'air mis en œuvre est aspirée par un dispositif de captage judicieusement implanté **sous** la grille de décochage. Aucun captage n'est prévu **au-dessus** de la grille (fig. 17).

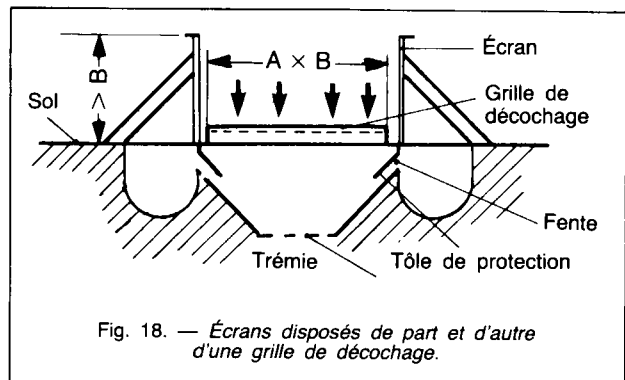
Pour assurer le bon fonctionnement du dispositif, il est nécessaire d'observer les quelques règles de construction suivantes [9, 10, 11] :

- les dimensions de la grille doivent être de l'ordre de 1,5 à 1,7 fois les dimensions du plus grand châssis utilisé ;
- la trémie et le moyen d'évacuation du sable doivent être surdimensionnés afin d'éviter le colmatage des fentes d'aspiration ;
- les fentes d'aspiration doivent se situer près de la grille et être protégées par des tôles afin d'éviter un colmatage éventuel du circuit d'aspiration ;
- la section des fentes d'aspiration sera calculée de façon que la vitesse de l'air à leur niveau soit de l'ordre de 8 à 10 m/s.

Le tableau IV donne les débits d'air q à mettre en œuvre par m² de grille (m³/s·m²) [9, 10].

TABLEAU IV

Moules chauds $t > 150\text{ }^{\circ}\text{C}$	Moules froids $t < 150\text{ }^{\circ}\text{C}$
A déconseiller [9], mais si impossibilité de mettre en œuvre une autre solution $q > 3$	$1 < q < 1,25$
$Q = Sg \cdot q$	



L'efficacité du captage pourra être améliorée par la mise en place d'écrans (fig. 18).

Le domaine d'application du captage implanté au-dessous de la grille doit être limité à des chantiers où :

- les châssis sont de faibles hauteurs (maxi 0,2 à 0,3 m) ;
- les moules sont froids ;
- les problèmes de manutention sont importants ;
- la cadence est faible.

Dans les autres cas, les solutions doivent être recherchées parmi les dispositifs décrits dans les paragraphes 1.1., 1.2. et 1.4.

1.4. Captage mixte.

Il consiste à combiner les captages au-dessus et au-dessous de la grille de décochage.

Le dispositif implanté **au-dessus de la grille** doit être considéré comme le dispositif **principal**.

Le dispositif implanté **au-dessous de la grille** doit être considéré comme **complémentaire** et seulement comme l'ébauche du captage des polluants se déga-

geant dans la trémie et sur le système d'évacuation du sable. Ce captage devra être ensuite parachevé par un dispositif placé au niveau de la bande transporteuse du sable récupéré.

Les dimensions des dispositifs sont identiques à celles indiquées aux § 1.2. et 1.3.

Les débits à mettre en œuvre sont donnés dans le tableau V.

TABLEAU V

Dispositif de captage	Caractéristiques aérauliques
Au-dessus de la grille Au-dessous de la grille	$q =$ voir § 1.2. $q' = 0,1 \text{ à } 0,15 q$ d'où par poste : $Q = K.Sg.q$ avec $1,1 < K < 1,15$

2. Dispositifs d'apport d'air de compensation.

La ventilation générale d'un atelier comprend, d'une part des dispositifs d'extraction permettant d'évacuer les polluants résiduels qu'il n'est techniquement pas possible de capter en totalité à la source et, d'autre part, des dispositifs d'apport d'air de compensation incluant, si nécessaire, son chauffage. Dans un atelier de fonderie, il existe toujours une ventilation générale naturelle du fait de l'existence de sources chaudes réparties tout le long des chantiers de fabrication et d'ouvertures donnant sur l'extérieur (portes, fenêtres, lanterneaux...). Il est souvent nécessaire de modifier cette ventilation afin de l'optimiser et de l'adapter à l'atelier.

L'étude ou l'optimisation d'une installation de ventilation générale dépend de nombreux paramètres souvent

difficiles à évaluer simplement. Il en résulte une grande difficulté dans l'approche quantitative de ce type de problème. Un soin tout particulier devra être apporté à la réalisation et à la mise en place des dispositifs d'apport d'air compensant celui extrait par les dispositifs de captage localisé afin d'éliminer ou réduire les courants d'air parasites. Rappelons que les courants d'air entraînent :

- une diminution de l'efficacité des dispositifs de captage;
- une dispersion des polluants non captés à travers tout l'atelier;
- un inconfort local des travailleurs, notamment à la périphérie des locaux, pouvant conduire à l'arrêt des installations de ventilation.

Une introduction mécanique de l'air est recommandée; elle permet d'assurer une distribution optimale de l'air neuf ainsi que la qualité de l'air introduit, notamment sa propreté (épuration), sa température et son humidité.

Dans la plupart des cas, le débit d'arrivée d'air est prévu égal au débit d'extraction d'air de tous les dispositifs de captage existant dans l'atelier.

La distribution de l'air propre dans l'atelier devrait se faire **aux points les plus proches des zones d'extraction d'air**. La méthode choisie pour amener cet air variera en fonction de la disposition du local et du processus de fabrication. En règle générale, on veillera à ce que l'air propre passe au niveau des voies respiratoires de l'opérateur (fig. 19).

La conception des dispositifs amenant l'air à proximité des postes de travail (caisson latéral, tourelles d'introduction...) doit faire l'objet d'un soin tout particulier. Une mauvaise implantation, une vitesse de soufflage d'air trop importante, un débit d'air mal adapté aboutissent à un résultat contraire à celui escompté c'est-à-dire dispersant les polluants dans l'atelier au lieu d'améliorer l'efficacité du captage.

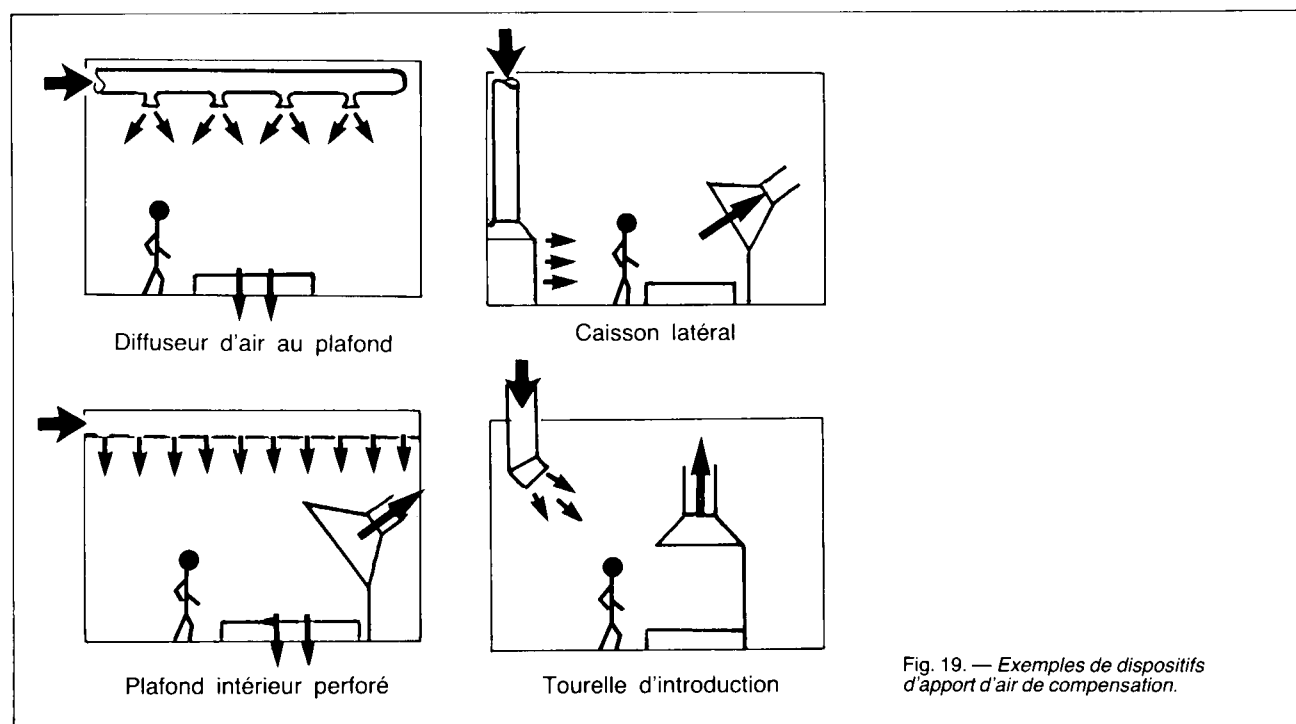


Fig. 19. — Exemples de dispositifs d'apport d'air de compensation.

Les ventilateurs de brassage mis en place à proximité des postes pour « pousser » les polluants vers les dispositifs de captage posent le même problème. Notons cependant qu'ils servent à réduire la contrainte thermique aux postes de travail.

3. Données constructives générales.

La section des conduites d'évacuation de l'air pollué sera calculée de façon que la vitesse de l'air y soit de l'ordre de 18 à 20 m/s [9]. Dans le cas particulier de chantier mécanisé à cadence élevée, les vitesses d'air dans les conduites pourront être augmentées car il se produit au décochage un dégagement important de poussières et de vapeur d'eau pouvant entraîner un colmatage du circuit.

Une cause importante du mauvais fonctionnement des installations de ventilation réside dans une mauvaise répartition des débits d'air dans les dispositifs de captage. L'annexe 3 propose quelques solutions susceptibles de l'améliorer.

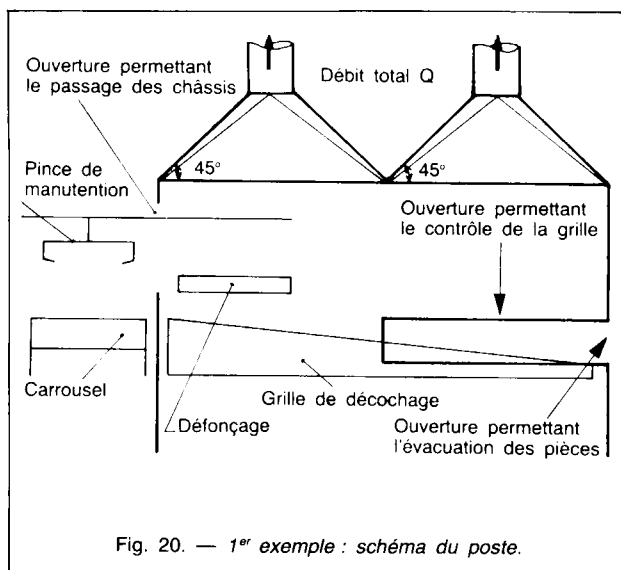
Les dispositifs de captage doivent être, sur le plan mécanique, surdimensionnés afin de pouvoir résister aux contraintes inévitables (tôles épaisses, renforts, raidisseurs...). Un matériel trop léger perdra rapidement son efficacité du fait des déformations qu'il subira.

4. Exemples.

Premier exemple.

Déterminer le dispositif de captage à mettre en place sur un poste de décochage par défonçage associé à une grille vibrante à évacuation dirigée, implanté sur un chantier automatique à cadence élevée (fig. 20) :

- Dimensions de la grille : 3,5 × 1 m.
- Dimensions des châssis : 0,5 × 0,4 × 0,3 m.
- Température des moules de l'ordre de 350 °C.
- Courant d'air : néant.



- Le carrousel est capoté depuis le poste de coulée jusqu'au poste de décochage (tunnel de refroidissement).

La conception du poste de travail permet d'envisager la mise en place d'un dispositif de captage enveloppant. L'arrivée des châssis et leur évacuation, l'évacuation des pièces et le contrôle éventuel du bon fonctionnement de la grille nécessitent d'avoir des ouvertures dont la section totale S_0 peut être estimée à 2,2 m².

Le débit d'air par m² de grille q doit être supérieur à 1 m³/s · m² et être tel que la vitesse de l'air dans les ouvertures soit supérieure à 1 m/s (cf. § 1.2.1.).

Le débit d'air total extrait sera :

$$Q = Sg \cdot q$$

$$Q = (3,5 \times 1) \times 1 = 3,5 \text{ m}^3/\text{s}, \text{ soit } 12\,600 \text{ m}^3/\text{h}$$

La vitesse d'air dans les ouvertures sera de :

$$V = Q/S_0$$

$$V = 3,5/2,2 = 1,6 \text{ m/s}$$

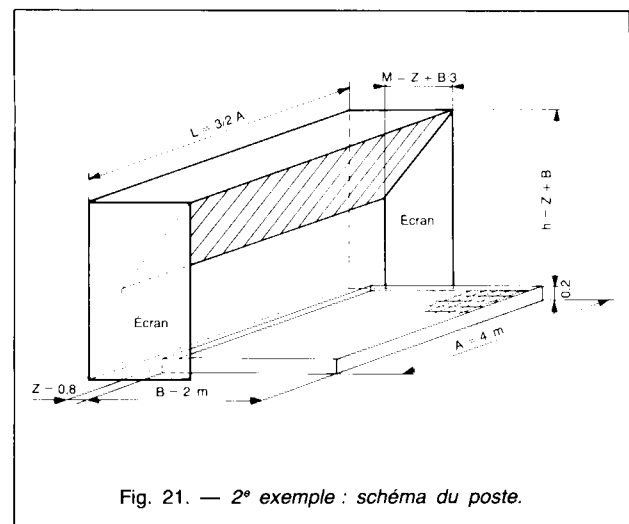
La condition de vitesse minimale dans les ouvertures est satisfaite.

Deuxième exemple

Déterminer le dispositif de captage à mettre en place sur un poste de décochage équipé d'une grille vibrante dont les caractéristiques sont :

- Dimensions de la grille : 4 × 2 m.
- Dimensions maximales des châssis : 2,5 × 1,5 × 1 m.
- Poids des pièces à décocher > 1 tonne.
- Température des moules : $t < 150$ °C.
- Dimensions du hall où est implanté le poste de décochage : 230 × 25 × 12 m.
- Vitesse des courants d'air latéraux au niveau du poste = 0,5 m/s.

La conception du poste de travail, la taille des châssis, les moyens de manutention permettent d'envisager la mise en place d'un dispositif de captage unilatéral (fig. 21). En outre, des écrans latéraux seront



disposés sur les côtés afin de limiter l'effet néfaste des courants d'air.

Le débit d'air par m^2 de grille q doit être compris entre 1,8 et $2 m^3/s \cdot m^2$ (cf. § 1.2.2.1.). En raison des courants d'air, nous choisirons $2 m^3/s \cdot m^2$.

Le débit d'air total extrait sera :

$$Q = Sg \cdot q$$

$$Q = (4 \times 2) \times 2 = 16 m^3/s \text{ soit } 57\,600 m^3/h.$$

La mise en place d'un dispositif de captage au-dessous de la grille, venant en complément du dispositif implanté au-dessus, est envisageable et permettrait d'assainir la trémie de stockage et de capter les polluants sur les bandes transporteuses.

Le débit d'air doit être d'environ 10 à 15 % de celui mis en œuvre au-dessus de la grille (cf. § 1.4.). Il sera compris entre 1,6 et $2,4 m^3/s$ ($5\,800$ à $8\,600 m^3/h$).

Les dimensions minimales du dispositif de captage unilatéral devront être :

- $L = 3/2 A = 6 m$;
- $Z = 0,8 m$ de façon à permettre la récupération du sable tombé à l'arrière de la grille;
- $h = B + Z = 2,8 m$;
- $M = Z + B/3 = 1,5 m$.

Troisième exemple

Déterminer le dispositif de captage à mettre en place sur le poste de décochage dont les caractéristiques sont les suivantes :

- dimensions de la grille : $2,3 \times 1,4 m$;
- dimensions maximales des châssis : $1,2 \times 0,6 \times 0,2 m$;
- température des moules : $t \approx 100^\circ C$;
- cadence : faible, quelques châssis par jour;
- absence de courants d'air à proximité du poste;
- manutention à l'aide d'une potence.

L'implantation du poste de décochage à proximité immédiate des allées de passage ne permet pas d'envisager la mise en place d'un dispositif de captage unilatéral. Il y a donc lieu d'envisager un captage des polluants par le dessous de la grille. Le débit d'air par m^2 de grille q doit être de l'ordre de 1 à $1,25 m^3/s \cdot m^2$ (cf. § 1.3.). Nous choisirons $1,25 m^3/s \cdot m^2$ en raison de la température du moule. Le débit d'air total extrait sera :

$$Q = Sg \cdot q$$

$$Q = (2,3 \times 1,4) \times 1,25 = 4 m^3/s, \text{ soit } 14\,400 m^3/h.$$

E. CONTROLE D'UNE INSTALLATION DE VENTILATION

Le contrôle d'une installation de ventilation doit être effectué au moment de sa première mise en route et périodiquement en cours de fonctionnement.

Lors de la **première mise en route**, les techniques de contrôle doivent être suffisamment précises pour permettre :

- de réceptionner l'installation en comparant ses caractéristiques dimensionnelles et aérauliques réelles à celles du cahier des charges;
- d'équilibrer les différents circuits de l'installation.

Lors du **contrôle en cours de fonctionnement**, les techniques doivent être simples et permettre un diagnostic rapide de l'état de l'installation.

Les paramètres contrôlés sont essentiellement :

- les vitesses d'air au niveau du poste de travail;
- les débits d'air mis en jeu sur chaque circuit.

Le contrôle est obtenu par la mesure :

- des vitesses d'air;
- des pressions statiques, dynamiques et totales.

Le tableau VI résume les principales données relatives aux contrôles à effectuer et à leur fréquence.

La mesure de la pression statique permet de vérifier régulièrement le fonctionnement d'une installation. En notant les variations de la pression statique, il est possible de calculer les débits et de diagnostiquer les modifications de fonctionnement de l'installation.

La technique consiste :

- lors de la première mise en route de l'installation, à faire déterminer par des spécialistes le débit d'air mis en jeu et à noter simultanément les valeurs de la pression statique aux différents points intéressants de l'installation;
- en cours de fonctionnement, à noter toute variation de la pression à ces mêmes points.

Lorsqu'une variation de pression statique est mesurée en un point du circuit et que les caractéristiques du circuit de ventilation en amont de ce point sont inchangées, le nouveau débit d'air passant en ce point peut être évalué à partir de la relation :

$$Q_N = Q_A \sqrt{\frac{P_{S_N}}{P_{S_A}}}$$

Q_A = ancien débit d'air (m^3/s)
 Q_N = nouveau débit d'air (m^3/s)
 P_{SA} = pression statique ancienne correspondant au débit d'air Q_A (Pa)
 P_{SN} = pression statique nouvelle correspondant au débit d'air Q_N (Pa)

L'analyse comparative des variations de pression statique en plusieurs points sans tenir compte du circuit de ventilation permet de diagnostiquer et de repérer les causes de mauvais fonctionnement éventuel de l'installation.

La mesure de la pression statique s'effectue en reliant un manomètre à un trou de petit diamètre (environ 1,5 mm), sans bavure, réalisé dans la conduite (fig. 22).

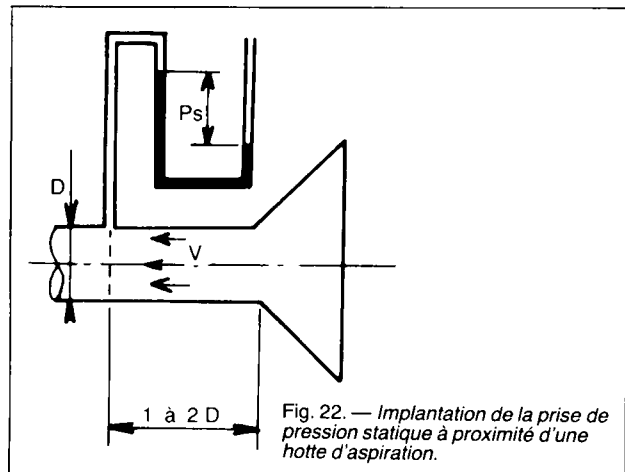


Fig. 22. — Implantation de la prise de pression statique à proximité d'une hotte d'aspiration.

TABLEAU VI

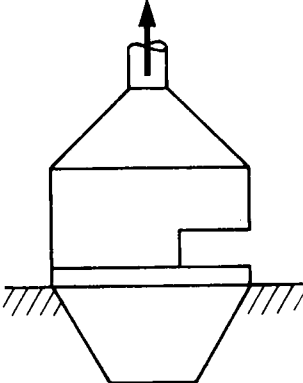
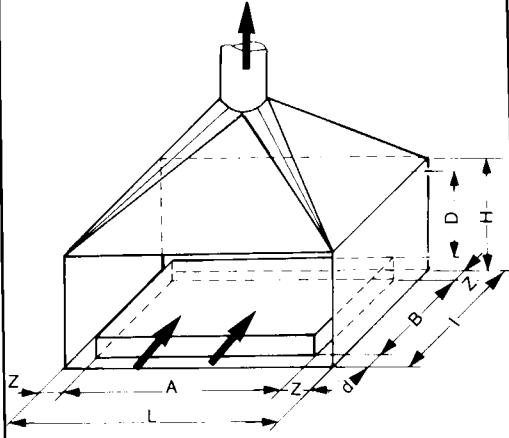
Contrôles à effectuer	Methodologie	Moyens à mettre en œuvre	Moment des contrôles et fréquence	
			Contrôle à la mise en route	Contrôle en cours de fonctionnement
Contrôles quantitatifs Niveau de pollution.	Mesure des concentrations de polluants avant et après la mise en place de l'installation de ventilation.	Appareils de mesure selon le type de polluant.	Oui, à titre de référence.	Oui, régulièrement et au moins à chaque modification du système de ventilation.
Débit d'aspiration.	— Détermination du champ de vitesse dans les conduites.	Tube de Pitot (NF X 10-112) Anémomètre	Oui	Oui, régulièrement et au moins à chaque modification du système de ventilation.
	— Détermination du champ de vitesse aux bouches d'aspiration.	Anémomètre	A défaut de mesure au tube de Pitot.	
	— Technique de traçage.	Selon gaz traceur	En cas d'absence de longueurs de conduites droites.	
Vitesse de captage et des courants d'air.	Mesure directe par anémomètre.	Anémomètre	Oui	En cas de modification des ouvertures dans le bâtiment.
Variation du débit d'aspiration.	Variation de la pression statique.	Prise de pression statique et manomètre.	Oui, à titre de référence.	Oui, très régulièrement (tous les deux ou trois mois par exemple).
Paramètres de fonctionnement du ventilateur.	— Vitesse de rotation. — Puissance consommée.	Tachymètre Ampèremètre	Oui	En cas de diminution des débits d'aspiration.
Efficacité du captage.	Technique de traçage.	Appareils de mesure selon le type de traceur utilisé.	Souhaitable	Souhaitable
Contrôles qualitatifs Efficacité	Visualisation d'un traceur.	Fumigène	Oui	Oui, régulièrement.

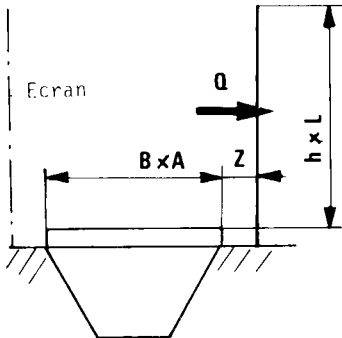
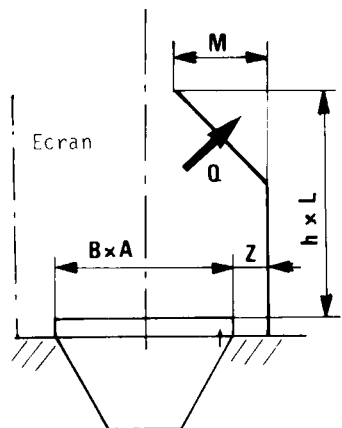
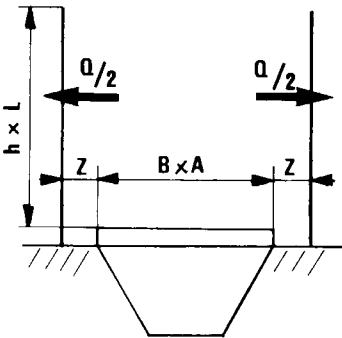
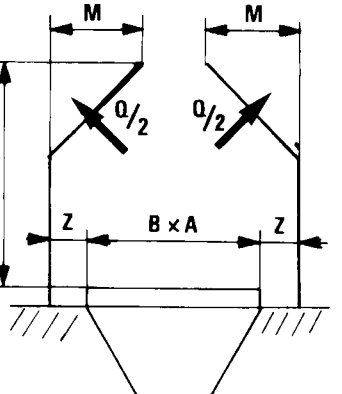
F. SYNTHÈSE DES DISPOSITIFS DE CAPTAGE LOCALISÉ

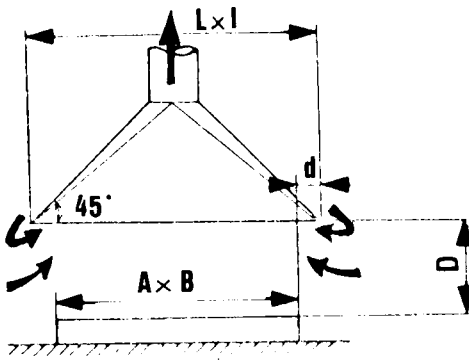
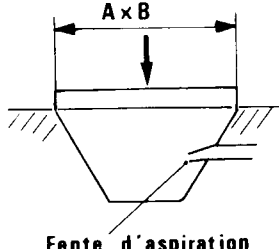
Rappel des définitions

- A, B = dimensions de la grille (m)
- Sg = surface de la grille (m²)
- So = surface totale des ouvertures vers l'extérieur (m²)
- L, l = dimensions de la hotte (m)
- F, f = dimensions des fentes d'aspiration situées sous la grille (m)
- H = distance entre le sol et la partie inférieure de la hotte (m)
- D = distance entre le dessus de la grille et la partie inférieure de la hotte (m)
(Dispositif de captage enveloppant, hotte en dôme)
- h = distance entre le dessus de la grille et la partie supérieure du dispositif de captage (m)
(Dispositif de captage latéral)

- d = déport de la hotte par rapport à la grille lorsqu'il n'y a pas d'écran (m)
(Dispositif de captage enveloppant, hotte en dôme)
- Z = distance entre la grille et les écrans ou le dispositif de captage (m)
- M = déport de la partie supérieure du dispositif de captage latéral (m)
- q = débit d'air **par m² de grille** (m³/s·m²)
- Q = débit d'air **par poste de décochage** (m³/s)
- V = vitesse d'air dans les ouvertures (m/s)
Dans le cas de la hotte en dôme, l'ouverture est celle comprise entre la grille et la hotte.

Dispositif de captage	Caractéristiques aérauliques	Caractéristiques dimensionnelles						
<p>1.1. Encoffrement du poste</p>	<p>$1 < V < 1,5$ et $Q = So \cdot V$</p>	<p>So réduite au minimum</p>						
<p>1.2. Captage au-dessus de la grille</p> <p>1.2.1. Dispositif de captage enveloppant</p> <p>a) <i>Grille encoffrée</i></p>  <p>b) <i>Dispositif de captage ouvert sur un ou deux côtés</i></p> 	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 10px;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">Moules chauds</th> <th style="width: 50%;">Moules froids</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;"> $q > 1$ et $V > 1$ </td> <td style="text-align: center;"> $q > 0,75$ et $V > 1$ </td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"> $Q = Sg \cdot q$ ou $Q = So \cdot V$ (Prendre la valeur la plus élevée.) </td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">$V > 1$ $Q = So \cdot V$</p>	Moules chauds	Moules froids	$q > 1$ et $V > 1$	$q > 0,75$ et $V > 1$	$Q = Sg \cdot q$ ou $Q = So \cdot V$ (Prendre la valeur la plus élevée.)		<p>So réduite au minimum</p> <ul style="list-style-type: none"> • $d = 0,4 D$ • 1 côté ouvert So = L.H. ou So = l.H • 2 côtés ouverts So = 2.L.H ou So = 2.l.H ou So = (L + l). H <p style="text-align: right;">(selon la localisation des ouvertures)</p>
Moules chauds	Moules froids							
$q > 1$ et $V > 1$	$q > 0,75$ et $V > 1$							
$Q = Sg \cdot q$ ou $Q = So \cdot V$ (Prendre la valeur la plus élevée.)								

Dispositif de captage	Caractéristiques aérauliques	Caractéristiques dimensionnelles																		
<p>1.2.2. Dispositif de captage latéral</p> <p>a) Captage unilatéral (vertical et incliné)</p>   <p>b) Captage bilatéral vertical</p>  <p>c) Captage bilatéral Incliné (toit fermé aux 2/3)</p> 	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">Moules chauds</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">Moules froids</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">$2 < q < 2,5$</td> <td style="text-align: center;">$1,8 < q < 2$</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">$Q = Sg \cdot q$</td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">Moules chauds</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">Moules froids</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">$q > 2$</td> <td style="text-align: center;">$q > 1,5$</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">$Q = Sg \cdot q$</td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">Moules chauds</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">Moules froids</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">$q > 1,5$</td> <td style="text-align: center;">$q > 1,4$</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">$Q = Sg \cdot q$</td> </tr> </table>	Moules chauds	Moules froids	$2 < q < 2,5$	$1,8 < q < 2$	$Q = Sg \cdot q$		Moules chauds	Moules froids	$q > 2$	$q > 1,5$	$Q = Sg \cdot q$		Moules chauds	Moules froids	$q > 1,5$	$q > 1,4$	$Q = Sg \cdot q$		<p>$L > 3/2 A$ Z minimal $h > B + Z$ $M > Z + B/3$</p> <p>$L > 3/2 A$ Z minimal $h > B + Z$</p> <p>$L > 3/2 A$ Z minimal $h > B + Z$ $M > Z + B/3$</p>
Moules chauds	Moules froids																			
$2 < q < 2,5$	$1,8 < q < 2$																			
$Q = Sg \cdot q$																				
Moules chauds	Moules froids																			
$q > 2$	$q > 1,5$																			
$Q = Sg \cdot q$																				
Moules chauds	Moules froids																			
$q > 1,5$	$q > 1,4$																			
$Q = Sg \cdot q$																				

Dispositif de captage	Caractéristiques aérauliques	Caractéristiques dimensionnelles				
<p>1.2.3. Hotte en dôme</p> 	<p>quatre côtés ouverts</p> <p>$1 < V < 2$ (en fonction des courants d'air)</p> <p>$Q \approx 2,8 (A + B) D.V$</p>	<p>$L = A + 2d$ $l = B + 2d$ $d = 0,4 D$</p>				
<p>1.3. Captage au-dessous de la grille</p> 	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="646 705 885 728">Moules chauds</th> <th data-bbox="885 705 1149 728">Moules froids</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="646 728 885 1030"> <p>A déconseiller. Si impossibilité de choisir une autre solution $q > 3$</p> </td> <td data-bbox="885 728 1149 1030"> <p>$1 < q < 1,25$</p> <p>$Q = Sg.q$</p> </td> </tr> </tbody> </table>	Moules chauds	Moules froids	<p>A déconseiller. Si impossibilité de choisir une autre solution $q > 3$</p>	<p>$1 < q < 1,25$</p> <p>$Q = Sg.q$</p>	<p>A et B supérieures de 1,5 à 1,7 fois aux dimensions du plus grand châssis.</p>
Moules chauds	Moules froids					
<p>A déconseiller. Si impossibilité de choisir une autre solution $q > 3$</p>	<p>$1 < q < 1,25$</p> <p>$Q = Sg.q$</p>					
<p>1.4. Captage mixte</p> <p>Captage au-dessus et au-dessous de la grille.</p>	<p>Captage au-dessus de la grille</p> <p>Voir 1.2</p> <p>Captage au-dessous de la grille</p> <p>Débit de l'ordre de 10 à 15 % de celui mis en jeu au-dessus de la grille</p> <p>Débit total $Q = K.Sg.q$ avec $1,1 < K < 1,15$</p>	<p>Voir 1.2</p> <p>Voir 1.3</p>				

G. DOSSIERS TECHNIQUES

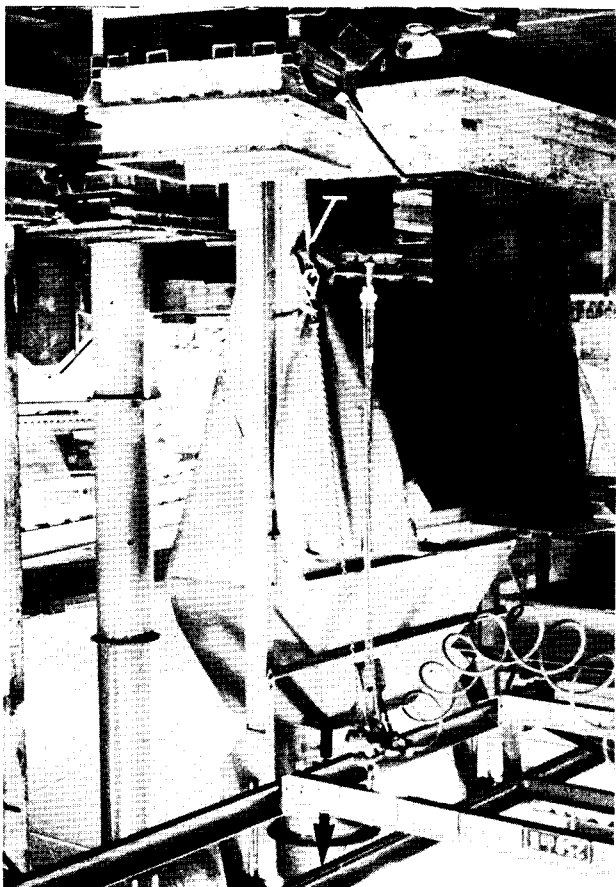
Ce chapitre présente quelques réalisations industrielles ayant permis d'assainir correctement des postes de décochage.

Ces réalisations ne doivent pas être considérées comme exemplaires mais comme des solutions ayant permis de résoudre, dans un environnement particulier, un problème de pollution à des postes de travail déterminés.

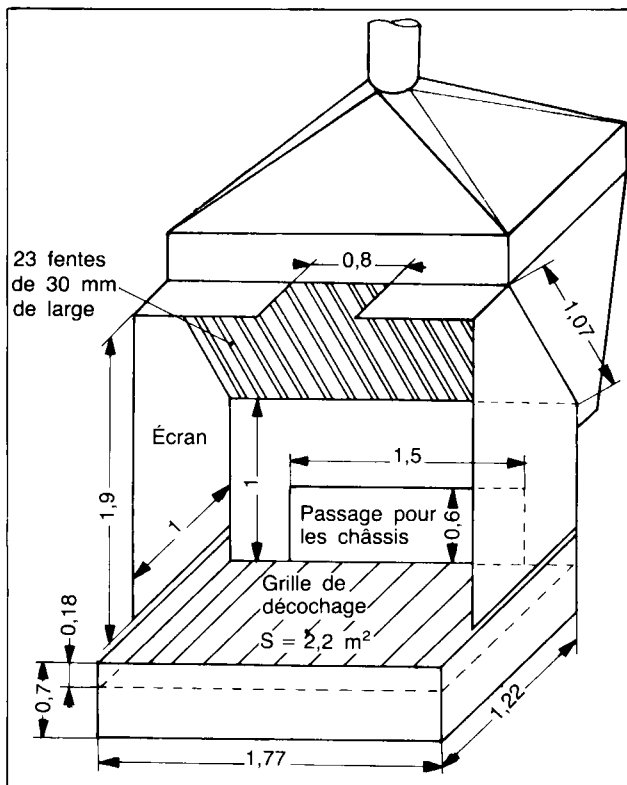
Les dossiers techniques fournissent :

- les caractéristiques du poste de décochage ;
- les caractéristiques dimensionnelles et aérauliques du ou des dispositifs de captage (les caractéristiques aérauliques mesurées sont à rapprocher de celles théoriques préconisées dans le guide).

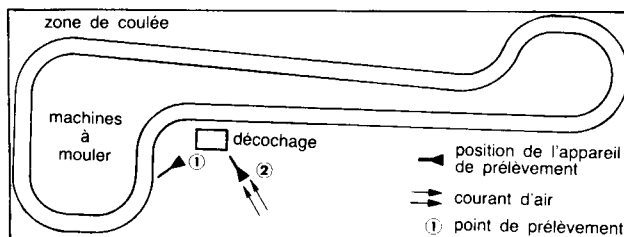
Dossier technique n° 1



Dimensions du poste de décochage



Implantation du poste de décochage



Les châssis à démouler sont placés sur la grille par un vérin pousse-moule situé à l'arrière du poste de décochage.

Les pièces et les châssis sont évacués par l'avant grâce à un palonnier manipulé par un travailleur placé devant le poste.

Caractéristiques du dispositif de captage.

Captage mixte :

- au-dessus de la grille : dispositif de captage unilatéral avec écrans (sur les côtés du poste);
- au-dessous de la grille.

Caractéristiques des châssis, des moules et des pièces.

Dimensions des châssis : 1 × 0,8 × 0,4 m.

Cadence : 90 à 120 moules par jour et décochage en continu.

Température des moules : > 150 °C.

Caractéristiques aérauliques mesurées et calculées.

- Débit d'air aspiré au-dessus de la grille $Q_1 = 5,6 \text{ m}^3/\text{s}$, soit $20\,100 \text{ m}^3/\text{h}$,

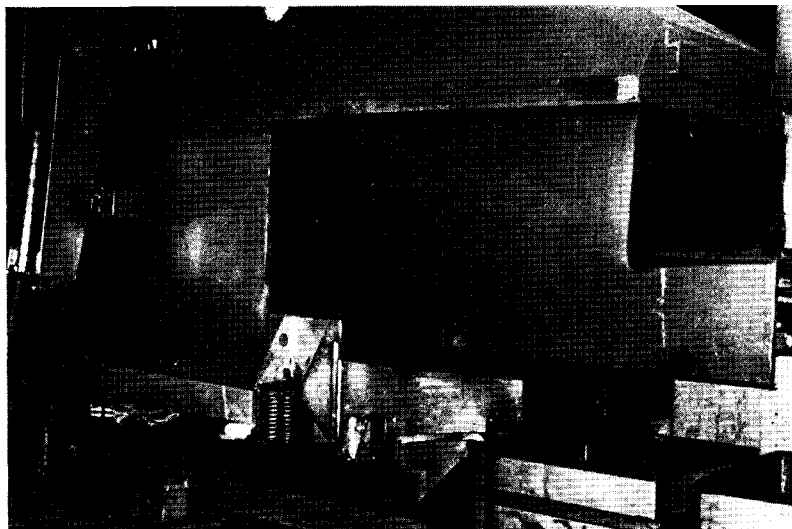
$$\text{d'où } q = \frac{Q_1}{S_g} = \frac{5,6}{2,2} = 2,6 \text{ m}^3/\text{s}\cdot\text{m}^2$$

- Débit d'air aspiré au-dessous de la grille $Q_2 = 1,05 \text{ m}^3/\text{s}$, soit $3\,700 \text{ m}^3/\text{h}$. Ce débit d'air aspiré sous la grille représente 18 % du débit d'air aspiré au-dessus de la grille.

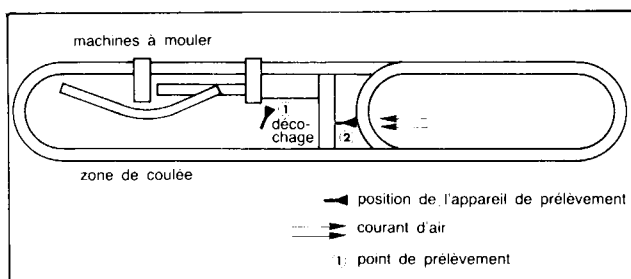
- Vitesse d'air moyenne mesurée au niveau des voies respiratoires de l'opérateur : 0,5 à 0,6 m/s.

- Vitesse des courants d'air à proximité du poste : 0,2 à 0,3 m/s.

Dossier technique n° 2

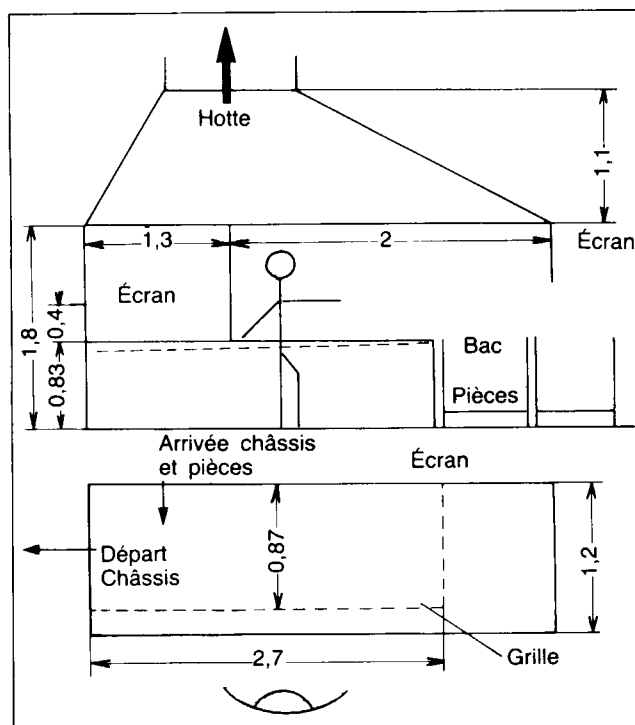


Implantation du poste de décochage



Les châssis sont placés sur la grille par un vérin pousse-moule. Après décochage, le vérin repositionne le châssis vide sur le carrousel (à gauche du poste de décochage).

L'évacuation des pièces se fait à droite du poste grâce à la grille qui est à évacuation dirigée.



Dimensions du poste de décochage.

Surface de la grille : $0,87 \times 2,7 = 2,35 \text{ m}^2$.

Surface totale des ouvertures $\approx 3,5 \text{ m}^2$.

Caractéristiques du dispositif de captage.

Captage mixte :

- au-dessus de la grille : dispositif de captage enveloppant ;
- au-dessous de la grille.

Caractéristiques des châssis, pièces et moules.

Dimensions des châssis : $0,5 \times 0,4 \times 0,3 \text{ m}$.

Cadence : en continu, 900 moules par jour.

Température des moules $\approx 350 \text{ }^\circ\text{C}$.

Caractéristiques aérauliques mesurées et calculées.

- Débit d'air aspiré par le dispositif de captage enveloppant $Q_1 = 5,45 \text{ m}^3/\text{s}$, soit $19\,500 \text{ m}^3/\text{h}$,

$$\text{d'où } q = \frac{Q_1}{S_g} = \frac{5,45}{2,35} = 2,3 \text{ m}^3/\text{s}\cdot\text{m}^2$$

- Débit d'air aspiré par le dispositif implanté au-dessous de la grille $Q_2 = 1,5 \text{ m}^3/\text{s}$, soit $5\,500 \text{ m}^3/\text{h}$. Ce débit d'air aspiré sous la grille représente 27 % du débit d'air aspiré au-dessus de la grille.

- Vitesse d'air moyenne mesurée dans l'ouverture située à proximité de l'opérateur : 1 à 1,3 m/s.
- Courant d'air à proximité du poste : $V \approx 0,15 \text{ m/s}$.

ANNEXE 1

Les moules et les noyaux

Procédés de fabrication - Polluants chimiques

La plupart des polluants se dégagent lors des opérations de noyautage, moulage, coulée et décochage ont été identifiés lors de travaux réalisés soit en laboratoire (dégradations thermiques des constituants) soit en entreprise (prélèvements d'atmosphère aux postes de travail) [3, 4, 5, 6, 15, 16].

Des travaux récents mettent en évidence la présence d'hydrocarbures polycycliques aromatiques (HPA) parmi les polluants émis lors des opérations de fonderie en particulier au décochage [7].

Le tableau ci-dessous donne, en fonction des principaux procédés de fabrication, le type de pièces

fabriquées (moules et noyaux), les constituants mis en œuvre ainsi que les polluants susceptibles de se dégager lors du décochage. Les polluants décelés à l'état de traces n'y figurent pas. Il en est de même des HPA car les auteurs [7] ne précisent pas dans leur article les procédés mis en œuvre lors de l'étude.

Des prélèvements d'atmosphère (poussière-gaz) devront être effectués aux postes de travail afin de mesurer les concentrations des différents polluants présents. Ces concentrations seront à comparer aux valeurs limites admises pour chacun des polluants [12, 13, 14].

PROCÉDÉS	APPLICATIONS	CONSTITUANTS	POLLUANTS
Procédés classiques — Sable silico-argileux (sable vert). A FROID — Sable au silicate. A FROID — Noyautage aux huiles par étuvage. A CHAUD (180 à 250 °C)	Moules Moules et noyaux de petites tailles Noyaux	Sable + bentonite + noir minéral ou brai de houille + eau. Sable durci au CO ₂ + sucre + noir minéral ou brai de houille. Dans certains cas, le CO ₂ est remplacé par un catalyseur ester. Sable + substance amylicée + huile siccative.	Poussières, CO (50 à 100 mg/m ³)*, CO ₂ , vapeur d'eau, hydrocarbures aliphatiques et benzéniques. Poussières, CO, CO ₂ , vapeur d'eau. Poussières, CO (≈ 35 mg/m ³)*, hydrocarbures aliphatiques légers et benzéniques.
Procédés utilisant des résines synthétiques — Résines polyuréthanes phénoliques. Catalyseur liquide (procédé PEP-SET). A FROID Catalyseur gazeux (procédé ASHLAND). A FROID — Résines « alkyde-isocyanate ». A FROID — Résines furannique et phénolique. A FROID A CHAUD (180 à 200 °C) — Résines « phénoliques » (procédé CRONING). • Sable préchauffé (120-130 °C). • Durcissement (280-320 °C).	Moules et noyaux Noyaux Moules Moules et noyaux Noyaux Noyaux	Sable enrobé de résine formophénolique + durcisseur MDI + accélérateur dérivé de la pyridine. Autre procédé par gazage du noyau (80 % CO ₂ , 20 % DMEA). Sable enrobé de résine isophtalique + durcisseur MDI + catalyseur. Sable enrobé de résine à base d'alcool furfurylique et de résine phénolformaldéhyde + catalyseur. Voir ci-dessus + durcisseur (solution aqueuse de sels minéraux). Sable enrobé à chaud d'une résine formophénolique + catalyseur.	Poussières, CO, CO ₂ , vapeur d'eau, hydrocarbures aliphatiques légers et benzéniques, phénol, formol, ammoniac, gaz cyanhydrique. Poussières, CO (50 à 250 mg/m ³)*, CO ₂ , vapeur d'eau, hydrocarbures aliphatiques légers et benzéniques, phénol, formol, ammoniac, gaz cyanhydrique. Poussières, CO (≈ 220 mg/m ³)*, CO ₂ , vapeur d'eau, hydrocarbures aliphatiques légers et benzéniques (≈ 10 mg/m ³)*, aldéhydes, acroléine. Poussières, CO (50 à 60 mg/m ³)*, SO ₂ (5 à 10 mg/m ³)*, CO ₂ , vapeur d'eau, hydrocarbures benzéniques, gaz cyanhydrique, phénol, formol, traces d'alcool furfurylique. Poussières, CO, CO ₂ , vapeur d'eau, hydrocarbures aliphatiques et benzéniques légers, ammoniac, gaz cyanhydrique, phénol, formol, traces d'alcool furfurylique. Poussières, CO (≈ 120 mg/m ³)*, CO ₂ , vapeur d'eau, hydrocarbures aliphatiques et benzéniques, ammoniac, gaz cyanhydrique, phénol, formol.

* Les valeurs indiquées ont été obtenues par des prélèvements d'atmosphère effectués à proximité des moules lors des opérations de coulée.

ANNEXE 2

Tonneau de dessablage

Sur des chantiers relativement anciens, il est possible de trouver des tonneaux de dessablage.

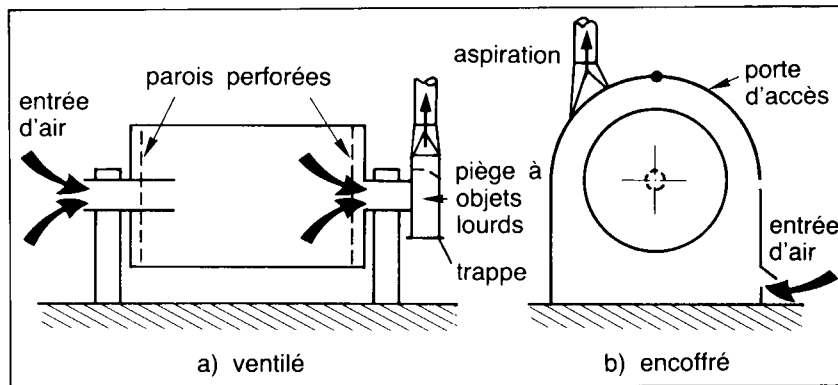
Le tonneau est rempli de pièces préalablement décochées contenant encore du sable. La rotation du tonneau entraîne la séparation du sable et des pièces qui sont ensuite récupérées manuellement.

Le tableau ci-dessous donne les caractéristiques des

systèmes de ventilation en fonction du type et des dimensions des tonneaux [9].

Pour une longueur du tonneau supérieure à 1,8 m, le débit sera augmenté proportionnellement.

Les vitesses d'air dans les ouvertures devront être supérieures à 2 m/s et la vitesse de l'air au travers des parois perforées (dans le cas des tonneaux ventilés) devra être de l'ordre de 6 à 9 m/s.



Tonneau de section carrée Dimension du côté (m)	Tonneau cylindrique Diamètre (m)	Débit (m ³ /s)	
		Tonneau ventilé	Tonneau encoffré
	Jusqu'à 0,6	0,2	0,38
Jusqu'à 0,6	0,6-0,75	0,32	0,42
0,6-0,75	0,75-0,90	0,47	0,47
0,75-0,90	0,90-1,1	0,62	0,62
0,90-1,1	1,1-1,2	0,83	0,83
1,1-1,2	1,2-1,4	1,03	1,03
1,2-1,4	1,4-1,5	1,28	1,28
1,4-1,5	1,5-1,65	1,55	1,55
1,5-1,65	1,65-1,8	1,86	1,86
1,65-1,8		2,17	2,17

ANNEXE 3

Systèmes de répartition du débit d'air dans les ouvertures [9]

Plusieurs dispositifs peuvent être utilisés pour répartir les débits d'air à l'entrée des dispositifs de captage par aspiration locale.

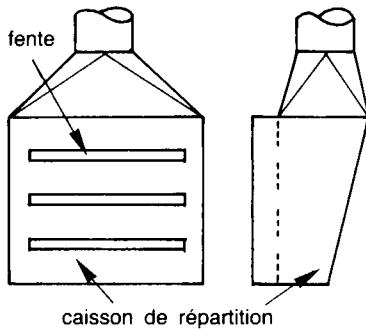
Lors de la conception de ces systèmes, deux règles empiriques peuvent être retenues :

— dans le cas de la répartition par convergent, l'angle

intérieur optimum est de 60° et ne doit jamais dépasser 90° ;

— dans le cas de l'association de fentes liées au caisson de répartition, la vitesse d'air dans les fentes (souvent comprise entre 5 et 10 m/s) doit être au moins égale à deux fois la vitesse d'air moyenne dans le caisson de répartition.

① Fentes.

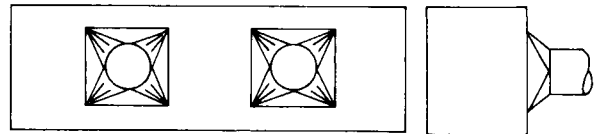


① vitesse aux fentes 5 à 10 m/s

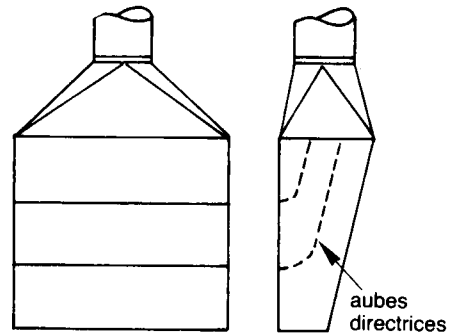
② vitesse dans le caisson de répartition $\leq 1/2$ vitesse aux fentes

④ Reprises multiples.

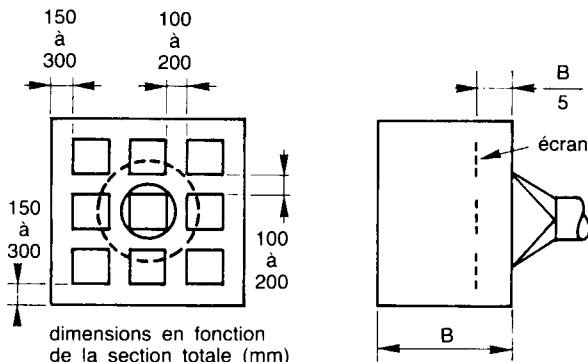
Dispositif de captage de grande longueur.



⑤ Aubes directrices



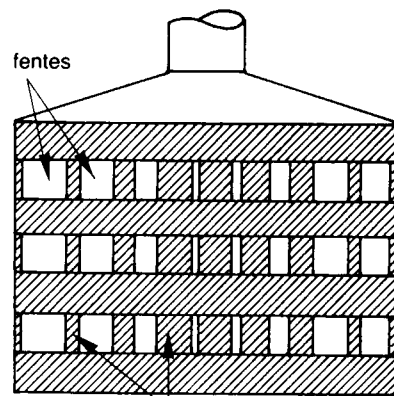
② Écrans.



dimensions en fonction de la section totale (mm)

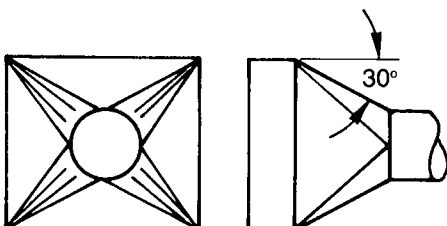
Pour des hottes de 1×1 m ou moins, prévoir un écran de 150 mm plus large que le diamètre de la tuyauterie allant vers le ventilateur.

⑥ Variation des sections de passage de l'air.



volets à positionner lors de la mise en route de l'installation

③ Transformation avec angle faible.



BIBLIOGRAPHIE

- [1] GIROUD (A.). — Le décochage en fonderie. Le matériel, l'installation, l'automatisme. Conférence ATF 15 janvier 1963, *Fonderie*, n° 210, 1963, pp. 291-300.
- [2] Décochage des moules en fonderie, Paris C.T.I.F., Division des installations du matériel, Ge 280, mai 1972.
- [3] BATES (C.E.), SCHEEL (L.D.). — Dégagement de fumées en fonderie de métaux ferreux. *Cahiers de notes documentaires*, n° 79, pp. 213-221, 2^e trimestre 1975, ND 958-79-75.
- [4] MULLER (J.), HERVE-BAZIN (B.), FERRARI (P.), PFLEGER (A.). — Salubrité dans les ateliers de fonderie - Nuisance d'ordre chimique. *Cahiers de notes documentaires*, n° 96, pp. 415-423, 3^e trimestre 1979, ND 1200-96-79.
- [5] MARGOSSIAN (N.). — Hygiène et sécurité dans l'emploi des agglomérants de fonderie. *Hommes et fonderies*, octobre 1973, pp. 37-39.
- [6] SCOTT (W.D.), JAMES (R.H.), BATES (C.E.). — Foundry air contaminants from green sand molds (pollution de l'air des fonderies par les moules à vert). *American Industrial Hygiene Association Journal*, juin 1976, vol. 37, n° 6, pp. 335-344.
- [7] Hygiène et sécurité dans les ateliers de montage de pièces en alliages d'aluminium. ED 908, INRS (à paraître).
- [8] Guide pratique de ventilation n° 1. L'assainissement de l'air des locaux de travail. ED 657, INRS, Paris, 1989.
- [9] Industrial ventilation - A manual of recommended practice. American Conference of Governmental Industrial Hygienists, Lansing (Michigan), 15^e édition, 1978.
- [10] HAGOPIAN (J.H.), BASTRESS (E.K.). — Recommended industrial ventilation guidelines. Cincinnati (Ohio), DHEW Publication n° (NIOSH) 76-162, 1976.
- [11] Captage et épuration de l'air pollué en fonderie. PARIS, C.T.I.F., Hygiène et Sécurité, Ge 304, février 1978.
- [12] Valeurs limites d'exposition professionnelle aux agents chimiques en France. ND 2098, INRS, Paris, 1999.
- [13] Guide to occupational exposure values, ACGIH, Cincinnati, 2003.
- [14] CARTON (B.), FABRIES (J.F.). — Stratégie des prélèvements. INRS. Note scientifique et technique n° 38, septembre 1981.
- [15] Utilisation des produits chimiques organiques dans les fonderies. *Cahiers de notes documentaires*, n° 93, pp. 609-612, 4^e trimestre 1978, recommandation R 140, ND 1150-93-78.
- [16] RYSER (S.), ULMER (G.). — Étude de la pollution gazeuse pour les résines synthétiques utilisées en fonderie. *Fonderie*, n° 402, octobre 1980, pp. 313-324.
- [17] SCHMIDT (K.G.). — La lutte contre les poussières dans l'industrie de la fonderie. Publication du Comité européen des associations de fonderie, commission n° 9 : « Maladies professionnelles ». Paris, S.G.F.F., 1959.
- [18] BATURIN (V.V.). — Local exhaust systems, in : *Fundamentals of Industrial Ventilation*, Pergamon Press, 1972.
- [19] Control of internal foundry environment. — The American Foundrymen's Society, Environmental Control Division, executive committee 10 A, Des Plaines (Illinois), 1972.

Guide for ventilation practice

4. — Ventilation at foundry knock-out workplaces

A document drawn up by a working group comprising specialists from Social Security risk prevention departments and the INRS in collaboration with the relevant trade associations. It is intended to serve as a guide and reference work for those engaged in the design and monitoring of pollutant control and dilution systems.

Contents :

- Summary of general ventilation principles;
- Designing pollutant control systems (choice of configuration and dimensions, calculating flows, etc.);
- Monitoring these systems.

« Technical files » are provided as examples, with calculations based on real situations.

The appendix includes a list of the main pollutants associated with the various manufacturing processes; air flow rates for tumbling barrels; and systems for distributing air flow at openings.
