



NORME CAMEROUNAISE

NC 2858 : 2021

2021

AGENCE DES NORMES ET DE LA QUALITE®
STANDARDS AND QUALITY AGENCY®

www.anorcameroun.info

ENVIRONNEMENT – EXIGENCES RELATIVES AUX REJETS ATMOSPHERIQUES

DOCUMENT DE TRAVAIL
MINEPDED
NORMES & QUALITE

ICS N°13.030.30

Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans le présent document, faite sans l'autorisation de l'éditeur est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées d'une part, les reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective et, d'autre part, les analyses et courtes citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'œuvre dans laquelle elles sont incorporées.

Edition et diffusion par l'Agence des Normes et de la Qualité
B.P.: 14966 Yaoundé – CAMEROUN - Tél/Fax. : (237) 222 22 64 96
E-mail : contact@anorcameroun.info – www.anorcameroun.info

ANOR®

Membre du Comité Technique N° 23 Environnement et Milieu naturel.

Président	M. EBOUTE MBAPPE Claude	HYSACAM
Vice-président	MBOH Hyacinth	MINEPDED
Membres	Mme MERENG BODO Eliane	MINEPDED
	M. MAYAKI Blaise	ACCEAPE
	M. DZONTEU William	EGIS
	M. OUSSIL FONG	MINMIDT
	M. FOSSI Aurélien	MINEPDED
	M. OYONO KPWANG Josué	MINEPDED
	M. BOAKA Martin	MINSANTE
	M. KOY KOY Eric	MINEPAT
	M. KUATE Abraham	GICAM
	Pr Gordon AJONINA	CWCS
	M. NJOYA KOUOTOU Idriss	MINEE
	M. BALOGOG	GFBC
	M. NIMPA LONKO	MINMAP
	M. KANGA Patrick	MINFOF
	M. SONGUE SAME Olivier	CPC
	Mme AKAMBA Denise	BUREAU VERITAS
	Pr LETAH	UY1
	M. HAMADJODA	MINEPDED
	M. AYANGUEM B. Yves Bertin	MINFOF
	M. AOUDOU Joswa	MINEPDED
	M. BELA MANGA Alain	MINEPDED
	M. NDOMO Jules	MINEPDED
	M. NGUEMANDONG William	HYSACAM
	M. AHMADOU Moustapha	MINFI
	Mme KAYAP épse KAMNING Chimène	CUY
	M. NTAMO Eric	SABC
	Mme BAWOU A RIM Mélanie	SEEAB
	M. DJIEUMENI Jean Victor	SECA
	M. BOUBAKAR DIARRA	BIOPHARMA
	M. MANDENGUE Georges	CUD
	M. DOUANDJI Aurélien	NAME RECYCLING
	Mme EBIELINE Marie Hélène	REDCO
	M. SOUWORE	MINPMEESA
	Dr POKA Virginie	HJY
	M. Jean Henri BOLAMO	CHOCOCAM
	M. Henri SAMGWA	BOCOM INTERNATIONAL
	Dr SABOUANG Jean Faustin	ANRP
	M. ZIEM Roland	ANOR/DEC
 Coordonnateur du Secrétariat du comité technique	 Dr BELECK Gisèle M. KUITCHE NANAFACK Ghislain Mme PEEM Dorine Mme KOUNOU Christiane	 ANOR
 PFCT		

NORME CAMEROUNAISE NC 2858 : 2021

ID

ICS N°13.030.30

ENVIRONNEMENT – EXIGENCES RELATIVES AUX REJETS ATMOSPHERIQUES

Première édition : 2021

AGENCE DES NORMES ET DE LA QUALITE
STANDARDS AND QUALITY AGENCY

Tél: (+237) 222 20 63 68 Fax: (+237) 222 22 64 96 Site web: [http:// www.anorcameroun.info](http://www.anorcameroun.info)

REPRODUCTION INTERDITE

AVANT PROPOS NATIONAL

L'Agence des Normes et de la Qualité (ANOR), créée par Décret présidentiel N° 2009/296 du 17 septembre 2009, a pour fondement juridique la Loi N° 96/11 du 05 août 1996 relative à la Normalisation et à la Qualité.

Le développement des normes camerounaises qui est une des activités principales de l'ANOR, est effectué de façon paritaire au sein de Comités Techniques (CT) et Sous-comités Techniques regroupant les administrations publiques, le secteur privé et la société civile.

La présente norme camerounaise a été élaborée par le Comité Technique/CT : 23, Environnement et Milieu naturel à partir des documents sources suivants :

1. NF X 43- 021 : Prélèvement sur filtre des matières particulaires en suspension dans l'air ambiant. Appareillage automatique séquentiel.
2. NF X 43- 023 : Mesure de la concentration des matières particulaires en suspension dans l'air ambiant. Méthode gravimétrique.
3. NF X 43- 011 : Détermination des composés soufrés dans l'air ambiant. Appareillage et méthode d'échantillonnage.
4. Rapport d'étude en vue de l'élaboration des normes d'aménagement et de gestion des décharges contrôlées au profit du Ministère de l'environnement, de la Protection de la nature et du Développement Durable septembre 2012.

Environnement- Exigences relatives aux Rejets atmosphériques -

DOCUMENT DE TRAVAIL
MINEPDEL

DOCUMENT DE TRAVAIL
MINEPDED

© ANOR 2020, Publication au Cameroun

Tous les droits sont réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ou utilisée autrement sous quelque forme ou par quelque moyen que ce soit, électronique ou mécanique, y compris la photocopie, ou l'affichage sur Internet ou un intranet, sans autorisation écrite préalable. L'autorisation peut être demandée à l'ISO à l'adresse ci-dessous ou à l'organisme membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ANOR siège social Yaoundé

BP: 14966 – Yaoundé Cameroun

Tel/Fax + 237 222 206 368 / 222 218 754

www.anorcameroun.info

DOCUMENT DE TRAVAIL
MINEPDED

SOMMAIRE

Introduction	6
1 DOMAINE D'APPLICATION	7
2 REFERENCES NORMATIVES	7
3 TERMES ET DEFINITIONS	9
4. CONDITIONS DE REJET	11
5. CARACTERISTIQUES DES EMISSIONS	13
5.1 Captage et évacuation des émissions.....	13
5.2 Contrôle des émissions.....	13
5.2.1 Surveillance des émissions.....	13
5.2.2 Mesures des émissions.....	13
5.3 Déclaration des émissions.....	14
5.4 Exécution des mesures.....	14
5.5. Valeurs limites des émissions.....	14
5.6 Combustibles et Carburants.....	14
5.7 Substances cancérigènes.....	15
6. CARACTERISTIQUES DES IMISSIONS	15
6.1 Détermination des immissions.....	15
6.2 Prévision sur les immissions.....	15
6.3 Surveillance des immissions.....	15
7. DISPOSITIONS GENERALES POUR LES INSTALLATIONS FIXES	15
8. DISPOSITIONS PARTICULIERES POUR LES INSTALLATIONS FIXES	16
9. VALEURS LIMITES DE REJETS ET VALEURS D'IMISSIONS	16
10. VALEURS LIMITES DES EMISSIONS POUR INSTALLATIONS FIXES SPECIALES	19
A. ROCHES ET TERRES.....	19
B. CHIMIE.....	19
C. INDUSTRIE PETROLIERE.....	21
D. INSTALLATION FIXE DE COMBUSTION.....	22
E. CHAUDIERES.....	25
F- METAUX.....	27
G. INSTALLATION DE FUSION POUR LES METAUX NON FERREUX.....	28
H. INSTALLATION DE ZINGAGE.....	28
I. DECHETS.....	28
J. INSTALLATIONS DE TRAITEMENT DE SURFACE.....	32
K. CHANTIERS.....	32
11. DISPOSITIONS GENERALES RELATIVES AUX AUTOMOBILES	33
12. VALEURS POUR LES SUBSTANCES CANCERIGENES	33
13. NORMES D'EMISSIONS POUR CERTAINES INSTALLATIONS INDUSTRIELLES DEFINIES PAR TYPES D'INDUSTRIES (REFERENCES NORMATIVES)	34
14. HAUTEUR DE CHEMINEE	35
ANNEXES :	75
ANNEXE I : (NORMATIVE).....	75
Annexe II : CONVERSION DES UNITES.....	76
ANNEXE III Ordre de Grandeur.....	112

L'ANOR (Agence des Normes et de la Qualité) est l'Organisme National de Normalisation créé par Décret Présidentiel n°2009/296 du 17 septembre 2009, portant création, organisation et fonctionnement de l'Agence des Normes et de la Qualité. A la suite est intervenu le Décret n° 2019/143 du 19 mars 2019 portant réorganisation de l'ANOR. L'ANOR est membre de l'ISO (Organisation Internationale de Normalisation). Les travaux de préparation des normes nationales sont effectués par les comités techniques de l'ANOR. Chaque partie prenante intéressée par un sujet pour lequel un comité technique a été créé, a le droit d'être représentée à ce Comité. Des organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ANOR, participent également aux travaux. L'ANOR collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO) et la Commission électrotechnique internationale (CEI) sur toutes les questions de normalisation électrotechnique.

Les procédures utilisées pour l'élaboration de ce document et celles destinées à son entretien ultérieur sont décrites dans les directives ISO / CEI, partie 1. Il convient en particulier de noter les différents critères d'approbation requis pour les différents types de documents ANOR. Ce document a été rédigé conformément aux règles éditoriales des Directives ISO / CEI, Partie 2.

L'attention est attirée sur la possibilité que certains des éléments de ce document puissent faire l'objet de droits de brevet. L'ANOR ne sera pas responsable de l'identification de tout ou partie de ces droits de brevet. Les détails des droits de brevet identifiés lors de l'élaboration du document figureront dans l'Introduction et / ou sur la liste ANOR des déclarations de brevets reçues.

Tout nom commercial utilisé dans ce document est une information donnée pour la commodité des utilisateurs et ne constitue pas un endossement.

Pour une explication sur la signification des termes et expressions spécifiques de l'ANOR relatifs à l'évaluation de la conformité, ainsi que des informations sur l'adhésion de l'ANOR aux principes de l'Organisation Mondiale du Commerce (OMC) dans les obstacles techniques au commerce, se rapprocher des structures concernées.

Le Comité responsable du présent document est le Comité technique CT 23, Environnement et milieu naturel.

Le comité responsable du présent document est le Comité Technique CT 23, Environnement et milieu naturel.

La présente norme a pour but la protection de l'environnement et la santé humaine contre la pollution atmosphérique.

Introduction

La présente norme spécifie les exigences relatives à l'émission dans la couche atmosphérique d'effluents gazeux et particules fines traités. Considérant que l'introduction par l'homme, directement ou indirectement dans l'atmosphère de substances ayant des conséquences préjudiciables de nature à mettre en danger la santé humaine, à nuire aux ressources biologiques et aux écosystèmes, à influencer sur les changements climatiques, à détériorer les biens matériels, à provoquer les nuisances olfactives excessives, ce document est élaboré afin de définir les valeurs limites de rejets et les pratiques à observer permettant de préserver l'atmosphère et la santé humaine.

DOCUMENT DE TRAVAIL
MINEPDED

1 DOMAINE D'APPLICATION

La présente norme s'applique aux installations susceptibles d'émettre des effluents gazeux et particules fines. Elle concerne aussi les automobiles

Sont exclues du domaine d'application les engins lourds, les aéronefs, les bateaux et trains.

2 REFERENCES NORMATIVES

- Règlement n°040/01-UEAC 099-CM-06 portant adoption du communautaire révisé de la route ;
- NF X 43-016 : Méthode de détermination d'un indice de pollution gazeuse ;
- Acide (exprimé en équivalent SO₂) au moyen d'un analyseur automatique séquentiel à échantillonnage continu ;
- NF X 43-021 : Prélèvement sur filtre des matières particulaires en suspension ;
- Dans l'air ambiant. Appareillage automatique séquentiel ;
- NF X 43-023 : Mesure de la concentration des matières particulaires en ;
- Suspension dans l'air ambiant. Méthode gravimétrique ;
- NF X43-019 : Dosage de dioxyde de soufre dans l'air ambiant - Méthode par fluorescence UV ;
- NF X43-020 : Détermination du soufre total gazeux ou du dioxyde de soufre seul dans l'Air ambiant - Méthode par photométrie de flamme ;
- NF X 43-005 : Détermination d'un indice de fumée noire ;
- NF X 43-006 : Mesure des retombées par la méthode des collecteurs de précipitation ;
- NF X 43-011 : Détermination des composés soufrés dans l'air ambiant. ;
Appareillage et méthode d'échantillonnage ;
- NF X 43-015. Teneur de l'air atmosphérique en dioxyde d'azote – méthode de dosage de piégeage sur filtre imprégné de triéthanolamine ;
- NF X 43-018 : Dosage des oxydes d'azote par chimiluminescence
- NF X 43-025 : Détermination des hydrocarbures aromatiques polycycliques. Dosage par chromatographie gazeuse ;
- NF X 43-025 : Détermination des hydrocarbures aromatiques polycycliques. Dosage par chromatographie gazeuse ;
- NF X 43-022. Dosage de l'ozone dans l'air. Méthode par absorption UV
- NF X 43-026 : Détermination du Plomb dans les aérosols- Spectrométrie d'absorption atomique ;
- NF X 43-027 : Détermination du Plomb dans les aérosols – Spectrométrie de fluorescence
- NF X 43-012 : Dosage du monoxyde de carbone dans l'air ambiant par absorption d'un rayonnement ;
infrarouge.

DOCUMENT DE TRAVAIL
MINEPDED

3 TERMES ET DEFINITIONS

Aux fins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

3.1 Aérosol : Suspension dans un milieu gazeux, de particules solides ou liquides de vitesse de chute négligeable.

3.2 Automobile : désigne ceux des véhicules à moteur qui servent normalement au transport sur une route, de personnes ou de choses
3.2 Pollution atmosphérique : émission dans la couche atmosphérique de gaz, fumées ou de substances de nature à incommoder les populations, à compromettre la santé ou la sécurité publique ou à nuire à la production agricole, à la conservation des constructions des monuments ou au caractère des sites et des écosystèmes naturels.

3.3 Cheminée : structure contenant une ou plusieurs conduites destinées à rejeter les gaz résiduels dans l'atmosphère.

3.4 Combustible : Produit à l'état solide, liquide ou gazeux capable de brûler ou de se détruire ou de se combiner avec un autre corps ou par toute fission ou fusion en produisant une quantité de chaleur.

3.5 Débit d'odeur : Produit du débit d'air rejeté, exprimé en m^3/h , par le facteur de dilution au seuil de perception.

3.6. Débit volumique : volume de substances émises par unité de temps.

3.7 Effluent : tout rejet liquide ou gazeux d'origine domestique, agricole ou industrielle, traité ou non traité et déversé directement ou indirectement dans l'environnement.

3.8 Effluent gazeux : air évacué, fumée et autre polluant atmosphérique émis par les installations.

3.9 Emission : rejet d'un effluent gazeux mesuré à la source.

L'intensité des émissions est exprimée sous forme de :

a. Concentration : Masse des substances émises par rapport au volume des effluents gazeux (p. ex., en milligramme par mètre cube [mg/m³]) ;

b. Débit massique : Masse des substances émise par unité de temps (p.ex. en grammes par heure [g/h]) ;

c. Facteur d'émission : Rapport entre la masse des substances émises et la masse des produits fabriqués ou traités (p. ex., en kilogrammes par tonne [kg/t]) ;

d. Taux d'émission : Rapport entre la masse émise d'un polluant atmosphérique donné et la masse de ce même polluant contenue dans le combustible et dans les matières introduites dans l'installation (en pour-cent [% masse]) ;

e. Indice de suie : Degré de noircissement d'un papier filtre provenant des effluents gazeux. L'échelle comparative utilisée pour déterminer l'indice de suie (selon la méthode Bacharach) compte 10 degrés, ceux-ci vont de 0 à 9.

3.10 Emission excessive : Emission qui dépasse une ou plusieurs fois les valeurs limites figurant aux points 9, 10 et 12.

3.11 Fumées : Aérosols produits par la volatilisation ou par réaction exothermique (granulométrie 0,005 à 0,5µm).

3.12 Immission : Mesure de concentration des différents composés permettant de juger de la qualité de l'air dans le milieu ambiant due aux émissions des installations et aux facteurs météorologiques intervenant dans la dispersion des polluants.

Incorporation et accumulation d'un polluant dans un milieu récepteur.

3.13 Installation : tout dispositif ou toute unité fixe ou mobile susceptible d'être générateur d'atteinte à l'environnement, quel que soit son propriétaire ou son affectation.

3.14 Milieu récepteur : composante de l'environnement (eau, air, sol) où sont rejetés les effluents.

3.15 Niveau d'une odeur ou concentration d'un mélange odorant : Le facteur de dilution qu'il faut appliquer à un effluent pour qu'il ne soit plus ressenti comme odorant par 50% des personnes constituant un échantillon de population.

3.17 Poussières : Constituants d'un aérosol de dispersion ; il désigne une particule solide dont la dimension peut être très variable.

3.18 Rejet : libération d'une substance dans l'atmosphère, les eaux de surface ou le sol notamment les déversements et fuites attribués à une installation.

3.19 Valeur limite : niveau maximal de concentration d'un polluant dans l'atmosphère, fixé sur la base des connaissances scientifiques, dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de cette substance pour la santé humaine et l'environnement de cette substance pour la santé humaine et l'environnement.

4. CONDITIONS DE REJET

4.1 Les points de rejet dans le milieu naturel doivent être en nombre aussi réduit que possible. Les ouvrages de rejet doivent permettre une bonne diffusion des effluents dans le milieu récepteur.

4.2 Les rejets dans l'atmosphère sont dans la mesure du possible collectés et évacués, après traitement éventuel, par l'intermédiaire de cheminées pour permettre une bonne diffusion des rejets. La forme des conduits, notamment dans leur partie la plus proche du débouché à l'atmosphère, doit être conçue de façon à favoriser au maximum l'ascension des gaz dans l'atmosphère. La partie terminale de la cheminée peut comporter un convergent réalisé suivant les règles de l'art lorsque la vitesse d'éjection est plus élevée que la vitesse choisie pour les gaz dans la cheminée.

4.3 L'emplacement de ces conduits doit être tel qu'il ne puisse à aucun moment y avoir un siphonage des effluents rejetés dans les conduits ou prises d'air avoisinants. Les contours des conduits ne doivent pas présenter de points anguleux et la variation de la section des conduits au voisinage du débouché doit être continue et lente.

4.4. Sur chaque canalisation de rejet d'effluent un point de prélèvement d'échantillons et des points de mesures doit être prévu (débit, température, concentration en polluant...)

Ces points doivent être implantés dans une section dont les caractéristiques (rectitude de la conduite à l'amont, qualité des parois, régime d'écoulement, etc.) permettent de réaliser des mesures représentatives de manière à ce que la vitesse n'y soit pas sensiblement ralentie par des seuils ou obstacles situés à l'aval et que l'effluent soit suffisamment homogène.

Ces points doivent être aménagés de manière à être aisément accessibles et permettre des interventions en toute sécurité. Toutes les dispositions doivent également être prises pour faciliter l'intervention d'organismes extérieurs à la demande de l'autorité compétente.

4.5. Les points de mesures et les points de prélèvement d'échantillon doivent être équipés d'appareils nécessaires pour effectuer les mesures prévues à l'annexe I et aux autres mesures en vigueur. Pour les conditions de mesures, se conformer à la réglementation en vigueur.

DOCUMENT DE TRAVAIL
MINEPDED

5. CARACTERISTIQUES DES EMISSIONS

5.1 Captage et évacuation des émissions

Les installations existantes et nouveaux stationnaires doivent être équipées et exploitées de manière à respecter la limitation maximale des émissions fixées aux points 9, 10 et 12.

Dans le cas où une installation rejette le même polluant par divers rejets canalisés, le flux total de l'ensemble des rejets doit être rapporté aux valeurs limites fixées dans les points 9, 10 et 12.

5.1.1 Les émissions sont captées aussi complètement et aussi près que possible de leur source, et évacuées de telle sorte qu'il n'en résulte pas d'émissions excessives.

5.1.2 l'exploitant doit prendre toutes les dispositions nécessaires dans la conception et l'exploitation des installations pour réduire de l'air à la source.

5.1.3 Les rejets s'effectuent en général au-dessus des toits, par une cheminée ou un conduit.

5.2 Contrôle des émissions

Le débit des effluents gazeux est exprimé en mètres cubes par heure (m³/h) rapporté à des conditions normales de température (273° kelvins) et de pression (101,3 kilopascals) après déduction de la vapeur d'eau (gaz secs) et les concentrations en polluants sont exprimées en grammes par mètre cube (g/m³), ou si nécessaire en d'autres unités, rapportées aux mêmes conditions normales. Pour les installations de séchage, les mesures se font sur gaz humides.

5.2.1 Surveillance des émissions

L'exploitant doit établir, mettre en œuvre et tenir à jour des procédures pour surveiller et mesurer régulièrement les principales caractéristiques de ses rejets atmosphériques.

Ces procédures doivent prendre en compte la documentation des informations permettant le suivi de la performance, des contrôles opérationnels applicables et la conformité aux objectifs et cibles environnementaux de l'installation.

5.2.2 Mesures des émissions

La déclaration des émissions peut être établie sur la base de mesures durant les phases d'activités importantes ou du bilan quantitatif des substances utilisées.

Pour les installations dont les émissions peuvent être importantes, les mesures de ces émissions ou une autre grandeur d'exploitation permettant de contrôler les émissions, doivent être effectuées en continu et enregistrées.

Les mesures doivent se faire de façon périodiques ».

Le détenteur de l'installation doit s'assurer que des équipements de surveillance et de mesure étalonnés ou vérifiés sont utilisés et entretenus et doit en conserver les enregistrements associés.

5.3 Déclaration des émissions

Quiconque exploite ou entend construire une installation qui émet des polluants atmosphériques doit fournir des renseignements surs :

- a - Type d'installation
- b- La nature et la quantité des émissions ;
- b- Le lieu de rejet, la hauteur à partir du sol à laquelle il apparaît et ses variations dans le temps ;
- c- Toute autre caractéristique du rejet, nécessaire pour évaluer les émissions.

5.4 Exécution des mesures

5.4.1 Les mesures seront effectuées suivant des méthodes d'analyse sur la pollution atmosphérique reconnues.

5.4.2 Le détenteur de l'installation soumise au contrôle doit aménager et rendre accessible les emplacements pour les mesures.

5.5. Valeurs limites des émissions

5.5.1. Les valeurs limites des émissions sont fixées aux points 9, 10 et 12.

5.5.2 Dans le cas des mesures permanentes des émissions, les valeurs limites sont considérés comme respectées si au cours d'une année civile :

- aucune moyenne journalière n'est supérieure à la valeur limite ;
- aucune moyenne horaire ne dépasse le double de la valeur limite.

5.5.3 Dans le cas où une installation rejette le même polluant par divers rejets canalisés, le flux total de l'ensemble des rejets est rapporté aux valeurs limites fixées aux points 9, 10 et 12.

5.6 Combustibles et Carburants

Pour les combustibles et carburants les valeurs indiquées au point 10 et les spécifications aux hydrocarbures raffinées sont applicables. L'autorité compétente fixe les spécifications applicables aux hydrocarbures ci-après référés :

- a)-Essence ordinaire
- b)-Essence super
- c)- Pétrole lampant

- d)-Gas-oil
- e)-Fuel-oil 380
- f)-Fuel-oil 180
- g)-GPL (gaz de pétrole liquéfié) et carburéacteur.

5.7 Substances cancérigènes

Les valeurs limites maximales pour les substances cancérigènes sont visées au point 12.

6. CARACTERISTIQUES DES IMISSIONS

6.1 Détermination des immissions

Les calculs de dispersion prennent en compte les lois de la thermodynamique, de la mécanique des fluides, la météorologie, la stratification de l'atmosphère et les interactions entre les polluants dans l'air.

6.2 Prévision sur les immissions

6.2.1 Avant la construction ou la mise aux normes d'une installation stationnaire ou d'une infrastructure destinée au transport, susceptible de produire des émissions importantes, des prévisions sur les immissions doivent être effectuées par le promoteur et transmis à l'autorité compétente.

Ces prévisions doivent indiquer quelles immissions pourraient se produire, dans quelle localité, à quelle proportion et à quelle fréquence.

6.2.3 Les prévisions doivent indiquer la nature et l'intensité des émissions ainsi que les conditions de dispersion et les méthodes de calcul.

6.3 Surveillance des immissions

Le détenteur d'une installation dont les émissions sont importantes doit surveiller à l'aide de mesures les immissions dans la région touchée.

7. DISPOSITIONS GENERALES POUR LES INSTALLATIONS FIXES

7.1.1 D'une manière générale, on désigne comme une seule installation les sources d'émissions qui forment un ensemble du fait de leur disposition sur le terrain et dont les émissions contiennent essentiellement les mêmes polluants ou des polluants similaires, ou peuvent être réduites grâce aux mêmes moyens techniques.

7.1.2 Les parties d'une installation qui ont pour seule fonction d'en remplacer d'autres en cas de panne n'entrent pas dans les caractéristiques prises en compte.

7.1.3 Les valeurs limites d'émission qui dépendent d'un débit massique donné ne sont valables

que :

- Lorsque ce débit massique est atteint ou dépassé pendant plus de cinq heures par semaine
- Lorsque le double de ce débit massique est atteint ou dépassé pendant un plus court laps de temps.

8. DISPOSITIONS PARTICULIERES POUR LES INSTALLATIONS FIXES

8.1.1 Les exploitations artisanales ou industrielles qui comportent des phases de travail provoquant de fortes émissions de poussières, par exemple transport par tapis roulant, broyage, tri ou chargement des produits formant de la poussière, doivent récupérer les effluents gazeux et les acheminer vers une installation de dépoussiérage.

8.1.2 Lors de l'entreposage ou du transbordement en plein air de produit formant des poussières, il y a lieu de prendre des mesures empêchant de fortes émissions.

8.1.3 Lors du transport de produits formant des poussières, on doit utiliser des équipements empêchant de fortes émanations.

8.1.4 Si la circulation à l'intérieur d'une usine entraîne de fortes émissions de poussières, on doit prendre toutes les dispositions utiles pour éviter la formation de poussières.

9. VALEURS LIMITES DE REJETS ET VALEURS D'IMMISSIONS

Tableau 1 : Généralités sur la concentration des émissions des substances polluantes

Substances	Débit	Valeurs limites de rejet
Poussières totales	$D \leq 1 \text{ kg/h}$	100 mg/m ³ 50 mg/m ³
<i>Monoxyde de carbone</i> L'arrêté d'autorisation fixe le cas échéant une valeur limite de rejet pour le monoxyde de carbone		
<i>Amiante</i>	$D > 100 \text{ kg/an}$	0,1 mg/m ³ pour l'amiante 0,5 mg/m ³ pour les poussières totales
Oxyde de soufre (exprimés en dioxyde de soufre)	$D > 25 \text{ kg/h}$	500 mg/m ³
Oxyde d'Azote hormis le protoxyde d'azote, exprimés en dioxyde d'azote	$D > 25 \text{ kg/h}$	500 mg/m ³

Chlorure d'Hydrogène et autres composés inorganiques gazeux du chlore (exprimés en HCl)	$D > 1 \text{ kg/h}$	50 mg/m ³
Ammoniac et composés de l'ammonium exprimés en Ammoniac	$D > 100 \text{ g/h}$	20 mg/m ³
Fluor, fluorures et composés fluorés (gaz, vésicules et particules)	$D > 500 \text{ g/h}$	10 mg/m ³ pour le gaz 10 mg/m ³ pour les vésicules et particules ces valeurs sont portées à 15 mg/m ³ pour les unités de fabrication de l'acide phosphorique, de phosphore et d'engrais
Rejet total en composés organiques à l'exclusion du méthane et des Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)	$D > 2 \text{ kg/h}$	150 mg/m ³
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)	$D > 2 \text{ kg/h}$	20 mg/m ³
Rejets de cadmium, Mercure, et Thallium, et de leurs composés (exprimés en Cd + Hg + Ti)	$D > 1 \text{ g/h}$	0,2 mg/m ³
Rejets d'arsenic, Sélénium et tellure, et de leurs composés (exprimés en As + Se + Te)	$D > 5 \text{ g/h}$	1 mg/m ³
Rejets d'antimoine, de chrome, cobalt, cuivre, étain manganèse, nickel, plomb, vanadium, zinc, et de leurs composés (exprimés en Sb + Cr + Co + Cu + Sn + Mn + Ni + Pb + V + Zn)	$D > 25 \text{ g/h}$	5 mg/m ³
Phosphine, phosgène	$D > 10 \text{ g/h}$	1 mg/m ³
Ammoniac (pour les unités des fertilisants)	$D > 100 \text{ g/h}$	50 mg/m ³

Tableau 2 : Valeurs limites d'immissions

Subs	Valeur limite d'immission	Définition statistique
Anhydride sulfureux (SO ₂)	50 µg/m ³	Moyenne annuelle (Moyenne arithmétique)
Dioxyde d'azote (NO ₂)	200 µg/m ³	Moyenne horaire (Moyenne arithmétique)
Monoxyde de carbone (CO)	30 mg/m ³	Moyenne par 24h ; ne doit en aucun
Ozone (O ₃)	120 µg/m ³	Moyenne sur 8 heures (santé pour
Poussière en suspension ⁵ (PM 10)	80 µg/m ³ 260 µg/m ³	Moyenne annuelle (moyenne arithmétique) Moyenne sur 24 h ; ne doit en aucun cas être dépassée plus d'une fois par année
Plomb (Pb) dans les poussières en Suspensions	2 µg/m ³	Moyenne annuelle (Moyenne arithmétique)
Cadmium (Cd) dans les poussières en suspension	1,5 ng/m ³	Moyenne annuelle (moyenne arithmétique)
Retombées de poussières totales	200 mg/m ² x jour	Moyenne annuelle (moyenne arithmétique)
Plomb (Pb) dans les retombées de poussières	100 µg/m ² x jour	Moyenne annuelle (Moyenne arithmétique)
Cadmium (Cd) dans les retombées de poussières	2 µg/m ² x jour	Moyenne annuelle (Moyenne arithmétique)
Zinc (Zn) dans les retombées de poussières	400 µg/m ² x jour	Moyenne annuelle (Moyenne arithmétique)

Thallium dans les retombées de poussières	$2 \mu\text{g}/\text{m}^2 \times \text{jour}$	Moyenne annuelle (Moyenne arithmétique)
---	---	--

10. VALEURS LIMITES DES EMISSIONS POUR INSTALLATIONS FIXES SPECIALES

A. ROCHES ET TERRES

A-1. Les fours à ciment et fours à chaux hydraulique

Valeurs limites pour les rejets de poussières des émissions gazeuses :

Provenance	Limite
Four	$50 \text{ mg}/\text{m}^3$
Refroidisseur – Gaz non recyclés	$100 \text{ mg}/\text{m}^3$
Autre (broyeur, etc.)	$50 \text{ mg}/\text{m}^3$

Valeurs limites pour les autres émissions gazeuses :

Nature	Limite
Oxydes de soufre	$800 \text{ mg}/\text{m}^3$
Oxyde d'azote	$1300 \text{ mg}/\text{m}^3$

A-2. Installation pour la cuisson d'objets en céramique à base d'argile

A-2.1 Les émissions de composés du fluor, exprimées en acide fluorhydrique, ne doivent pas dépasser 250 g/h ;

A-2.2 Les émissions d'oxydes d'azote (monoxyde et dioxyde), ne doivent pas dépasser $150 \text{ g}/\text{m}^3$ si le débit massique est égal ou supérieur à 2000 g/h ;

A-2.3 Les émissions de substances organiques sous forme de gaz ou de vapeurs sont exprimées en carbone total et ne doivent pas dépasser $100 \text{ mg}/\text{m}^3$.

B. CHIMIE

B-1. Installation pour la production d'acide sulfurique

B-1.1 Pour les unités à simple absorption, les émissions d'anhydride sulfureux ne doivent pas dépasser 12 kg/t d'acide sulfurique à 100% ».

B-1.2 Pour les unités à double absorption, les émissions d’anhydride sulfureux ne doivent pas dépasser 3 kg/t d’acide sulfurique à 100% ».

B-1.3 Pour les unités à simple absorption, les émissions d’anhydride sulfurique ne doivent pas dépasser 0,6 kg/t d’acide sulfurique.

B-1.4 Pour les unités à double absorption, les émissions d’anhydride sulfurique ne doivent pas dépasser 0,15 kg/t d’acide sulfurique.

B-1.5 Toute nouvelle unité doit être à double absorption.

B-2. Installation de production de fertilisants à base de phosphate

B-2.1 Les émissions de fluors (pour les composés gazeux, et pour l’ensemble vésicules et particules) ne doivent pas dépasser 15 mg/m³ pour les unités de fabrication de l’acide phosphorique, de phosphore et d’engrais.

DOCUMENT DE TRAVAIL
MINEPDED

B-3. Installation pour la production de chlore

B-3.1 Les émissions de chlore ne doivent pas dépasser $3\text{mg}/\text{m}^3$.

B-3.2 Dans le cas d'installation pour la production de chlore avec liquéfaction complète, les émissions de chlore ne doivent pas dépasser $6\text{mg}/\text{m}^3$. Dans le cas de l'électrolyse à l'alcali et au chlore selon le procédé par amalgame, les émissions de mercure ne doivent pas dépasser une moyenne annuelle de 1,5 g/tonne de capacité nominale de chlore.

B-4. Fabrication de 1,2 dichloroéthane et de chlorure de vinyle

B-4.1 Les effluents gazeux doivent subir une épuration.

Les limitations des émissions de 1,2-dichloroéthane et de chlorure de vinyle au sens de l'annexe 1 sont valables indépendamment des débits massiques qui y sont fixés.

B-5. Fabrication et préparation de produits pour le traitement des plantes

B-5.1 Quiconque fabrique des produits pour le traitement des plantes doit le notifier à l'autorité compétente.

B-5.2 Le Ministère chargé de l'Environnement fixe la limitation maximale des émissions pour les poussières totales conformément à l'article 3, annexe I.

C. INDUSTRIE PETROLIERE

C.1 Raffineries

Grandeur et Référence :

- a. Les valeurs limites d'émission se rapportent en teneur
- b. Les puissances calorifiques totales de raffinerie servent à déterminer les exigences relatives à la limitation des émissions provenant de fours.
- c. Les émissions d'oxydes de soufre, exprimées en anhydre sulfureux, ne doivent pas dépasser les valeurs suivantes :
 - Pour une puissance installée inférieure ou égale à 300 MW : $350\text{mg}/\text{m}^3$
 - Pour une puissance installée supérieure à 300 MW : $100\text{mg}/\text{m}^3$

d. Les émissions d'oxydes d'azote, exprimées en dioxyde d'azote, ne doivent pas dépasser 300 mg/m^3 .

e. Sulfure d'Hydrogène : les gaz provenant des installations de désulfuration ou d'autres sources doivent être réintroduits dans le cycle de production, pour autant qu'ils remplissent simultanément les deux conditions suivantes :

- Teneur volumique en sulfure d'hydrogène : plus de 0,4% ;
- Débit massique de sulfure d'hydrogène : plus de 2t/jour.

Dans les gaz qui ne sont pas récupérés, les émissions de sulfure d'hydrogène ne doivent pas dépasser 10 mg/m^3 ;

f. Eau de processus et eau de ballast

f.1 On doit dégazer l'eau de processus ou l'eau de ballast excédentaire avant de l'introduire dans un système ouvert.

f.2 Ces gaz seront épurés par lavage ou par incinération.

g. Les grandes installations d'entreposage

Pour limiter les émissions pendant l'entreposage, des réservoirs à toit fixe avec membrane flottante ou des réservoirs à toit flottant munis de joints efficaces ou encore des mesures équivalentes doivent être prévues.

D. INSTALLATION FIXE DE COMBUSTION

a. Grandeurs de référence

Seuls les combustibles autorisés peuvent être employés dans des installations fixes de combustion.

Les valeurs limites d'émission se rapportent à une teneur en oxygène des effluents gazeux de 5 pour cent (% vol).

b-Valeurs limites d'émission

b-1. Moteurs à combustion interne

Valeurs Limites d'émission des unités fixes de combustion de Puissance Thermique inférieure 20MW

Combustibles	Polluants			
	Oxyde de soufre en équivalent (SO ₂) (mg/Nm ³)	Oxyde d'azote en équivalent (NO ₂) (mg/Nm ³)	Poussière (mg/Nm ³)	Monoxyde de carbone exprimé en CO (mg/Nm ³)
Combustibles gazeux	10	100	10	250
Combustibles liquides	565	225	40	250

Valeurs Limites des unités fixes de combustion de Puissance Thermique supérieure 20MW

Polluants	Combustibles	
	Fioul lourd	Diesel (DO)
CO	650 mg/Nm ³	450 mg/Nm ³
NOx	300 mg/Nm ³	165 mg/Nm ³
SO ₂	2000 mg/Nm ³	
Poussière	50 mg/Nm ³	50 mg/Nm ³

b-2. Turbines à gaz

Grandeurs de Référence :

Les valeurs limites se rapportent à l'exploitation à la puissance nominale avec une teneur en oxygène des effluents gazeux de 15 pour cent (% vol).

b-2.1 Combustibles

b-2.1.1 Seuls les combustibles autorisés peuvent être employés dans les turbines à gaz.

b-2.1.2 Les émissions de suie ne doivent pas dépasser les indices suivants : Puissance installée

inférieure ou égale à 20 MW : indice 4

Puissance installée supérieure à 20 MW : indice 2

Valeurs Limites d'émission des unités fixes de combustion de Puissance Thermique inférieure 20MW

<i>Combustibles</i>	<i>Polluants</i>			
	<i>Oxyde de soufre en équivalent (SO₂) (mg/Nm³)</i>	<i>Oxyde d'azote en équivalent (NO₂) (mg/Nm³)</i>	<i>monoxyde de carbone (exprimé en CO)</i>	<i>Poussière (mg/Nm³)</i>
Combustibles gazeux	10	50	100 mg/Nm ³	10
Combustibles liquides	550	120	300 mg/Nm ³ lorsque la durée de fonctionnement de l'installation est inférieure à 500 h/an	15

b-2.2 Turbine à Gaz

b-2.2.1 Fonctionnement au Diesel

Valeur Limites

Polluants	Puissance Thermique	
	<40MW	>40MW
CO	450 mg/Nm ³	250 mg/Nm ³
NOx	165 mg/Nm ³	680 mg/Nm ³
SO2	680 mg/Nm ³	680 mg/Nm ³

E. CHAUDIERES

Valeur Limites

Valeurs Limites d'émission des unités fixes de combustion de puissance thermique inférieure 20MW

	<i>Polluants</i>						
	<i>Combustibles</i>	Oxyde de soufre (SO ₂) en équivalent (mg/Nm ³)	Oxyde d'azote (NO ₂) en équivalent (mg/Nm ³)		Poussière (mg/Nm ³)		Monoxyde de carbone (exprimé en CO) : mg/Nm ³
P<10MW			P>10MW	P<4MW	P≥4MW		
Gaz naturel	35	100	100	5		250	50
Gaz de pétrole liquéfié	5	150	150	5			
Fioul domestique	170	150	150	50			
Autres combustibles liquide	1700	550	450	50	50		
Biomasse	225	525		50	50		
Autres combustibles solides	1100	550	550	50	50		

Valeur Limites

20MWTH ≤ Puissance Thermique < 50MWTH								
Combustibles								
Polluants mg/Nm ³	Gaz Naturel	GPL	Gaz de Cokerie	Gaz de HF*	Fioul domestique	Combustible liquide	Combustible solide	biomasse
SO₂	35	5	800	800	175	1700	2000	200
NO_x	180	200	200	200	200	600	600	600
Poussières	5	5	10	10	50	100	75	50
CO	100	100	250	250	100	100	200	200

P : Puissance de l'installation

50MWTH ≤ Puissance Thermique < 100MWTH								
Combustibles								
Substance mg/Nm ³	Gaz Naturel	GPL	Gaz de cokerie	Gaz de HF*	Combustible liquide	Combustible solide	biomasse	
SO₂	35	5	800	800	1700	2000	200	
NO_x	180	200	200	200	400	400	400	
Poussières	5	5	10	10	50	50	50	
CO	100	100	250	250	100	200	200	

Valeur Limites

100MWTH ≤ Puissance Thermique < 300MWTH								
Combustibles								
Substance mg/Nm ³	Gaz Naturel	GPL	Gaz de cokerie	Gaz de HF*	Combustible liquide	Combustible solide	biomasse	
SO₂	35	5	800	800	1700	2400-4P*	200	
NO_x	180	200	200	200	200	200	300	
Poussières	5	5	10	10	50	50	50	
CO	100	100	250	250	100	200	200	

* Plafonné à 1700mg/Nm³

Valeur Limites

300MWTH ≤ Puissance Thermique < 500MWTH							
Combustibles							
Substance mg/Nm ³	Gaz Naturel	GPL	Gaz de cokerie	Gaz de HF*	Combustible liquide	Combustible solide	biomasse
SO₂	35	5	800	800	3650-	1200-2P	200
NO_x	180	200	200	200	200	200	200
Poussières	5	5	10	10	50	50	50
CO	100	100	250	250	100	200	200

Valeur Limites

Puissance Thermique ≥ 500MWTH							
Combustibles							
Substance mg/Nm ³	Gaz Naturel	GPL	Gaz de cokerie	Gaz de HF*	Combustible liquide	Combustible solide	biomasse
SO₂	35	5	800	800	400	200	200
NO_x	180	200	200	200	200	200	200
Poussières	5	5	10	10	50	50	50
CO	100	100	250	250	100	200	200

* hydrocarbures fluorés

*CO = Monoxyde de Carbone

*NO_x = Oxyde d'azotes (x = 1, 2, 3) ; *SO₂ = Dioxyde de Soufre ;

F- METAUX

F-1 Fonderies

F-1.1 Les émissions d'amines qui se forment lors de la fabrication des noyaux ne doivent pas dépasser 5 mg/m³ ;

F-1.2 Lorsqu'il s'agit d'une installation dans laquelle des produits sont traités directement au moyen des effluents gazeux de la combustion, on applique en outre les valeurs indiquées aux points 9 et 12.

2.1 La limitation des émissions de composés du fluor au sens des dispositions du point

9 n'est pas applicable.

2.2 Les émissions de composés du fluor, exprimées en fluorure d'hydrogène, ne doivent pas dépasser au total 700g/tonne d'aluminium produit ;

2.3 Les émissions de composés du fluor sous forme gazeuse, exprimé en fluorure d'hydrogène, ne doivent pas dépasser 250g par tonne d'aluminium produit.

Pour apprécier si les valeurs limites d'émission sont respectées, on calcule la moyenne des émissions mesurées pendant un mois d'exploitation.

G. INSTALLATION DE FUSION POUR LES METAUX NON FERREUX

G1. Les émissions de substances organiques, exprimées en carbone total ne doivent pas dépasser 50mg/m³.

G2. Lorsqu'il s'agit d'une installation dans laquelle des produits sont traités au moyen des effluents gazeux de la combustion, on appliquera en outre les dispositions du point 12.

H. INSTALLATION DE ZINGAGE

H.1. Poussières

Les émissions sous forme de poussières ne doivent pas dépasser au total 10mg/m³.

H2. Dispositions complémentaires pour les usines de zingage à chaud

H2.1 Les valeurs limites d'émission se rapportent à une quantité d'air évacué de 3000m³ par mètre carré de surface de bain de zinc et par heure.

H2.2 Les émissions de zinc doivent être récupérées à 80% au moins ; à cette fin, on doit installer une enceinte couverte, une hotte, une aspiration latérale, ou on doit appliquer toute autre mesure équivalente.

H2.3 Les émissions ne doivent être mesurées que durant l'immersion dans le bain de zinc. Celle-ci s'étend du moment où la pièce à zinguer entre en contact avec le bain jusqu'au moment où elle le quitte.

I. DECHETS

Les limitations des émissions au sens du point 9 ne sont pas applicables.

Le présent point s'applique aux installations pour l'incinération ou la décomposition thermique des déchets urbains ou des déchets spéciaux. En sont exclues les installations pour l'incinération de bois usagé, de déchets de papier et d'autres déchets similaires, celles pour l'incinération des lessives de sulfite provenant de la fabrication de la cellulose, ainsi que les fours à ciment.

Sont réputés déchets urbains, les déchets provenant des ménages ainsi que d'autres déchets de composition similaire, notamment :

- a. Les déchets de jardin ;
- b. Les déchets de marché ;
- c. Les déchets de la voirie ;
- d. Les déchets de bureaux, les emballages et les déchets de cuisine de l'hôtellerie ;
- e. Les déchets urbains ayant subi un traitement ;
- f. Les dépouilles d'animaux et les résidus carnés ;
- g. Les boues des stations centrales d'épuration ;
- h. Les déchets gazeux des produits de combustion autorisés.

Sont réputés déchets spéciaux les déchets visés par la Convention de Bâle du 22 Mars 1989 sur le contrôle des mouvements transfrontières de déchets dangereux et de leur élimination.

I.1. Grandeurs de Références et Evaluation des Emissions

Les valeurs limites d'émission se rapportent à la teneur en oxygène des effluents gazeux comme il suit :

- a. Installation pour l'incinération des déchets liquides : 3 pour cent (%) en volume.
- b. Installation pour l'incinération de déchets gazeux seuls ou avec des déchets liquides : 3 pour cent (% vol).
- c. Installation pour l'incinération de déchets solides seuls ou avec des déchets liquides ou gazeux : 11 pour cent (11% vol) pendant une phase de fonctionnement de plusieurs heures.

I.2. Valeurs limites des émissions

Types d'émissions	Valeurs limites en mg/m ³
a. Poussières	10
b. Plomb et zinc, ainsi que leurs composés en métaux, au total	1
c. Mercure et cadmium leurs composés exprimés en métaux, par substance	0.1
d. Oxydes de soufre, exprimés en anhydre sulfureux	50
e. Oxyde d'azote (monoxyde et dioxyde), exprimés en dioxyde d'azote, pour un débit massique égal ou supérieur à 2.5kg/h	80
f. Composés chlorés inorganiques sous forme de gaz, exprimés en acide fluorhydrique	20
g. Composés fluorés inorganiques sous forme de gaz, exprimés en acide fluorhydrique	2
h. Ammoniac et composés de l'ammonium, exprimées en ammoniac	5
i. Matières organiques sous forme de gaz, exprimées en carbone total	50
j. Monoxyde de carbone	

Pour les installations présentant une teneur en oxydes (monoxyde et dioxyde), exprimés en dioxyde d'azote, de 1000mg/m³ ou plus dans le gaz brut, l'autorité peut, en dérogation du premier alinéa, lettre (h), fixer une valeur limite d'émission moins sévère pour l'ammoniac et les composés de l'ammonium.

I.3. Surveillance

On doit mesurer et on doit enregistrer en permanence :

- a. La température des effluents gazeux dans la zone de combustion et dans la cheminée ;
- b. La teneur des effluents gazeux en oxygène, à la sortie de la zone de combustion ;
- c. La teneur des effluents gazeux en monoxyde de carbone.

On doit surveiller en permanence le fonctionnement de l'installation d'épuration des gaz en mesurant un paramètre significatif, tel que la température des effluents gazeux, la baisse de pression ou le débit du laveur de fumée.

I.4. Entreposage

On entreposera dans des locaux fermés ou des conteneurs, les déchets dégageant de mauvaises odeurs ou qui émettent des vapeurs dangereuses. L'air évacué doit être aspiré puis épuré.

I.5. Interdictions

I.5.1 Il est interdit d'incinérer des déchets urbains et des déchets spéciaux dans des installations d'une puissance calorifique inférieure à 350 KW.

I.5.2 L'interdiction n'est pas applicable aux déchets spéciaux provenant des hôpitaux qui, de par leur composition, ne peuvent pas être éliminés en tant que de déchets urbains.

I.6. Incinération de déchets particulièrement dangereux pour l'environnement

I.6.1 Avant de procéder à l'incinération de déchets dont les émissions peuvent être particulièrement dangereuses pour l'environnement, le détenteur d'une installation doit faire des essais avec de petites quantités afin d'en connaître les émissions probables. Il doit communiquer le résultat à l'autorité compétente.

I.6.2 Sont considérées comme particulièrement dangereuses pour l'environnement, les émissions qui sont à la fois hautement toxiques et difficilement biodégradables, tels que les hydrocarbures aromatiques polyhalogénés.

J. INSTALLATIONS DE TRAITEMENT DE SURFACE

J.1. Les dispositions s'appliquent aux installations destinées au traitement des surfaces d'objets et de produits en métal, verre céramique, matières plastiques, caoutchouc, ou autres matières par des hydrocarbures halogénés dont le point d'ébullition est inférieur à 1013 mbar.

J.2. Les installations de traitement de surface doivent être équipées et exploitées comme suit :

a. Les objectifs et les produits doivent être traités dans une enceinte fermée, exception faite des ouvertures servant à l'aspiration des effluents gazeux.

b. Les effluents gazeux évacués doivent être éliminés dans un séparateur. Au cours de cette opération, le débit massique des émissions d'hydrocarbures halogénés au sens des dispositions du point 9 ne doit pas dépasser 100g/h, et le débit massique des émissions d'hydrocarbures halogénés au sens des dispositions du point 12 ne doit pas dépasser 25g/h.

c. Lorsque des hydrocarbures halogénés sont introduits dans l'installation ou évacués de celle-ci, les émissions seront réduites au moyen d'un système de récupération des vapeurs ou par une mesure équivalente.

J.3. Lorsque le volume des objets et des produits traités ne permet pas de respecter les exigences du 2^e alinéa, lettre a, les émissions devront être réduites par des mesures telles que l'encapsulation, l'isolation et l'extraction de l'air sortant de l'installation, la mise en place de sas à air ou d'une aspiration de l'air, dans la mesure où le permettent la technique et l'exploitation, et où cela est économiquement supportable.

K. CHANTIERS

K.1. Les émissions des chantiers doivent être limitées notamment par une limitation des émissions des machines et des appareils utilisés ainsi que par l'utilisation de procédures d'exploitation appropriées, dans la mesure où le permettent la technique et l'exploitation, et où cela est économiquement supportable, la nature, la dimension et la situation du chantier ainsi que la durée directive à ce sujet.

K2. Les valeurs limites des émissions contenues au point 9 ne sont pas applicables.

11. DISPOSITIONS GENERALES RELATIVES AUX AUTOMOBILES

11.1 Contrôle des gaz d'échappement des automobiles à essence

Les véhicules en circulation ayant un kilométrage d'au moins 3000km, doivent être soumis à des contrôles dont le but est de vérifier la teneur en monoxyde de carbone des gaz d'échappement émis au régime de ralenti ne dépassent pas 3,5%

11.2 Contrôle des gaz d'échappement des automobiles pour l'opacité Diésel

Le véhicule sera accepté si l'opacité mesurée par le coefficient d'absorption est inférieure à 5 m pour les Moteurs Atmosphériques (MA) ou de 3.5m pour les moteurs turbo compresseurs (MT).

12. VALEURS POUR LES SUBSTANCES CANCERIGENES

<i>Substances</i>	Débit massique\geq	<i>Valeur limite</i>
Benzidine, benzo (a) pyrène ; béryllium et ses composés inhalables exprimés en Be ; composés du chrome VI en tant qu'anhydre chromique (oxyde de chrome VI), chromate de calcium, chromate de chrome III, chromate de strontium et chromates de zinc, exprimés en chrome VI ; dibenzo (a,h) anthracène ; 2 naphtylamine ; oxyde de bis chlorométhyle	0,5g/h	0,1mg/m ³
Trioxyde et pentoxyde d'arsenic, acide arsénieux et ses sels, acide arsénique et ses sels, exprimés en As ; 3,3 dichlorobenzidine (MOCA) ; 1,2 dibromo-3-chloropropane ; sulfate de diméthyle.	2g/h	
Acrylonitrile ; épichlorhydrine ; 1-2 dibromoéthane ; chlorure de vinyle ; oxyde, dioxyde, trioxyde, sulfure et sous-sulfure de nickel, exprimés en Ni.	5g/h	1mg/m ³
Benzène ; 1-3 butadiène ; 1-2 dichloro 2 propanol ; 1-2 époxypropane ; oxyde d'éthylène ; 2 nitropropane.	25g/h	5mg/m ³

13. NORMES D'EMISSIONS POUR CERTAINES INSTALLATIONS INDUSTRIELLES DEFINIES PAR TYPES D'INDUSTRIES (REFERENCES NORMATIVES)

TYPE D'INDUSTRIE	POLLUANTS	CONCENTRATION MAXIMALE ACCEPTABLE (mg/m ³)
Aluminium, Fonderie	Particules en suspension	30
	Sulfure d'hydrogène	1
	Fluorure total	2
	COV ⁶ _s	20
Teinture	Chlore	10
	COVs	20
Verrerie	Oxydes d'azote	1.000 (jusqu'à 2.000 peuvent être acceptables, selon la technologie de four)
	Oxydes de soufre à gaz	700
	Au fuel	1,800
	Particules en suspension	50 (20 où les métaux toxiques sont présents)
	Plomb et cadmium (total)	5
	Arsenic	1
	Total d'autres métaux lourds	5
	Fluorure	5
	Chlorure d'hydrogène	50
Fer et acier	Particules en suspension	50
	oxyde de soufre	500 (agglomération)
	Oxydes d'azote	750
	Fluorides	5
Exploration et Production Pétrolière	Production de gaz (grammes par gaz de mètre cube produit)	< 0.1
	Oxyde de soufre	10–12
	Oxydes d'azote	0.1–14
	COVs	0.2–10
	Méthane	
	Production de pétrole (grammes par mètre cube de pétrole brut)	

Raffinerie de Pétrole et Pétrochimie	Particules en suspension	50
	Oxydes d'azote	460
	Oxyde de soufre	150 pour des unités de rétablissement de soufre ; 500 pour d'autres unités
	Nickel et vanadium (combinés)	2
	Sulfure d'hydrogène	152

COVs = Composés Organiques Volatiles

14. HAUTEUR DE CHEMINÉE

La hauteur de cheminée (différence entre l'altitude du débouché à l'air libre et l'altitude moyenne du sol à l'endroit considéré) exprimée en mètres, est déterminée d'une part en fonction du niveau des émissions de polluants à l'atmosphère, d'autre part, en fonction de l'existence d'obstacles susceptibles de gêner la dispersion des gaz.

Cette hauteur ne peut être inférieure à 10 m.

Calcul de hauteur de cheminée

On calcule d'abord la quantité $S = Kq/cm$ pour chacun des principaux polluants où :

q est le débit théorique instantané maximal du polluant considéré émis à la cheminée exprimée en kg/h.

K est un coefficient qui vaut 340 pour les polluants gazeux et 680 pour les poussières

cm est la concentration maximale du polluant considérée comme admissible au niveau du sol du fait de l'installation exprimée en mg/ cm ;

cm est égal à $c_r - c_o$ où c_r est une valeur de référence donnée par le tableau ci-dessous et où c_o est la moyenne annuelle de la concentration mesurée au lieu considérée.

Polluant	Valeur de
Oxydes de soufre	0,15
Oxydes d'azote	0,14
Poussières	0,15
Acide chlorhydrique	0,05
Composés organiques	1-0,05
Plomb	0,002
Cadmium	0,0005

En l'absence de mesures de la pollution, c_0 peut être prise arbitrairement de la manière suivante :

Polluant	Oxydes de soufre	Oxydes d'azote	Poussières
Zone peu polluée	0,01	0,01	0,01
Zone moyennement Urbanisée ou moyennement industrialisée	0,04	0,05	0,04
Zone très urbanisée ou très	0,07	0,10	0,08

Pour les autres polluants, en l'absence de mesures c_0 pourra être négligée.

On mesure ensuite s qui est égal à la plus grande des valeurs de s calculées pour chacun des principaux polluants.

La hauteur de la cheminée exprimée en mètres est ainsi calculée :

$$H_p = s^{1/2} (R \cdot \Delta T)^{-1/6}$$

R est le débit de gaz exprimé en mètres cube par heure et compté à la température effective d'éjection des gaz ;

ΔT est la différence exprimée en kelvin entre la température au débouché de la cheminée et la température moyenne annuelle de l'air ambiant. Si ΔT est inférieure à 50 kelvin, on adopte la valeur de 50 pour le calcul.

Si une installation est équipée de plusieurs cheminées ou s'il existe dans son voisinage

d'autres rejets des mêmes polluants dans l'atmosphère, le calcul de la hauteur de la cheminée est effectué comme suit :

Deux cheminées **i** et **j** de hauteurs respectivement **h_i** et **h_j** calculées conformément à la formule ci-dessus, sont considérées comme dépendantes si les trois conditions suivantes sont simultanément remplies :

La distance entre les axes des deux cheminées est inférieure à la somme ($h_i + h_j + 10$) (en mètres) ;

h_i est supérieure à la moitié de h_j ;

h_j est supérieure à la moitié de h_i ;

On détermine ainsi l'ensemble des cheminées dépendantes de la cheminée considérée dont la hauteur doit être au moins égale à la valeur de h_p calculée pour le débit total de polluant et le volume total des gaz émis par l'ensemble de ces cheminées.

Obstacles naturels dans le voisinage ;

La vitesse d'éjection des gaz en marche continue maximale doit être au moins égale à 8m/s si le débit d'émission de la cheminée considérée dépasse 5 000m³/h, 5m/s si ce débit est inférieur ou égal à 5 000m³/h.

DOCUMENT DE TRAVAIL
MINEPDED

ANNEXES :

ANNEXE I : (NORMATIVE)

Conditions d'Echantillons et de Mesure de la Pollution de l'Air

- NF X 43-016 : Méthode de détermination d'un indice de pollution gazeuse acide (exprimé en équivalent SO₂) au moyen d'un analyseur automatique séquentiel à échantillonnage continu
- NF X 43-021 : Prélèvement sur filtre des matières particulaires en suspension dans l'air ambiant. Appareillage automatique séquentiel
- NF X 43-023 : Mesure de la concentration des matières particulaires en suspension dans l'air ambiant. Méthode gravimétrique
- NF X43-019 : Dosage de dioxyde de soufre dans l'air ambiant - Méthode par fluorescence UV
- NF X43-020 : Détermination du soufre total gazeux ou du dioxyde de soufre seul dans l'Air ambiant - Méthode par photométrie de flamme
- NF X 43-005 : Détermination d'un indice de fumée noire
- NF X 43-006 : Mesure des retombées par la méthode des collecteurs de précipitation
- NF X 43-011 : Détermination des composés soufrés dans l'air ambiant. Appareillage et méthode d'échantillonnage
- NF X 43-015. Teneur de l'air atmosphérique en dioxyde d'azote – méthode de dosage de piégeage sur filtre imprégné de triéthanolamine
- NF X 43-018 : Dosage des oxydes d'azote par chimiluminescence
- NF X 43-025 : Détermination des hydrocarbures aromatiques polycycliques. Dosage par chromatographie gazeuse
- NF X 43-022. Dosage de l'ozone dans l'air. Méthode par absorption UV
- NF X 43-026 : Détermination du Plomb dans les aérosols - Spectrométrie d'absorption atomique
- NF X 43-027 : Détermination du Plomb dans les aérosols – Spectrométrie de fluorescence
- NF X 43-012 : Dosage du monoxyde de carbone dans l'air ambiant par absorption d'un rayonnement infrarouge.

Annexe II : CONVERSION DES UNITES

Sommaire

- [1 Longueur](#)
- [2 Surface](#)
- [3 Volume](#)
- [4 Angle](#)
- [5 Masse](#)
- [6 Temps](#)
- [7 Vitesse et accélération](#)
- [8 Force](#)
- [9 Pression](#)
- [10 Température](#)
- [11 Puissance](#)
- [12 Energie](#)
- [13 Viscosité](#)
- [14 Radioactivité](#)
- [15 Voir aussi](#)
- [16 Liens externes](#)
- [17 Ordre de grandeur](#)

DOCUMENT DE TRAVAIL
MINEPDED

Longueur

Nom	Nom anglais	Symbole	Équivalence
Mètre	Metre	m	(Unité de base du SI)
Fermi			$\equiv 10^{-15} \text{ m}$
Siegbahn	X-unit	xu	$\approx 1,0021 \times 10^{-13} \text{ m}$
Stigma	Stigma		$\equiv 10^{-12} \text{ m} = 1 \text{ pm}$
Ångström		Å	$\equiv 10^{-10} \text{ m} = 0,1 \text{ nm}$
micromètre,			
Micron		μ	$\equiv 10^{-6} \text{ m} = 1 \text{ μm}$
	Twip	twp	$\equiv 1/1440 \text{ in} \approx 17,639 \text{ μm}$
	mil; thou	mil	$\equiv 0,001 \text{ in} = 25,4 \text{ μm}$
	Mickey		$\equiv 1/200 \text{ in} = 0,127 \text{ mm}$

DOCUMENT DE TRAVAIL
MINEPDED

	Calibre	cal	$\equiv 1/100 \text{ in} = 0,254 \text{ mm}$
Ligne	Line	ln	$\equiv 1/12 \text{ in} \approx 2,116 667 \text{ mm}$
ligne (Paris)		l	$\equiv 1/12 \text{ p} \approx 2,255 829 \text{ mm}$
grain d'orge	Barleycorn		$\equiv 1/3 \text{ in} \approx 8,466 667 \text{ mm}$
Doigt	Finger		$\equiv 7/8 \text{ in} = 22,225 \text{ mm}$
Pouce	Inch	in	$\equiv 25,4 \text{ mm}$
pouce (Paris)		p	$\equiv 1/12 \text{ P} \approx 27,069 949 \text{ mm}$
	Stick		$\equiv 2 \text{ in} = 50,8 \text{ mm}$
Clou	Nail		$\equiv 2 \frac{1}{4} \text{ in} = 57,15 \text{ mm}$
Paume	Palm		$\equiv 3 \text{ in} = 76,2 \text{ mm}$
Main	Hand		$\equiv 4 \text{ in} = 101,6 \text{ mm}$
doigt (tissu)	finger (cloth)		$\equiv 4 \frac{1}{2} \text{ in} = 114,3 \text{ mm}$
Empan	Span		$\equiv 6 \text{ in} = 152,4 \text{ mm}$
chaînon de			
Gunter	link (Gunter's)	lnk	$\equiv 66/100 \text{ ft} \approx 0,201 168 \text{ m}$
	span (cloth);		$\equiv 1/4 \text{ yd} = 9 \text{ in}$
Quart	quarter		$\equiv 0,2286 \text{ m}$
Pied	Foot	ft	$\equiv 12 \text{ in} = 0,3048 \text{ m}$
ped (Paris); ped		P	$\approx 0,324 839 385 \text{ m}$
de roi		P	$\equiv 0,324 840 6 \text{ m}$
ped (québécois)		P	$\equiv 0,324 840 6 \text{ m}$
Coudée	Cubit		$\equiv 18 \text{ in} = 0,4572 \text{ m}$
Pas	Pace		$\equiv 2 \frac{1}{2} \text{ ft} = 0,762 \text{ m}$
Verge	Yard	yd	$\equiv 3 \text{ ft} = 0,9144 \text{ m}$
Aune	Ell		$\equiv 45 \text{ in} = 1,143 \text{ m}$
aune (Paris)			$\equiv 3 \text{ P } 7 \text{ p } 10 \text{ l} \approx 1,186 566 \text{ m}$
	double pace;		
nas double	milli- mile		$\equiv 1/1000 \text{ mi} = 1.609 344 \text{ m}$
brasse; toise			$\equiv 6 \text{ ft} = 1,8288 \text{ m}$
marine	fathom	fm	(parfois $\equiv 1/1000 \text{ NM} = 1,852 \text{ m}$)
toise (Paris)		T	$\equiv 6 \text{ P} = 864/443,296 \text{ m} \approx 1,949 036 310 \text{ m}$
Toise			
(québécoise)		T	$\equiv 1,949 043 6 \text{ m}$
Perche	rod; pole; perch	rd	$\equiv 16 \frac{1}{2} \text{ ft} = 5,0292 \text{ m}$

perche (Paris)		per	$\equiv 18 P = 2592/443,296 \text{ m} \approx 5,847 108 929 \text{ m}$
Perche (québécoise)		per	$\equiv 5,847 130 8 \text{ m}$
Corde	Rope		$\equiv 20 \text{ ft} = 6,096 \text{ m}$
perche ordinaire		per	$\equiv 20 P = 2880/443,296 \text{ m} \approx 6,496 787 70 \text{ m}$

DOCUMENT DE TRAVAIL
MINEPDED

chaîne de Gunter	chain (Gunter's)	ch	≡ 66 ft = 20,1168 m
chaîne de Ramden	chain (Ramden's; Engineer's)	ch	≡ 100 ft = 30,48 m
Arpent		arp	≡ 180 P = 25 920/443,296 m ≈ 58,471 089 295 m
Arpent (québécois)		arp	≡ 58,471 308 m
Encablure	cable length		≡ 1/10 NM = 185,2 m
encablure (Royal Navy)	cable length (imperial)		≡ 608 ft = 185,3184 m
Furlong	Furlong	fur	≡ 660 ft = 201,168 m
encablure (US Navy)	cable length (U.S.)		≡ 720 ft = 219,456 m
mille (terrestre)	Mile	mi	≡ 1760 yd = 5280 ft = 1609,344 m
mille américain	U.S. Survey mile; statute mile	mi	≡ 5280 ft US (1 ft US ≡ 1200/3937 m) ≈ 1,609 347 219 km
mille marin international	nautical mile (international)	NM	≡ 1852 m
mille marin (anglais)	nautical mile (Admiralty)	NM	≡ 6080 ft = 1853,184 m
mille géographique	geographical mile	mi	≡ 6082 ft = 1853,7936 m
mille télégraphique	telegraph mile	mi	≡ 6087 ft = 1855,3176 m
lieue postale			≡ 2000 T ≈ 3,898 072 620 km
lieue terrestre			≡ 2280 T ≈ 4,443 802 786 km
Lieue	League		≡ 3 mi = 4,828 032 km
lieue américaine	statute league		≡ 3 mi (US) ≈ 4,828 041 656 km
lieue nautique; lieue marine	nautical league	NL	≡ 3 NM = 5,556 km
unité astronomique	astronomical unit	ua	= 149 597 870.691 + 0.030 km

année-lumière	light-year	AL	$\equiv c_0 \times 86\,400 \times 365,25 = 9,460\,730\,472\,580$
			$8 \times 10^{15} \text{ m}$
			$\approx 180 \times 60 \times 60 / \pi \text{ ua} \approx 206\,264,806\,25 \text{ ua} =$
Parsec		pc	$3,261\,563\,776\,9 \pm 6 \times 10^{-10} \text{ années-lumière} =$

Récapitulatif des conversions :

DOCUMENT DE TRAVAIL
MINEPDED

	Kilomètre	Hectomètre	Décamètre	Mètre	Décimètre	Centimètre	Millimètre
unité	(km)	(hm)	(dam)	(m)	(dm)	(cm)	(mm)
Km	1	10	100	1 000	10 000	100 000	1 000 000
Hm	0.1	1	10	100	1 000	10 000	100 000
Dam	0.01	0.1	1	10	100	1 000	10 000
M	0.00 1	0.01	0.1	1	10	100	1 000
Dm	0.00 01	0.00 1	0.01	0.1	1	10	100
Cm	0.00 001	0.00 01	0.00 1	0.01	0.1	1	10
Mm	0.00 0001	0.00 001	0.00 01	0.00 1	0.01	0.1	1

Surface

Nom	Nom anglais⁽¹⁾	Symbole	Équivalence
mètre carré	square metre	m ²	$\equiv 1 \text{ m}^2$
Barn	Barn	B	$\equiv 10^{-28} \text{ m}^2 = 100 \text{ fm}^2$
	circular mil; circular thou	circ mil	$\equiv \pi D^2/4$ (lorsque D = 1 mil) $\approx 5,067\ 074\ 791 \times 10^{-10} \text{ m}^2$
	square mil; square thou	sq mil	$\equiv 1 \text{ mil}^2 = 6,4516 \times 10^{-10} \text{ m}^2$
	inch inch	circ in	$\equiv \pi D^2/4$ (lorsque D = 1 in) $\approx 5,067\ 074\ 791 \times 10^{-4} \text{ m}^2$
pouce carré	square inch	sq in	$\equiv 1 \text{ in}^2 = 6,4516 \times 10^{-4} \text{ m}^2$
Planche	Board	bd	$\equiv 1 \text{ in} \times 1 \text{ ft} = 7,741\ 92 \times 10^{-3} \text{ m}^2$
pié carré	square foot	sq ft	$\equiv 1 \text{ ft}^2 = 0,092\ 903\ 04 \text{ m}^2$
verge carrée	square yard	sq yd	$\equiv 1 \text{ yd}^2 = 0,836\ 127\ 36 \text{ m}^2$
Corde (de bois)	Cord		$\equiv 192 \text{ planches} = 1,486\ 448\ 64 \text{ m}^2$
	boiler horsepower EDR (équivalent direct radiation)		$\equiv 1 \text{ sq ft} \times 1 \text{ bhp} / 240 \text{ BTU/h} \approx 12,958 \text{ m}^2$
perche carrée	square rod; square pole; square perch	sq rd	$\equiv 1 \text{ rd}^2 = 25,292\ 852\ 64 \text{ m}^2$
Are		A	$\equiv 100 \text{ m}^2$

chaîne carrée	square chain	sq ch	$\equiv 1 \text{ ch}^2 = 404,685\ 642\ 24 \text{ m}^2$
Verge	Rood	Ro	$\equiv 1/4 \text{ ac} = 1011,714\ 105\ 6 \text{ m}^2$ $\equiv 10 \text{ sq ch} = 4840 \text{ sq yd} =$
Acre	Acre	Ac	$4046,856\ 422\ 4 \text{ m}^2$
Hectare		ha	$\equiv 10\ 000 \text{ m}^2 = 0,01 \text{ km}^2$
Préau	virgate ou yardland		$\equiv 30 \text{ ac} = 0,121\ 405\ 692\ 672 \text{ km}^2$
	Hide		$\equiv 100 \text{ ac} = 0,404\ 685\ 642\ 24 \text{ km}^2$
mille carré	square mile; section	sq mi	$\equiv 1 \text{ mi}^2 = 640 \text{ ac} = 2,589\ 988\ 110\ 336 \text{ km}^2$

DOCUMENT DE TRAVAIL
MINEPDED

Baronnie	Barony		≡ 4000 ac = 16,187 425 689 6 km ² ≡ 36 sq mi = 93,239 571 972 096 km ²
Commune	Township		km ²
Canton	Township		≡ 100 sq mi = 342,9904 km ²

Volume

Nom	Nom anglais (1)	Symbole	Équivalence
Pied planche	Board foot		≡ 0.002360 m ³ ou stères = 2.360 litres
Corde (unité)	Cord		128 pieds cubes ou (~3.62 m ³)
mètre cube	cubic metre	m ³	≡ 1 m ³
Litre	Litre	L ou l	≡ 1 dm ³
	Lambda	Λ	≡ 1 mm ³ = 1 µL
dram (impérial)	dram (Imperial fluid); Imperial fluidram	fl dr	≡ 1/8 fl oz = 3,551 632 812 5 mL
dram (américain)	dram (U.S. fluid), U.S. fluidram	fl dr	≡ 1/8 US fl oz = 3,696 691 195 312 5 mL
cuillerée à thé (canadienne)	teaspoon (Canadian)	tsp	≡ 1/6 fl oz ≈ 4,735 510 416 667 mL
cuillerée à thé (américaine)	teaspoon (U.S.)	tsp	≡ 1/6 US fl oz = 4,928 921 593 75 mL
cuillerée à thé (métrique)	teaspoon (metric)		≡ 5 mL
petite cuillerée romaine (<i>ligula</i>)			≡ 1/48 setier ≈ 11.25 mL
cuillerée à table (canadienne)	tablespoon (Canadian)	tbsp	≡ 1/2 fl oz = 14,206 531 25 mL
cuillerée à table (américaine)	tablespoon (U.S.)	tbsp	≡ 1/2 US fl oz = 14,786 764 781 25 mL
cuillerée à table (métrique)	tablespoon (metric)		≡ 15 mL
pouce cube	cubic inch	cu in	≡ 1 in ³ = 16,387 064 mL

cuillerée à table (impériale)	tablespoon (Imperial)	tbsp	≡ 5/8 fl oz = 17,758 164 062 5 mL
once liquide (impériale)	fluid ounce (Imperial)	fl oz (Imp)	≡ 1/160 gal (Imp) = 28,413 062 5 mL
once liquide (américaine)	ounce (U.S. fluid)	fl oz (US)	≡ 1/128 gal (US) = 29,573 529 562 5 mL
cuillerée moyenne romaine (<i>cyathus</i>)	ciate (Roman)		≡ 1/12 setier ≈ 45 mL
grande cuillerée romaine (<i>acetabulum</i>)	acetabul (Roman)		≡ 1/8 setier ≈ 67,5 mL

DOCUMENT DE TRAVAIL
MINEPDED

roquille (américaine)	gill (U.S.)	gi	≡ 4 fl oz (US) = 118,294 118 25 mL
quart romain	quart (Roman)		≡ 1/4 setier ≈ 135 mL
roquille (impériale)	gill (Imperial); noggin	gi; nog	≡ 5 fl oz = 142,065 312 5 mL
tasse (canadienne)	cup (Canadian)	C	≡ 8 fl oz = 227,3045 mL
tasse (américaine)	cup (U.S.)	C	≡ 8 fl oz (US) = 1/2 chopine américaine = 236,588 236 5 mL
tasse (métrique)	cup (metric)	C	≡ 250 mL
hémine romaine	gemin (Roman)		≡ 1/2 setier ≈ 270 mL
Demiard	cup (Imperial)	C	≡ 10 fl oz = 1/2 pt (Imp) = 1/4 qt (Imp) = 284,130 625 mL
chopine américaine	pint (U.S. fluid)	pt (US fl)	≡ 16 fl oz (US) = 473,176 473 mL
setier romain	sextary (Roman)		≡ 1/6 conge ≈ 540 mL
chopine américaine	pint (U.S. dry)	pt (US dry)	≡ 1/64 bu (US lvl) = 550,610 471 357 5 mL
chopine impériale	pint (Imperial)	pt (Imp)	≡ 20 fl oz (Imp) = 568,261 25 mL
pinte américaine	quart (U.S. fluid)	qt (US fl)	≡ 1/4 gal (US) = 0,946 352 946 L
pinte américaine	quart (U.S. dry)	qt (US dry)	≡ 1/32 bu (US lvl) = 1/4 gal (US dry) = 1,101 220 942 715 L
pinte impériale	quart (Imperial)	qt (Imp)	≡ 40 fl oz (Imp) = 1,136 522 5 L
conge romain	kognee (Roman)		≈ 3,24 L (fluide)
gallon américain	gallon (U.S. fluid)	gal (US)	≡ 231 cu in = 3,785 411 784 L
gallon américain	gallon (U.S. dry)	gal (US dry)	≡ 1/8 bu (US lvl) = 4,404 883 770 86 L
gallon impérial	gallon (Imperial)	gal (Imp)	≡ 4,546 09 L
muid romain			≡ 16 congés ≈ 8,64 L (sec)
urne romaine	urn (Roman)		≡ 4 congés ≈ 12,96 L (fluide)
boisseau romain	bushel (Roman)		≡ 3 muids ≈ 25,92 L (sec)
amphore romaine	amphora (Roman)		≡ 2 urnes ≈ 25,92 L (fluide)
ped cube	cubic foot	cu ft	≡ 1728 cu in = 28,316 846 592 L

boisseau américain	bushel (U.S. dry level)	bu (US lvl)	≡ 2150,42 cu in = 35,239 070 166 88 L
boisseau impérial	bushel (Imperial)	bu (Imp)	= 36,368 72 L
boisseau américain	bushel (U.S. dry heaped)	bu (US heap)	≡ 1 1/4 bu (US lvl) = 44,048 837 708 6 L
baril de pétrole	barrel (U.S. oil)	bl	≡ 42 gal (US) = 158,987 294 928 L

DOCUMENT DE TRAVAIL
MINEPDED

Baril	barrel (Imperial)	bl (Imp)	≡ 36 gal (Imp) = 163,659 24 L ≡ 20 amphores ≈ 518,4 L
outre romaine	kulee; dolee (Roman)		(fluide)
verge cube	cubic yard	cu yd	≡ 27 cu ft = 0,764 554 857 984 m ³
tonneau de mer	freight ton		≡ 40 cu ft = 1,132 673 863 68 m ³
tonneau de douane	Load		≡ 50 cu ft = 1,415 842 329 6 m ³ ≡ 100 cu ft = 2,831 684 659 2 m ³
tonneau de jauge	register ton		m ³
stère (de bois)		st	≡ 1 m ³

Angle

Nom	Nom anglais ⁽¹⁾	Symbole	Équivalence
Radian		rad	≡ 1 m/m
seconde centésimale d'arc	centesimal second of arc	"	≡ 1 gr/10000 ≈ 1,570 796 μrad
seconde d'arc	second of arc	"	≡ 1°/3600 ≈ 4,848 137 μrad
minute centésimale d'arc	centesimal minute of arc	'	≡ 1 gr/100 ≈ 0,157 080 mrad
minute d'arc	minute of arc	'	≡ 1°/60 ≈ 0,290 888 mrad
mil angulaire	angular mil	μ	≡ 2π/6400 rad ≈ 0,981 748 mrad ≡ 2π/400 rad = 0,9° ≈ 15,707 963 mrad
Grade	gradian; gon	gr	mrad
Degré	Degree	°	≡ π/180 rad ≈ 17,453 293 mrad
Signe	Sign		≡ 30° ≈ 0,523 599 rad
Octant	Octant		≡ 45° ≈ 0,785 398 rad
Sextant	Sextant		≡ 60° ≈ 1,047 198 rad
Quadrant	Quadrant		≡ 90° ≈ 1,570 796 rad

Masse

Nom	Nom anglais ⁽¹⁾	Symbole	Équivalence
Kilogramme	Kilogram	Kg	(Unité de base du SI)
	Gamma	Γ	≡ 1 µg
Grain	Grain	Gr	≡ 64,798 91 mg
carat métrique	carat (metric)	Kt	≡ 200 mg
			≡ 3 1/6 gr ≈ 205,196 548
Carat	carat	Kt	333 mg
			≡ 1/16 lb = 28,349 523
Once	ounce (avoirdupois)	Oz	125 g

DOCUMENT DE TRAVAIL
MINEPDED

once troy	ounce (troy)	oz (troy)	≡ 31,103 476 8 g
Livre	pound (avoirdupois)	lb (« lbm » en physique)	≡ 7000 gr = 0,453 592 37 kg
		short hundredweight;	≡ 100 lb av = 45,359 237 kg
quintal court	cental	sh cwt	≡ 112 lb av = 50,802 345 kg
quintal long	long hundredweight	long cwt	44 kg
quintal métrique	quintal (metric)		≡ 100 kg
Kip	kip	Kip	≡ 1000 lb av = 453,592 37 kg
tonne courte	short ton	sh tn	≡ 2000 lb = 907,184 74 kg
Tonne	Tonne	T	≡ 1000 kg
			≡ 2240 lb = 1016,046 908 kg
tonne longue	long ton	long tn	8 kg
dalton ou			
unité de masse	dalton ou	Da ou	-
atomique	atomic mass unit	u ou uma	27
			≡ 1,66054×10 ⁻²⁷ kg

Temps

Nom	Nom anglais(1)	Symbole	Équivalence
Seconde	Second	S	(Unité de base du SI)
temps de Planck	Planck time		≡ $\sqrt{Gh/c^5} \approx 1,351\ 211\ 818 \times 10^{-43}$ s
	Svedberg	S	≡ 10 ⁻¹³ s = 100 fs
	Shake		≡ 10 ⁻⁸ s = 10 ns
	Sigma		≡ 10 ⁻⁶ s = 1 µs
	Jiffy		≡ 1/60 s ≈ 16,666 667 ms (parfois ≡ 1/100 s = 10 ms)
Minute		Min	≡ 60 s

Heure	Hour	H	$\equiv 60 \text{ min} = 3600 \text{ s}$
Jour	Day	D	$\equiv 24 \text{ h} = 86\,400 \text{ s}$
Semaine	Week	Sem	$\equiv 7 \text{ d} = 604\,800 \text{ s}$
année (calendaire)	Year		$\equiv 365 \text{ j} = 31\,536\,000 \text{ s}$
année julienne	Julian year		$\equiv 365,25 \text{ j} = 31\,557\,600 \text{ s}$
année grégorienne	Year		$\equiv 365,2425 \text{ j} = 31\,556\,952 \text{ s}$
année sidérale	Sidereal year		$\equiv 365,256363 \text{ j} = 31\,558\,149,7632 \text{ s}$

DOCUMENT DE TRAVAIL
MINEPDED

Vitesse et accélération

Nom	Nom anglais	Symbole	Équivalence
Vitesse			
mètre par seconde	metre per second	m/s	$\equiv 1 \text{ m/s}$
Nœud	Knot	kn	$\equiv 1 \text{ NM/h} = 1,852 \text{ km/h}$
Nœud	knot (Admiralty)	kn	$\equiv 1 \text{ NM (Adm)/h} = 1,853 \text{ 184 km/h}$
Accélération			
mètre par seconde carrée	metre per second square	m/s^2	$\equiv 1 \text{ m/s}^2$
Gravité	standard acceleration of free fall	g_n	$\equiv 9,806 \text{ 65 m/s}^2$
Gal	Galileo	Gal	$\equiv 1 \text{ cm/s}^2 = 0.01 \text{ m/s}^2$

Force

Nom	Nom anglais	Symbole	Équivalence
Newton	Newton	N	$\equiv 1 \text{ kg}\cdot\text{m/s}^2$
Dyne		Dyn	$\equiv 1 \text{ g}\cdot\text{cm/s}^2 = 10^{-5} \text{ N}$
gravet (gramme-force)		Gf	$\equiv 1 \text{ g} \times g_n = 9,80665 \text{ mN}$
	poundal	Pdl	$\equiv 1 \text{ lb ft/s}^2 = 0,138 \text{ 254 954 376 N}$
			$\equiv 1 \text{ oz av} \times g_n = 0,278 \text{ 013 850 953}$
	ounce-force	Ozf	781 2 N
			$\equiv 1 \text{ lb av} \times g_n = 4,448 \text{ 221 615 260}$
	pound-force	Lbf	5 N
kilopond (kilogramme-force; grave)		Kgf	$\equiv 1 \text{ kg} \times g_n = 9,80665 \text{ N}$

	kip; kip-force	kip; kipf; klbf	$\equiv 1 \text{ kip} \times g_n = 4,448\ 221\ 615$ 260 kN
	ton-force	Tnf	$\equiv 1 \text{ sh tn} \times g_n = 8,896\ 443\ 230\ 521$ kN

Pression

Nom	Nom anglais	Symbole	Équivalence
Pascal	Pascal	Pa	$\equiv 1 \text{ N/m}^2$
Barye		Ba	$\equiv 1 \text{ dyn/cm}^2 = 0,1 \text{ Pa}$
millimètre de mercure	millimetre of mercury	mmHg	$\equiv 1 \text{ torr} \approx 1 \text{ mm} \times 13\ 595,1 \text{ kg/m}^3 \times g_n \approx 133,322\ 368\ 421 \text{ Pa}$
millimètre d'eau	millimetre of water	mmAq; mmH ₂ O	$\equiv 1 \text{ mmAq} = 9.80665 \text{ Pa}$
Torr	Torr	Torr	$\equiv 101\ 325/760 \text{ Pa} \approx 133,322\ 368\ 421 \text{ Pa}$
livre par pouce carré	pound per square inch	Psi	$\equiv 1 \text{ lb av} \times g_n / 1 \text{ sq in} \approx 6894,757\ 293$ 168 Pa
Bar	Bar	Bar	$\equiv 100\ 000 \text{ Pa}$
Atmosphère	atmosphere	Atm	$\equiv 101\ 325 \text{ Pa}$

Température

Nom	Nom anglais ⁽¹⁾	Symbole	Équivalence
Kelvin	Kelvin	K	(Unité de base du SI)
Celsius	degree Celsius	°C	$T[°C] = T[K] - 273,15$
Fahrenheit	degree Fahrenheit	°F	$T[°C] = 5/9 (T[°F] - 32)$
Rankine	degree Rankine	°Ra	$T[K] = 5/9 T[°Ra]$
Réaumur	degree Reaumur	°Ré	$T[°C] = 5/4 T[°Ré]$

Puissance

Nom	Nom anglais	Symbole	Équivalence
Watt	Watt	W	$\equiv 1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^3$
cheval-vapeur métrique	horsepower (metric)	ch	$\equiv 75 \text{ m kgf/s} = 735,498 75 \text{ W}$
cheval-vapeur mécanique	horsepower (imperial, mechanical)	hp	$\equiv 550 \text{ ft lbf/s} = 745,699 871 582 270 22 \text{ W}$

Energie

Nom	Nom anglais ⁽¹⁾	Symbole	Équivalence
Joule	Joule	J	$\equiv 1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2$
Kilogramme	Kilogram	kg	
	rydberg	Ry	$\equiv R_{\infty} \times h \times c \approx 2,179 872 \times 10^{-18}$
	Hartree	E _h	$\equiv 2 R_v \approx 4,359 744 \times 10^{-18} \text{ J}$
Erg	Erg	erg	$\equiv 1 \text{ g cm}^2/\text{s}^2 = 10^{-7} \text{ J}$
calorie thermochimique	calorie thermochemical	cal _{th}	$\equiv 4,184 \text{ J}$
calorie 15°C	calorie (15°C)	cal ₁₅	$\equiv 4,1855 \text{ J}$
calorie I.T.	Calorie (international)	cal _{IT}	$\equiv 4.1868 \text{ J}$

British thermal unit	British thermal unit	BTU _{th}	$\equiv 1 \text{ lb av cal}_{\text{th}} \text{ } ^\circ\text{F} / \text{g } ^\circ\text{C} = 9489,152\ 380\ 4 \div 9 \text{ J} \approx$
British thermal unit (ISO)	British thermal unit (ISO)	BTU _{ISO}	$\equiv 1054,5 \text{ J}$
British thermal unit (63°F)	British thermal unit (63°F)	BTU _{63°F}	$\approx 1054,6 \text{ J}$
British thermal unit (60°F)	British thermal unit (60°F)	BTU _{60°F}	$\approx 1054,68 \text{ J}$

British thermal unit (59°F)	British thermal unit (59°F)	BTU _{59°F}	$\equiv 1054,804 \text{ J}$
British thermal unit (International Table)	British thermal unit (IT)	BTU _{IT}	$\equiv 1 \text{ lb av cal}_{\text{IT}} \text{ } ^\circ\text{F} / \text{g } ^\circ\text{C} = 1055,055\ 852\ 62 \text{ J}$
British thermal unit (moyen)	British thermal unit (mean)	BTU _{moyen}	$\approx 1055,87 \text{ J}$
British thermal unit (39°F)	British thermal unit (39°F)	BTU _{39°F}	$\approx 1059,67 \text{ J}$
frigorie (15°C)		fg	$\equiv -1 \text{ kcal}_{15^\circ\text{C}} = -4185,5 \text{ J}$
kilowatt-heure	Board of Trade Unit	B.O.T.U.	$\equiv 1 \text{ kW} \times 1 \text{ h} = 3\ 600\ 000 \text{ J}$
Thermie		th	$\equiv 10^6 \text{ cal}_{\text{IT}} = 4\ 186\ 800 \text{ J}$ $\equiv 100\ 000 \text{ BTU (59°F)} = 1,054$
therm américain	therm (U.S.)		$804 \times 10^8 \text{ J}$ $\equiv 100\ 000 \text{ BTU (IT)} = 1,055$
therm européen	therm (E.C.)		$055\ 852\ 62 \times 10^8 \text{ J}$
tonne de TNT	tonne of TNT		$\equiv 1000 \text{ th} = 4,1868 \times 10^9 \text{ J} = 0,1$ tep
tonne équivalent charbon	tonne of coal equivalent	tec	$\equiv 7000 \text{ th} = 2,930\ 76 \times 10^{10} \text{ J} =$ 0,7 tep
tonne équivalent pétrole	tonne of oil equivalent	tep	$\equiv 10\ 000 \text{ th} = 4,1868 \times 10^{10} \text{ J}$

Remarques :

- 1000 m³ de gaz naturel équivalent à 0,9 tep.
- La masse volumique du pétrole varie entre 860 et 880 kg/m³.

Viscosité

Nom	Nom anglais ⁽¹⁾	Symbole	Équivalence
Viscosité dynamique			
Poiseuille		Pl	≡ 1 kg/m·s ≡ 144 lbf s/sq ft ≈ 6894,757 293
Reyn	Reyn		168 36 Pl ≡ 1 lbf s/sq ft ≈ 47,880 258 980
slug par pied-seconde	slug per foot-second		335 9 Pl ≡ 1 lb/ft s ≈ 1,488 163 943 569
livre par pied-seconde	pound per foot-second		55 Pl
poundal-seconde par pied carré	poundal-second per square foot		≡ 1 pdl s/sq ft ≈ 1,488 163 943 569 55 Pl
Poise	Poise	P	≡ 1 g/cm s = 0,1 Pl
Viscosité cinématique			

mètre carré par seconde	square metre per second	m^2/s	$\equiv 1 m^2/s$
Stokes	Stokes	St	$\equiv 1 cm^2/s = 10^{-4} m^2/s$

Radioactivité

Nom	Nom anglais (1)	Symbole	Équivalence
Intensité d'une source de rayonnement ionisant			
Becquerel	Becquerel	Bq	$\equiv 1 s^{-1}$
curie (unité)	Curie	Ci	$\equiv 3,7 \times 10^{10} Bq$
Dose de rayonnement ionisant - Effet physique			
Gray		Gy	$\equiv 1 J/kg$
Rad		Rad	$\equiv 0,01 Gy$
Röntgen	Roentgen	R	$\equiv 2,58 \times 10^{-4} C/kg$
Dose de rayonnement ionisant - Effet biologique			
Sievert	Sievert	Sv	$\equiv Q J/kg$ où 'Q' est le facteur de qualité du rayonnement
Rem	Roentgen Equivalent Man	rem	$\equiv 0,01 Sv$

Remarque :

- $Q \approx 1$ pour les rayons X et γ , ainsi que pour les particules β (électrons ou positrons), $Q \approx 10$ pour les protons et neutrons rapides, $Q \approx 20$ pour les particules α (noyaux d'hélium).

(1) Unités anglo-saxonnes

ANNEXE III Ordre de Grandeur

Un **ordre de grandeur** permet une représentation simplifiée et synthétique de grandeurs physiques. Ils sont pratiques pour communiquer sur des grandeurs de l'infiniment grand ou de l'infiniment petit.

En général, un ordre de grandeur est une fourchette de valeurs qui va de un dixième à dix fois la grandeur nominale (c'est-à-dire la grandeur énoncée). Ainsi, si l'on dit que « l'ordre de grandeur est de un mètre » cela signifie que la longueur de l'objet est entre 10 cm et 10 m. D'autres fois, on considère des fourchettes plus petites, comme par exemple entre la moitié et le double de la valeur (donc ici entre 50 cm et 2 m).

A la limite, l'ordre de grandeur exact est pour un réel positif x , $y := \log x$; et souvent $E[y]$, où E désigne la partie entière de y .

De manière générale, la largeur de la fourchette dépend de la manière dont la personne s'imagine le phénomène. Ainsi, une température « de l'ordre de 20 °C » n'aura pas la même signification pour une personne vivant dans un pays à faible ou à grande amplitude thermique, ou selon la saison à laquelle se réfère la personne : un Français qui s'imagine une journée ensoleillée de printemps considèrera une fourchette de 15 à 25 °C, tandis qu'une personne songeant à l'été aura une fourchette de 18 à 30 °C en tête.

Cette imprécision n'est en général pas gênante, puisque l'on ne s'intéresse pas à la valeur exacte, on veut juste savoir si deux grandeurs sont comparables ou pas.

La connaissance de l'ordre de grandeur d'un phénomène permet de vérifier que le résultat d'un calcul est cohérent, donc que l'on n'a pas fait d'erreur grossière. Ainsi, si le résultat d'un calcul est la distance entre une ville française et une ville étatsunienne, on s'attend à avoir un résultat de plusieurs milliers de kilomètres ; un résultat de quelques centaines kilomètres, ou au contraire de 10 000 kilomètre, paraîtra douteux.

La notion très importante d'ordre de grandeur littéral est relative à la théorie de l'analyse dimensionnelle et du théorème Pi

Préfixes des unités

Les unités de base du système international sont modifiées par des préfixes. Une unité préfixée peut ainsi indiquer un ordre de grandeur, on peut dire par exemple « la fréquence utilisée dans la bande FM est de l'ordre de la centaine de mégahertz » (en France, cette bande s'étend de 88 à 108 MHz).

Voici les préfixes courants utilisés pour les ordres de grandeur :

yotta 10^{24}

zetta 10^{21}

exa 10^{18} (exemple : $1 \text{ EHz} = 10^{18} \text{ Hz}$)

péta 10^{15} (exemple : $1 \text{ PHz} = 10^{15} \text{ Hz}$)

téra 10^{12} (mille milliards ; exemple : $1 \text{ THz} = 10^{12} \text{ Hz}$) giga 10^9 (un milliard ; exemple : $1 \text{ GHz} = 10^9 \text{ Hz}$) méga 10^6 (un million ; exemple : $1 \text{ MHz} = 10^6 \text{ Hz}$) kilo 10^3 (exemple : $1 \text{ km} = 1\,000 \text{ m}$)

hecto 10^2 (exemple : $1 \text{ hm} = 100 \text{ m}$) déca 10^1 (exemple : $1 \text{ dam} = 10 \text{ m}$) déci 10^{-1} (exemple : $1 \text{ dm} = 0,1 \text{ m}$) centi 10^{-2} (exemple : $1 \text{ cm} = 0,01 \text{ m}$) milli 10^{-3} (exemple : $1 \text{ mm} = 0,001 \text{ m}$)

micro 10^{-6} (un millionième ; exemple : $1 \mu\text{s} = 10^{-6} \text{ s}$) nano 10^{-9} (un milliardième ; exemple : $1 \text{ ns} = 10^{-9} \text{ s}$) pico 10^{-12}

femto 10^{-15} atto 10^{-18} zepto 10^{-21} yocto 10^{-24}

Les ingénieurs, les scientifiques et les mathématiciens ont pour usage d'utiliser des ordres de grandeur qui sont des puissances de 10 multiple de 3 (*nano, micro, milli, kilo, méga, giga...*)

Ordres de grandeurs de diverses quantités

Dans le tableau suivant, les quantités suivantes sont placées côte à côte dans une même ligne :

- la longueur et le temps approximatif utilisé par la lumière pour traverser cette longueur
- l'aire d'un carré et la longueur d'un côté
- le volume d'un cube et l'aire d'une de ses faces
- la masse de l'eau et son volume à 4 degrés Celsius ou 277,15 K

Temps (x 3)*	Longueu (m)	Aire (m ²)	Volume (m ³)	Masse (kg)	Energie (J)	Température (K)
(seconde)	(mètre)	(mètre carré)	(mètre cube)	(kilogramme)	(joule)	(kelvin)**
10 ⁻⁴⁴ s	10 ⁻³⁵ m					
	100 zm					
	1 am					
	10 am				1 peV	
10 ⁻²⁵ s	100 am					

						1 mK
					0,001 meV	
10^{-24} s	1 fm				0,01 meV	
					1 meV	10 K
10^{-23} s	10 fm				10 meV	100 K
					1 eV	10,000 K
10^{-22} s	100 fm	10^{-28} m ²			10 eV	100,000 K
				10^{-33} kg	1000 eV	
10^{-21} s	1 pm			10^{-32} kg	10^4 eV	
				10^{-30} kg	1 MeV	
10^{-20} s	10pm			10^{-29} kg	10 MeV	
				10^{-30} kg	1 MeV	
10^{-20} s	10pm			10^{-29} kg	10 MeV	
				10^{-27} kg	1 GeV	
10^{-19} s	100 pm	-20 2		10^{-26} kg	10 GeV	
				10^{-24} kg	1 TeV	
10^{-18} s	1 nm	-18 2		10^{-23} kg	10 TeV	
				10^{-21} kg	0,0001 J	
10^{-17} s	10 nm	-16 2		10^{-20} kg	0,001 J	
			10^{-21} m ³	10^{-18} kg	0,1 J	
10^{-16} s	100 nm	-14 2	10^{-20} m ³	10^{-17} kg	1 J	
			10^{-18} m ³	10^{-15} kg	100 J	
1 fs	1 µm	-12 2	10^{-17} m ³	10^{-14} kg	1000 J	
			10^{-15} m ³	10^{-12} kg	100000 J	
10 fs	10 µm	-10 2	10^{-14} m ³	10^{-11} kg	0,001 kWh	
			10^{-12} m ³	10^{-9} kg	0,1 kWh	
100 fs	100 µm	-8 2	10^{-11} m ³	10^{-8} kg	1 kWh	
			10^{-9} m ³	10^{-6} kg	100 kWh	
1 ps	1 mm	-6 2	10^{-8} m ³	10^{-5} kg	1000 kWh	
			1 ml	1 g	100000 kWh	
10 ps	1 cm	2	10 ml	10 g	1 GWh	
100 ps	10 cm	0,01 m ²	1 l	1 kg	100 GWh	

DOCUMENT DE TRAVAIL
MINEPDED

		0.1 m ²	101	10 kg	1000 GWh
			1001	100 kg	10000 GWh
1 ns	1 m	2	1 m ³	1 t	100000 GWh
			10 m ³	10 t	10 ⁶ GWh
10 ns	10 m	2	1,000 m ³	10 ⁶ kg	
			10,000 m ³	10 ⁷ kg	10 ⁸ GWh
100 ns	100 m	1 ha	10 ⁶ m ³	10 ⁹ kg	
			10 ⁷ m ³	10 ¹⁰ kg	
1 μs	1 km	2	1 km ³	10 ¹² kg	
			10 km ³	10 ¹³ kg	
10 μs	10 km	8 2		10 ¹⁵ kg	
			10 ¹² m ³	10 ¹⁶ kg	
100 μs	100 km	10 2		10 ¹⁸ kg	
			10 ¹⁵ m ³	10 ¹⁹ kg	
1 ms	1000 km	12 2		10 ²¹ kg	
			10 ¹⁸ m ³	10 ²² kg	
10 ms	10 ⁴ km	10 m			
			10 ²¹ m ³	10 ²⁴ kg	10 ²⁷ GWh
		10 ¹⁵ m ²			
100 ms	10 ⁵ km	16 2		10 ²⁷ kg	
			10 ²⁴ m ³		
1 s	10 ⁶ km	18 2			
			10 ²⁷ m ³	10 ³⁰ kg	10 ³³ GWh
		10 ¹⁹ m ²			
10 s	10 ⁷ km	20 2			
				10 ³³ kg	10 ³⁶ GWh
		10 m			
		10 ²¹ m ²			
100 s	1 UA			10 ³⁶ kg	10 ³⁹ GWh
1 h	10 UA			10 ³⁹ kg	10 ⁴² GWh

10 h	100 UA			10^{42} kg	10^{45} GWh
1 jour	1000 UA			10^{45} kg	10^{48} GWh
10 jours	10^4 UA			10^{48} kg	10^{51} GWh
1 an	1 AL			10^{51} kg	10^{54} GWh
10 ans	10 AL				
100 ans	100 AL				

DOCUMENT DE TRAVAIL
MINEPDED

1000 ans	1000 AL					
		10^{40} m^2				
10^4 ans	10^4 AL	10^{41} m^2				
10^5 ans	10^5 AL					
10^6 ans	10^6 AL					
10^7 ans	10^7 AL					
10^8 ans	10^8 AL					
10^9 ans	10^9 AL					
10^{10} ans	10^{10} AL					
10^{11} ans						
10^{12}						

* Chaque temps montré est lié à ce temps. Cependant, pour que la lumière traverse la distance correspondante, il faut 3 fois le temps montré.

** Ce sont les unités standards, mais la table utilise des unités variées, ce qui peut rendre la lecture plus difficile.

DOCUMENT DE TRAVAIL
MINEPDED

Unités utilisées dans la table

Cette table utilise des unités et des préfixes communément utilisés :

- Temps :
 - o femtoseconde (fs)
 - o picoseconde (ps)
 - o nanoseconde (ns)
 - o microseconde (μ s)
 - o milliseconde (ms)
 - o seconde (s)
 - o heure (h)
 - o jour (j)
 - o an (an)
- Longueur :
 - o attomètre (am)
 - o femtomètre (fm)
 - o picomètre (pm)
 - o nanomètre (nm)
 - o micromètre (μ m)
 - o millimètre (mm)
 - o centimètre (cm)
 - o mètre (m)
 - o kilomètre (km)
 - o unité astronomique (UA)
 - o année lumière (AL)
- Aire :
 - o mètre carré (m^2)
 - o hectare (ha)
 - o kilomètre carré (km^2)
- Masse :
 - o gramme (g)
 - o kilogramme (kg)
 - o tonne (t)
- Volume :
 - o millilitre (ml)
 - o litre (l)

DOCUMENT DE TRAVAIL
MINEPDED

- o mètre cube (m^3)
- Énergie :
 - o milliélectronvolt (meV),
 - o électronvolt (eV)
 - o mégaélectronvolt (MeV)
 - o gigaélectronvolt (GeV)
 - o téraélectronvolt (TeV)
 - o joule (J)
 - o kilowattheure kWh
 - o mégawattheure MWh
 - o gigawattheure GWh
- Température :
 - o nanokelvin (nK)
 - o microkelvin (μ K)
 - o millikelvin (mK)
 - o kelvin (K)

DOCUMENT DE TRAVAIL
MINEPDED

**ATOMIC WEIGHT, MELTING AND BOILING POINTS OF THE ELEMENTS OF
THE ELEMENTS**

No.	Atomic Weight	Name	Symbol	M.P. (°C)	B.P. (°C)	Density* (g/cm ³)	Earth crust (%)*	Discovery (Year)	Ionization energy (eV)
1	1.0079	Hydrogèn	H	-259	-253	0.09		1776	13.5984
2	4.0026	Hélium	He	-272	-269			1895	24.5874
3	6.941	Lithium	Li	180	1347	0.53		1817	5.3917
4	9.0122	Bérylliu	Be	1278	2970	1.85		1797	9.3227
5	10.811	Boron	B	2300	2550	2.34		1808	8.298
6	12.0107	Carbone	C	3500	4827	2.26	0.094	ancient	11.2603
7	14.0067	Nitrogène	N	-210	-196	1.25		1772	14.5341
8	15.9994	Oxygène	O	-218	-183	1.43	46.71	1774	13.6181
9	18.9984	Fluorine	F	-220	-188	1.7	0.029	1886	17.4228
10	20.1797	Néon	Ne	-249	-246			1898	21.5645
11	22.9897	Sodium	Na	98	883	0.97	2.75	1807	5.1391
12	24.305	Magnésium	Mg	639	1090	1.74	2.08	1755	7.6462
13	26.9815	Aluminium	Al	660	2467	2.7	8.07	1825	5.9858
14	28.0855	Silice	Si	1410	2355	2.33	27.69	1824	8.1517
15	30.9738	Phosphore	P	44	280	1.82	0.13	1669	10.4867
16	32.065	Soufre	S	113	445	2.07	0.052	ancient	10.36
17	35.453	Chlore	Cl	-101	-35	3.21	0.045	1774	12.9676
18	39.948	Argon	Ar	-189	-186			1894	15.7596
19	39.0983	Potassium	K	64	774	0.86	2.58	1807	4.3407
20	40.078	Calcium	Ca	839	1484	1.55	3.65	1808	6.1132
21	44.9559	Scandium	Sc	1539	2832	2.99		1879	6.5615
22	47.867	Titane	Ti	1660	3287	4.54	0.62	1791	6.8281
23	50.9415	Vanadium	V	1890	3380	6.11		1830	6.7462
24	51.9961	Chrome	Cr	1857	2672	7.19	0.035	1797	6.7665
25	54.938	Manganèse	Mn	1245	1962	7.43	0.09	1774	7.434
26	55.845	Fer	Fe	1535	2750	7.87	5.05	ancien	7.9024
27	58.9332	Cobalt	Co	1495	2870	8.9		1735	7.881
28	58.6934	Nickel	Ni	1453	2732	8.9	0.019	1751	7.6398
29	63.546	Cuivre	Cu	1083	2567	8.96		ancien	7.7264
30	65.39	Zinc	Zn	420	907	7.13		ancien	9.3942
31	69.723	Gallium	Ga	30	2403	5.91		1875	5.9993
32	72.64	Germanium	Ge	937	2830	5.32		1886	7.8994
33	74.9216	Arsenic	As	81	613	5.72		ancien	9.7886
34	78.96	Sélénium	Se	217	685	4.79		1817	9.7524
35	79.904	Brome	Br	-7	59	3.12		1826	11.8138
36	83.8	Krypton	Kr	-157	-153			1898	13.9996
37	85.4678	Rubidium	Rb	39	688	1.63		1861	4.1771

38	87.62	Strontium	Sr	769	1384	2.54		1790	5.6949
39	88.9059	Yttrium	Y	1523	3337	4.47		1794	6.2173
40	91.224	Zirconiu	Zr	1852	4377	6.51	0.025	1789	6.6339
41	92.9064	Niobium	Nb	2468	4927	8.57		1801	6.7589
42	95.94	Molybdè	Mo	2617	4612	10.22		1781	7.0924
43	98	Technétiu	Tc	2200	4877	11.5		1937	7.28
44	101.07	Ruthéniu	Ru	2250	3900	12.37		1844	7.3605
45	102.905	Rhodium	Rh	1966	3727	12.41		1803	7.4589
46	106.42	Palladiu	Pd	1552	2927	12.02		1803	8.3369
47	107.868	Argent	Ag	962	2212	10.5		ancien	7.5762

48	112.41	Cadmium	Cd	321	765	8.65		1817	8.9938
49	114.81	Indium	In	157	2000	7.31		1863	5.7864
50	118.71	Tin	Sn	232	2270	7.31		ancien	7.3439
51	121.76	Antimoine	Sb	630	1750	6.68		ancien	8.6084
52	127.6	Tellurien	Te	449	990	6.24		1783	9.0096
53	126.90	Iode	I	114	184	4.93		1811	10.451
54	131.29	Xénon	Xe	-112	-108			1898	12.129
55	132.90	Césium	Cs	2	678	1.87		1860	3.8939
56	137.32	Baryum	Ba	725	1140	3.59	0.05	1808	5.2117
57	138.90	Lanthane	La	920	3469	6.15		1839	5.5769
58	140.11	Cérium	Ce	795	3257	6.77		1803	5.5387
59	140.90	Praséodym	Pr	935	3127	6.77		1885	5.473
60	144.24	Neodymiu	Nd	101	3127	7.01		1885	5.525
61	145	Prométhiu	Pm	110	3000	7.3		1945	5.582
62	150.36	Samarium	Sm	107	1900	7.52		1879	5.6437
63	151.96	Europium	Eu	822	1597	5.24		1901	5.6704
64	157.25	Gadolinu	Gd	131	3233	7.9		1880	6.1501
65	158.92	Terbium	Tb	136	3041	8.23		1843	5.8638
66	162.5	Dysprosiu	Dy	141	2562	8.55		1886	5.9389
67	164.93	Holmium	Ho	147	2720	8.8		1867	6.0215
68	167.25	Erbium	Er	152	2510	9.07		1842	6.1077
69	168.93	Thulium	Tm	154	1727	9.32		1879	6.1843
70	173.04	Ytterbium	Yb	824	1466	6.9		1878	6.2542
71	174.96	Lutétiu	Lu	165	3315	9.84		1907	5.4259
72	178.49	Hafnium	Hf	215	5400	13.31		1923	6.8251
73	180.94	Tantale	Ta	299	5425	16.65		1802	7.5496
74	183.84	Tungstène	W	341	5660	19.35		1783	7.864
75	186.20	Rhénium	Re	318	5627	21.04		1925	7.8335
76	190.23	Osmium	Os	304	5027	22.6		1803	8.4382
77	192.21	Iridium	Ir	241	4527	22.4		1803	8.967
78	195.07	Platine	Pt	177	3827	21.45		1735	8.9587
79	196.96	Or	Au	106	2807	19.32		ancien	9.2255
80	200.59	Mercure	Hg	-39	357	13.55		ancien	10.437
81	204.38	Thallium	Tl	303	1457	11.85		1861	6.1082
82	207.2	Plomb	Pb	327	1740	11.35		ancien	7.4167

83	208.98	Bismuth	Bi	271	1560	9.75	ancien	7.2856
84	209	Polonium	Po	254	962	9.3	1898	8.417
85	210	Astate	At	302	337		1940	9.3
86	222	Radon	Rn	-71	-62		1900	10.748
87	223	Francium	Fr	2	677		1939	4.0727
88	226	Radium	Ra	700	1737	5.5	1898	5.2784
89	227	Actinium	Ac	105	3200	10.07	1899	5.17
90	232.03	Thorium	Th	175	4790	11.72	1829	6.3067
91	231.03	Protactiniu	Pa	156		15.4	1913	5.89
92	238.02	Uranium	U	113	3818	18.95	1789	6.1941
93	237	Neptunium	Np	640	3902	20.2	1940	6.2657
94	244	Plutonium	Pu	640	3235	19.84	1940	6.0262
95	243	Américiu	Am	994	2607	13.67	1944	5.9738
96	247	Curium	Cm	134		13.5	1944	5.9915
97	247	Berkélium	Bk	986		14.78	1949	6.1979
98	251	Californiu	Cf	900		15.1	1950	6.2817
99	252	Einsteinu	Es	860			1952	6.42
10	257	Fermium	Fm	152			1952	6.5
10	258	Mendélévi	Md				1955	6.58

DOCUMENT DE TRAVAIL
MINEPDED

DOCUMENT DE TRAVAIL
MINEPDED

DOCUMENT DE TRAVAIL
MINEPDED