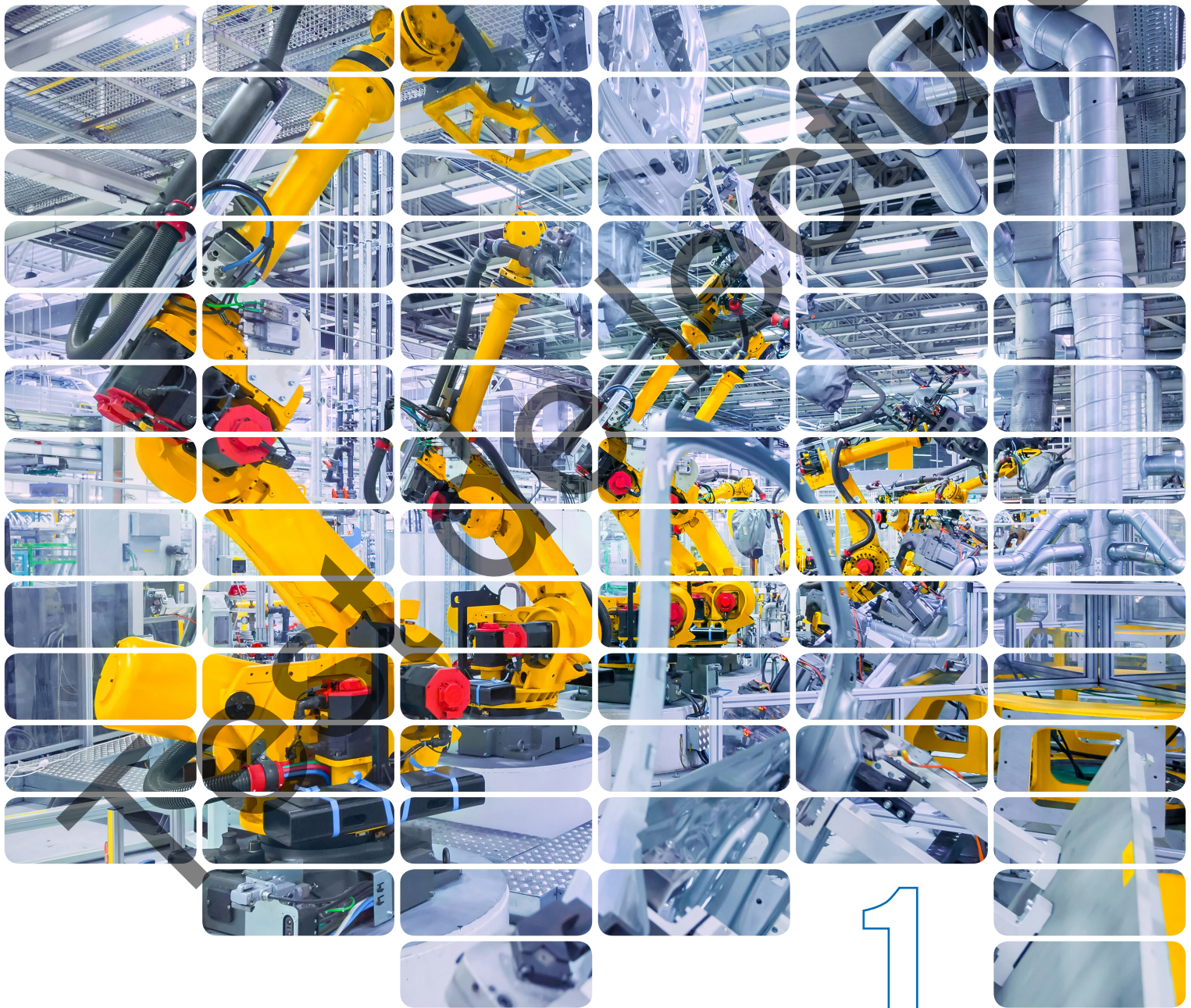


TopAutomation

Techniques des matériaux et de dessin pour
les automaticiennes et automaticiens, les monteuses-automaticiennes et monteurs-automaticiens



Pour des propositions d'amélioration, corrections ou remarques:
<https://www.swissmem-berufsbildung.ch/feedback-tool>

Editeur: Editions Swissmem

Intitulé: «TopAutomation» Volume 1
Unités de formation pour les automaticiennes et automaticiens,
monteuses-automaticiennes et monteurs-automaticiens

Direction du projet Michael Kummer, Swissmem Formation professionnelle

Maquette et
conception graphique Bruno Burger, Swissmem Formation professionnelle

Auteurs Daniel Füglistaler
Ernst Landolt
Stephan Mäder

Version: 3^e édition 2020
Copyright © by Editions Swissmem, Zürich et Winterthur

Impression: Imprimé en Suisse

ISBN: 978-3-03866-320-1

Commandes: Swissmem Formation professionnelle
Brühlbergstrasse 4
CH-8400 Winterthur
Téléphone +41 52 260 55 55
Téléfax +41 52 260 55 59
vertrieb.berufsbildung@swissmem.ch
www.swissmem-berufsbildung.ch

Droits d'auteur: Tous droits réservés. Cet ouvrage et ses différentes parties sont protégés par des droits d'auteur. Toute utilisation autre que celles prévues par la loi doit faire l'objet d'une autorisation écrite de la part de l'éditeur.

Nous adressons nos remerciements pour l'aimable soutien technique et graphique à
Sigpack Systems AG, 8222 Beringen

Dans l'industrie des machines, des équipements électriques et des métaux (industrie MEM), les installations de production destinées à une clientèle internationale sont développées et fabriquées sur la base d'un cahier des charges. Ce travail requiert des connaissances approfondies de la construction d'installations dans sa globalité. Le guide méthodique **TopAutomation** dispense aussi bien les bases techniques que les aspects écologiques et de sécurité.

Ce guide méthodique couvre la partie scolaire de la profession d'automaticien-ne CFC de quatre ans dans sa totalité. Il est, comme cela a été souhaité, conçu sur la base du catalogue des compétences-ressources (CoRe; début d'apprentissage 2016) de la profession d'automaticien-ne CFC. La numérotation des chapitres correspond au CoRe. Les contenus comportent aussi bien les parties théoriques que des exemples pratiques.

Pour faciliter la recherche des thèmes, ce guide méthodique comporte, outre la table des matières, un répertoire de mots-clés. Ce guide méthodique est complété à la fin par une description plus détaillée du CoRe.

Certains contenus peuvent également être utilisés pour la profession de monteur/automaticien/monteuse-automaticienne CFC de trois ans.

Nous vous remercions d'avoir opté pour ce guide méthodique axé sur la pratique pour l'enseignement professionnel et vous souhaitons beaucoup de plaisir et de réussite.

Test de lecture

Test de lecture

1.1 Connaissances de base des matériaux	7
1.1.1 Classification des matériaux	7
1.1.2 Constituants de la matière	12
1.1.3 Propriétés des matériaux	17
1.1.4 Désignations des matériaux	24
1.1.5 Electrochimie	29
1.2 Types de matériaux	31
1.2.1 Matériaux électriques	31
1.2.2 Matériaux isolants électriques	47
1.2.3 Matières plastiques et matériaux composites	55
1.3 Traitement des matériaux	65
1.3.1 Protection contre la corrosion	65
1.3.2 Ecologie	69
1.4 Bases du dessin	77
1.4.1 Types de dessins, importance des normes	77
1.4.2 Dessins et nomenclatures	84
1.4.3 Formats, échelles, traits, écriture	87
1.4.4 Types de représentation	93
1.4.5 Inscription des cotes	99
1.4.6 Dessins d'atelier simplifiés	108
1.5 Pièces normalisées	121
1.5.1 Désignations, abréviations	121
1.6 Enseignement individuel Techniques matériaux et dessin	127
1.6.1 Thème supplémentaire Matériaux de construction	127
Index des mots-clés	139
Catalogue compétences-ressources	141

Test de lecture

1.1.1 Classification des matériaux

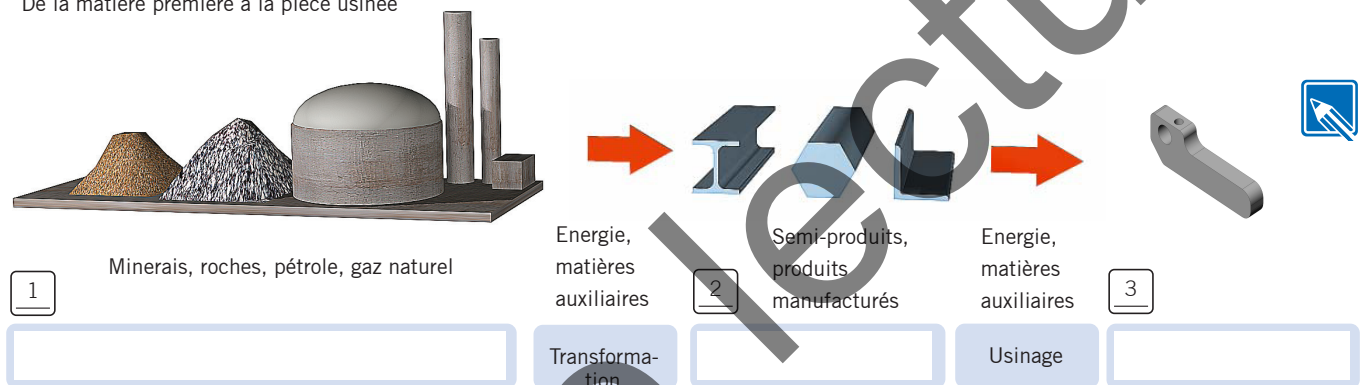
Matériaux

Depuis toujours, l'homme a su exploiter et utiliser les matières présentes dans la nature en raison de leurs propriétés, aujourd'hui devenues des matériaux. C'est avec le temps que l'homme est parvenu à transformer les ressources naturelles de la planète en matériaux pour finalement en faire des pièces. Pour qu'une matière (matière première) puisse être transformée en matériau, elle doit présenter une combinaison favorable de différentes propriétés. Pour fabriquer des matériaux, on utilise toujours des matières premières (1) comme ressource. Celles-ci sont principalement extraites des gisements de l'écorce terrestre, par exemple les minerais de fer pour en extraire les oxydes de fer (magnétite ou hématite) ou le pétrole requis pour la fabrication des plastiques. Les matériaux (2), sont obtenus par une transformation chimique des matières premières. Ces derniers sont souvent fabriqués et proposés dans le commerce sous la forme de semi-produits et produits.



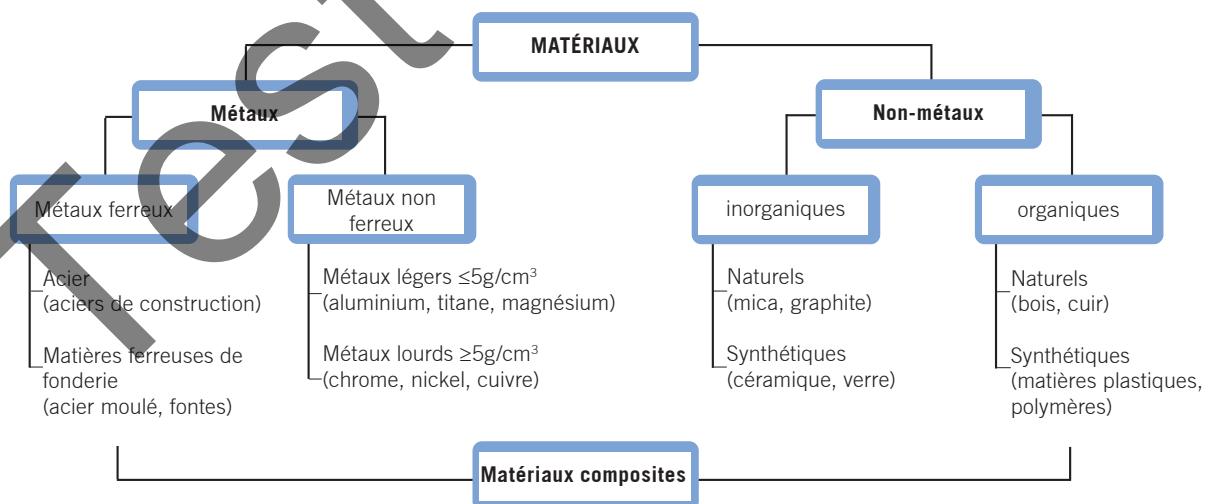
Une matière est utilisée comme matériau lorsqu'elle possède des propriétés techniquement exploitables.

De la matière première à la pièce usinée



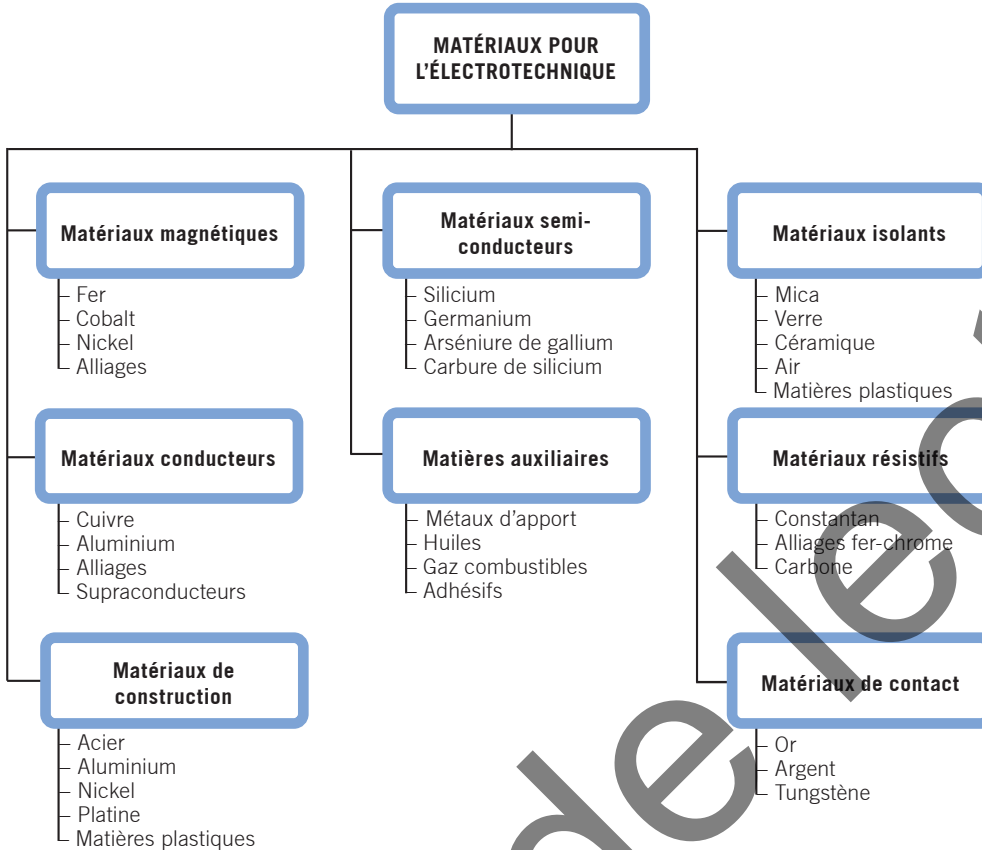
Classification des matériaux

Habituellement, les matériaux sont subdivisés en trois groupes. Dans cette première vue d'ensemble, les matériaux sont classés sur la base de leurs caractéristiques économiques, physiques et chimiques.



Matériaux pour l'électrotechnique

En classifiant les matériaux d'après leur fonction, on obtient la structure suivante. On s'aperçoit alors que dans ce type de classification, un même matériau apparaît à plusieurs endroits (p.ex. les matières plastiques que l'on trouve sous les matériaux de construction et les matériaux isolants).



Matériaux magnétiques

Ces matériaux conduisent particulièrement bien les champs magnétiques. Ils s'aimantent facilement et certains d'entre eux sont utilisés comme aimant permanent. Dans ce groupe de métaux ferromagnétiques on trouve le fer, le nickel et le cobalt.

Matériaux conducteurs

La conductivité électrique est la principale qualité de ces métaux. Le cuivre et l'aluminium sont utilisés pour transporter l'énergie électrique du producteur au consommateur.

Matériaux de construction

Ces matériaux sont utilisés pour la fabrication d'éléments de construction et composants comme les châssis, mâts d'antenne et carters. Ils transmettent avant tout des forces mécaniques et remplissent un rôle de protection. Les principaux matériaux utilisés sont l'acier, les matières plastiques et les alliages métalliques.

Matériaux semi-conducteurs

Il s'agit de matériaux dont la conductivité électrique peut être influencée. Le silicium et le germanium sont deux représentants importants de ce groupe.

Matières auxiliaires

Elles sont utilisées pour l'extraction, la fabrication et l'usage de matériaux et de pièces. Les métaux d'apport et les décupants, les lubrifiants et les adhésifs appartiennent à ce groupe.

Matériaux isolants

Ces matériaux ou matières empêchent le passage du courant électrique. Il s'agit de matières non conductrices comme la porcelaine, l'air ou les huiles isolantes.

Matériaux résistifs

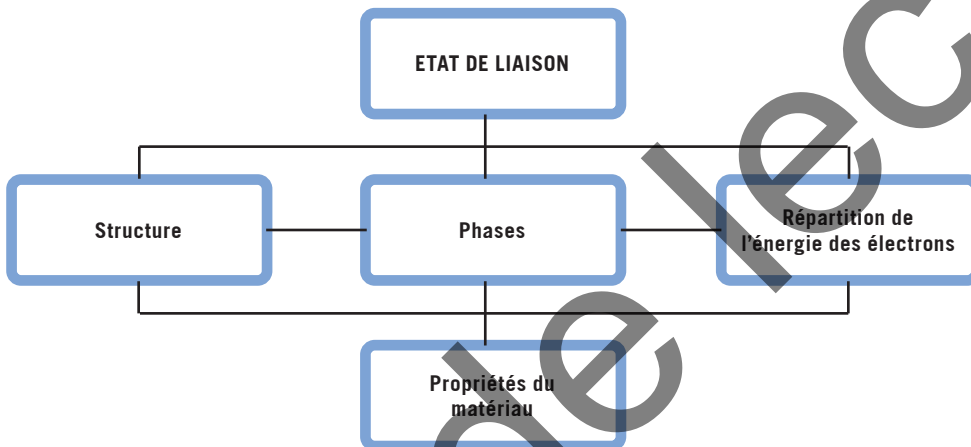
Ces matériaux limitent de manière ciblée le passage du courant électrique. On les trouve sous forme de composants, mais également comme corps de chauffe et capteurs. Le constantan, un alliage composé de cuivre et de nickel, fait partie des matériaux résistifs les plus connus.

Matériaux de contact

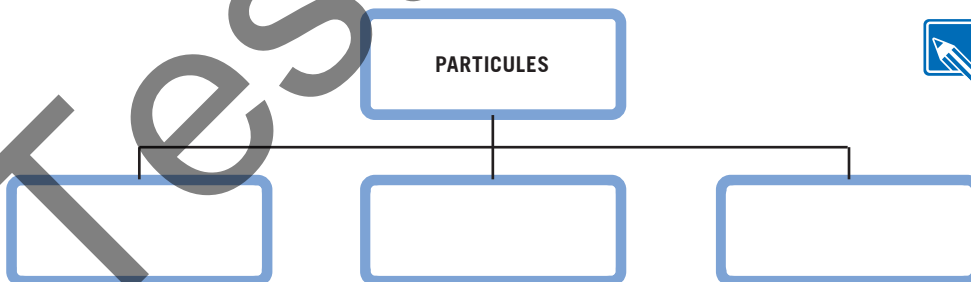
Ils servent de point de contact aux raccordements électriques, conduisent l'électricité et doivent résister à l'érosion par l'arc électrique. L'or, l'argent et le tungstène sont les représentants de ce groupe.

Propriétés des matériaux

L'aptitude d'un matériau pour une application pratique dépend de sa composition chimique ainsi que de la manière dont les atomes se lient. La structure des matières est définie par leur composition interne. Lorsqu'un matériau se solidifie, les parties homogènes possédant des propriétés distinctes cristallisent dans leur structure de réseau. Par conséquent, les propriétés d'un matériau dépendent de la structure du réseau. Ces parties homogènes sont appelées phases. Les électrons jouent un rôle essentiel dans la liaison entre les atomes. Ils servent de colle et confèrent la résistance mécanique aux matériaux.



Tous les matériaux que nous connaissons se composent de minuscules particules dont les atomes, les ions et les molécules. Ces particules ne sont visibles qu'au microscope à balayage cristallographique. Pour expliquer les faits observés, on travaille avec des modèles. Un modèle est une représentation simplifiée de la réalité qui permet d'expliquer tous les phénomènes connus.

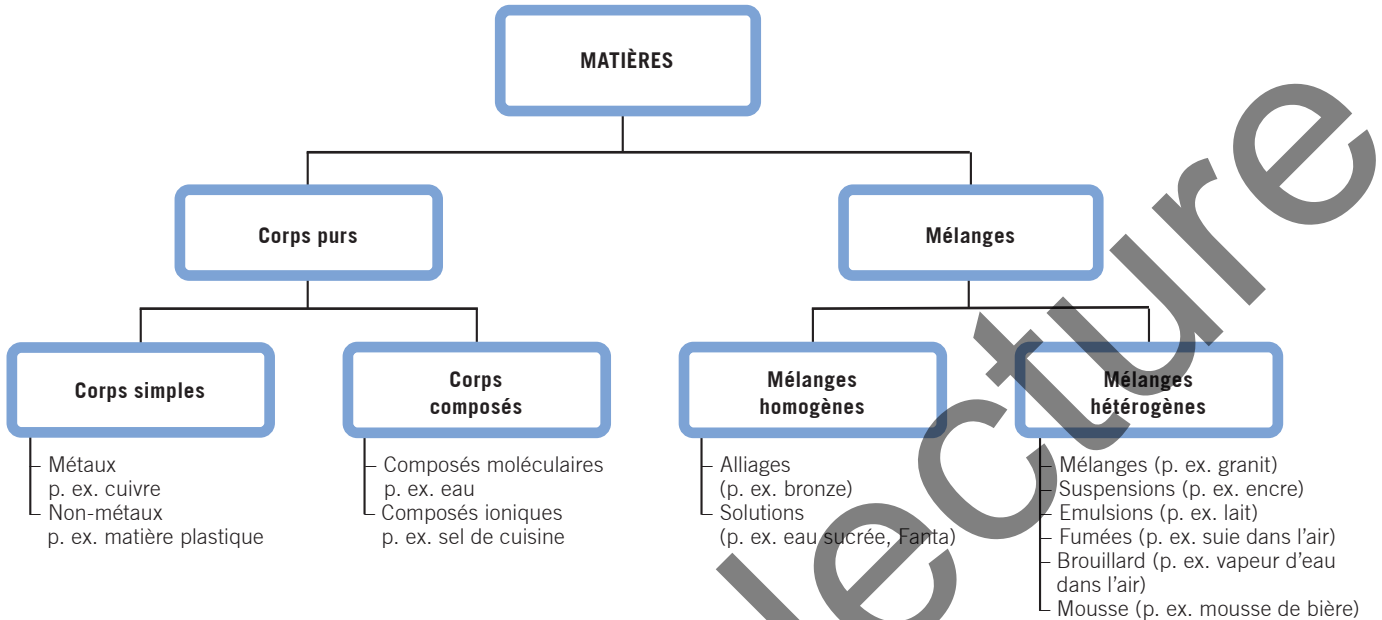


Les affirmations ou simplifications suivantes s'appliquent aux modèles de particules:



Matières

Le chimiste appelle matière la substance (éléments et particules) qui constitue un corps. Chaque matière a ses propriétés spécifiques qui la caractérisent. Les matières se composent de particules.



Corps purs et mélanges

Un corps pur n'est constitué que d'une seule substance. Si en plus cette substance ne se compose que d'un type d'atomes, on parle de corps pur simple ou d'élément.

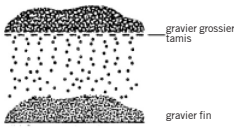
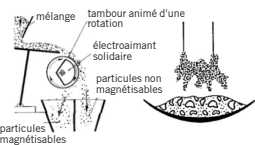
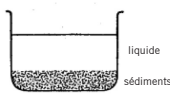
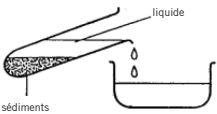
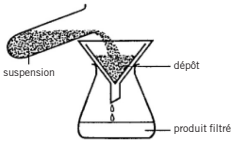
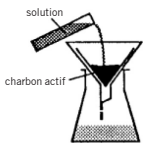

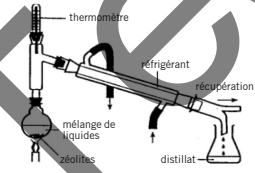
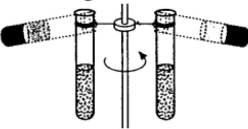
Les liaisons chimiques comportent au moins deux particules liées entre elles. Il peut s'agir d'ions ou d'atomes.

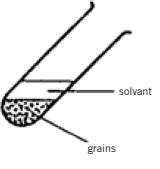
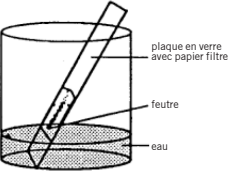
Dans une liaison moléculaire ou covalente, les atomes partagent un électron chacun. Dans une liaison ionique, l'électron de liaison excédentaire migre d'un atome à un autre. Ce type de liaison est à l'origine de la cristallisation des sels. Les composés moléculaires et ioniques sont des corps purs que seuls des procédés chimiques permettent de décomposer.

Mélanges homogènes et hétérogènes

Les mélanges se composent de deux ou trois corps différents généralement obtenus par transformation physique. Si les différents composants ne peuvent plus être distingués à l'œil nu ou au microscope, on parle de mélanges homogènes, sinon de mélanges hétérogènes. S'agissant de mélanges obtenus par transformation physique, il est possible de séparer les constituants d'un mélange pour obtenir des corps purs. On utilise à cet effet des méthodes de séparation comme la sédimentation, la décantation, la filtration ou le tamisage. Chaque procédé fait appel à une propriété physique caractéristique que l'on utilise en fonction de la matière à décomposer.

Méthodes de séparation physique

Croquis	Prop. phys.	Méthode	Exemple
	Grosueur du grain	Tamisage Des mélanges de corps solides granuleux peuvent être séparés à l'aide d'un tamis à cause de la taille variable de leur grain.	Gravier, sable, farine
	Ferromagnétisme des particules	Séparation magnétique A l'aide d'un aimant, les particules magnétiques sont séparées des particules non magnétiques.	Séparation de boîtes en fer-blanc des déchets
	Masse volumique des particules	Sédimentation Plongé dans un liquide, un corps solide se dépose au fond en raison de sa masse volumique. Il se sédimente.	Nettoyage de l'eau dans les stations d'épuration (STEP)
	Masse volumique des particules	Décantation Après la sédimentation du corps solide, on sépare le liquide du solide.	Vin
	Taille des particules	Filtration On fait passer le mélange à travers un filtre à pores fins. Les particules dont la grosseur est supérieure au filtre restent dans le filtre.	Café ou thé
	Taille des particules	Adsorption Le procédé par adsorption consiste à fixer un corps à la surface d'un autre corps (p.ex. filtre à charbon actif). Ce procédé permet de séparer des substances possédant des propriétés d'adsorption différentes.	Purification de l'eau
	Point d'ébullition	Evaporation En portant à ébullition, le solvant s'évapore, le corps solide reste.	Caramélisation d'amandes
	Point d'ébullition et de fusion	Distillation Sous l'action de la chaleur, les constituants d'un mélange de liquides vont se vaporiser au fur et à mesure que leur température d'ébullition est atteinte. On récupère alors les produits purs en condensant les fractions par refroidissement. Cette technique est basée sur la différence de point d'ébullition.	Alcool fort, eau-de-vie
	Masse volumique des particules	Centrifugation Le mélange est mis en rotation à une vitesse élevée. Sous l'effet de la force centrifuge, les constituants d'une masse volumique élevée sont poussés vers l'extérieur.	Essorage du linge

	Solubilité des particules	Extraction Un mélange est plongé dans un solvant ou aspergé de solvant. Les constituants solubles du mélange se dissolvent dans le solvant, les non solubles restent. (Absorption = se dissoudre)	Café, les arômes des grains de café se dissolvent dans l'eau
	Solubilité et masse volumique des particules	Chromatographie La chromatographie (séparation par adhésion) permet de séparer les portions intimes d'un mélange. Les constituants du mélange migrent à des vitesses différentes et sont séparés	Analyse de l'encre

Séparez, à l'aide des méthodes de séparation physiques, les constituants d'une soupe. Décrivez les différentes étapes en mentionnant les produits de départ et les produits obtenus.



1.1.2 Constituants de la matière

L'atome représente la plus petite partie d'un élément et est constitué d'un noyau atomique autour duquel il y a un nuage d'électrons. Il ne se laisse plus diviser par des procédés chimiques. Les éléments sont des corps chimiques purs composés d'une seule sorte d'atomes.

Les ions sont des particules chargées électriquement. Lorsque les atomes libèrent des électrons ou récupèrent des électrons, ils se transforment en ions. Les ions positifs sont appelés cations, les ions négatifs anions.

Les particules constituées de deux atomes ou plus sont appelées molécules. Les atomes sont liés entre eux par des forces électriques. Ils représentent le plus petit fragment reflétant les caractéristiques d'un élément. Contrairement aux atomes, les molécules peuvent être décomposées en leurs atomes constitutifs.

Les molécules peuvent être de taille très différente. On fait la distinction entre petite molécule (H_2O), molécule à plusieurs atomes (CH_4) et macromolécule (C_2H_4). Dans le dernier groupe, on trouve principalement les matières plastiques. Celles-ci se composent de dizaines de milliers d'atomes.

Structure atomique

Les atomes se composent de trois particules, les protons, les neutrons et les électrons.

Le noyau atomique se trouve au cœur de l'atome et porte une charge positive. Cette charge lui est conférée par les protons. Outre les protons positifs, le noyau abrite également des neutrons, particules dépourvues de charge électrique. Leur rôle est d'empêcher les protons de se repousser mutuellement. Si un noyau se désintègre, il y a émission d'un rayonnement appelé communément fission nucléaire ou radioactivité.

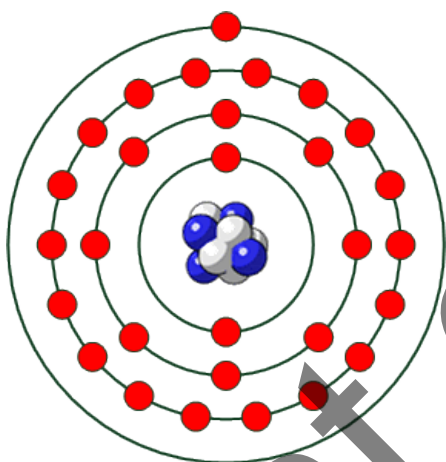
Les protons et les neutrons représentent la quasi-totalité de la masse de l'atome. A partir du nombre de protons et de neutrons, on peut facilement déterminer le nombre de masse de l'atome. Le nombre de protons est égal au numéro atomique. Ce numéro représente une grandeur importante dans le système périodique des éléments.

Les protons et les neutrons forment ensemble le noyau de l'atome et le nombre de protons détermine le nombre atomique dans le TPE.

Le nuage d'électrons est disposé symétriquement autour du noyau. Il est porteur d'une charge négative. Les particules élémentaires, c'est-à-dire les électrons chargés négativement, sont responsables de la conduction du courant électrique qui est à la base de l'électricité. La masse des électrons est très faible et ne représente qu'un 1836^e de la masse du proton. Grâce à leur faible masse, les électrons se laissent plus facilement déplacer.

Les électrons eux-mêmes sont disposés dans différents niveaux d'énergie et se déplacent à une vitesse élevée. Ces niveaux d'énergie sont également appelés orbites ou couches électroniques. Les électrons de la couche la plus à l'extérieur sont appelés électrons de valence. Ils peuvent, dans certaines conditions, quitter l'atome et s'accrocher à un autre. Ce principe est basé sur la théorie des liaisons chimiques et sera expliqué plus tard.

Modèle atomique de Bohr Cuivre (Cu)



Notez le nombre de neutrons, protons et électrons de l'élément chrome!



Structure du tableau périodique

La structure de l'atome définit la position d'un élément dans le système périodique. Dans ce système, tous les éléments connus sont classés selon leurs propriétés chimiques. A ce jour, le tableau périodique des éléments (TPE) dénombre 118 sortes d'atomes. Chaque élément ou sorte d'atomes est caractérisé par le nombre de protons dans le noyau. Ils sont disposés dans le TPE selon les critères suivants:

- Le nombre d'électrons dans la couche de valence (la couche périphérique) détermine le nombre quantique principal. Les éléments avec le même nombre d'électrons de valence possèdent des propriétés chimiques similaires. Le nombre quantique principal est indiqué en chiffres romains de I à VIII.
- Dans un groupe (colonne verticale), l'électronégativité et le caractère non métallique diminuent de haut en bas alors que le numéro atomique croît. Le rayon atomique et le caractère métallique augmentent.
- Le nombre de couches électroniques indique le nombre périodique. Le nuage électronique est subdivisé en maximum 7 couches électroniques = périodes. Les éléments appartenant à la même période possèdent donc le même nombre de couches. Ces couches sont désignées par un nombre de 1 à 7, appelé nombre quantique.
- Dans une période (rangée horizontale), le rayon et le caractère métallique des atomes diminuent de gauche à droite à mesure que le numéro atomique croît. L'électronégativité et le caractère non métallique augmentent.

Groupes principaux

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1	H							He
2	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
3	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
4	K	Ca	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	Rb	Sr	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	Fr	Ra						



Etant impossible de classer tous les éléments dans cette matrice, les éléments restants sont récapitulés dans trois autres groupes: les sous-groupes, les lanthanides et les actinides.

Il en résulte le TPE complet. La position des éléments dans le tableau périodique permet de déterminer la structure des atomes et leurs propriétés chimiques. Les éléments du groupe principal I constituent la série des métaux alcalins. Les éléments du groupe principal VII sont les halogènes, et les gaz rares sont classés dans le groupe principal VIII.

Electrons de valence

Les électrons situés sur la couche périphérique du nuage électronique de l'atome étant déterminants pour le comportement chimique de l'atome, on les appelle électrons de valence. Ils déterminent avec quels autres éléments ils se combinent ou non. Ils constituent les porteurs de charge si l'on considère la conductivité électrique et thermique des matières et peuvent se coupler en paires de Cooper pour générer un état supraconducteur.

L'électronégativité exprime en un nombre la capacité d'un noyau atomique à capturer et à retenir ses électrons de valence. L'électronégativité dépend du rayon atomique et du nombre de protons. Plus le rayon atomique est faible et le nombre de protons élevé, plus la valeur EN est élevée. Une forte électronégativité signifie par conséquent un fort pouvoir d'attraction et une faible tendance des électrons de valence à engager une liaison avec d'autres atomes.

Règle de l'octet

D'une part, les électrons de valence sont actifs "chimiquement" parce qu'ils possèdent le niveau énergétique le plus élevé. D'autre part, les atomes cherchent à atteindre un état stable avec une énergie particulièrement faible. Les atomes tendent à avoir leur dernière couche saturée (pleine), ce qui leur donne la structure électronique d'un gaz rare (groupe principal VIII). Tous les autres éléments atteignent un état similaire à celui du gaz rare en vidant leur couche extérieure (en cédant des électrons) ou en complétant leur couche de valence avec des électrons externes (en acquérant des électrons). Cette tendance à avoir des couches saturées est appelée règle de l'octet (octet=8).

Types de liaison

L'origine de la formation des liaisons chimiques se trouve dans la répartition des électrons dans l'atome. Les produits issus de la réaction se différencient des matières de base par leur niveau d'énergie et leur état d'ordre. Il existe 3 types de liaison:

- Liaison métallique
- Liaison ionique
- Liaison covalente

Liaison métallique

Les métaux possèdent peu d'électrons sur leur couche de valence, ils sont facilement délocalisables. Lorsque les atomes métalliques cèdent leurs électrons de valence, ces électrons négatifs libres forment le nuage d'électrons. En raison de la différence de potentiel, des forces d'attraction entre les ions positifs (+) et le nuage d'électrons (-) et des forces de répulsion entre les différents ions apparaissent. Il en résulte une structure régulière, une structure en réseau.

Liaison ionique

Pour atteindre par une réaction chimique l'état d'un gaz rare dans la couche externe, les métaux se comportent inversement aux non-métaux. Lors de réactions entre métaux et non-métaux, les métaux cèdent les électrons périphériques, alors que les non-métaux les reçoivent. La structure ainsi obtenue est régulière comme chez les métaux, les cristaux ainsi formés sont durs, des cristaux de sel. En dissolvant ces sels dans un liquide, p. ex. de l'eau, la liaison ionique se rompt et les ions sont dissociés en cations et en anions. Ces solutions sont appelées électrolyte car elles conduisent le courant électrique.

Liaison covalente

Les non-métaux établissent entre eux des liaisons covalentes, c'est-à-dire qu'aucun des partenaires ne cède des électrons de valence ou capture des électrons supplémentaires, chacun des atomes liés met en commun un électron. Les électrons de liaison se déplacent sur les couches externes des deux atomes. Contrairement aux deux autres types de liaison, les liaisons covalentes conduisent à des liaisons fort différentes dont les plus connues sont l'eau H₂O, l'oxygène O₂ et le silicium ainsi que les cristaux de glace.

Structure amorphe (illustration 1)

En particulier les matières avec une masse moléculaire élevée, mais également les gaz, n'ont pas de structure ordonnée. Les molécules de telles matières se trouvent dans un état totalement désorganisé.

Structure cristalline (illustration 2)

Elle dépend de la manière dont se lient les atomes et la molécule. Ces liaisons génèrent des forces qui maintiennent ensemble les matières. Ces forces reposent le plus souvent sur une attraction électrostatique, on les appelle également forces de cohésion. La structure ordonnée des métaux et des sels est désignée comme cristalline.

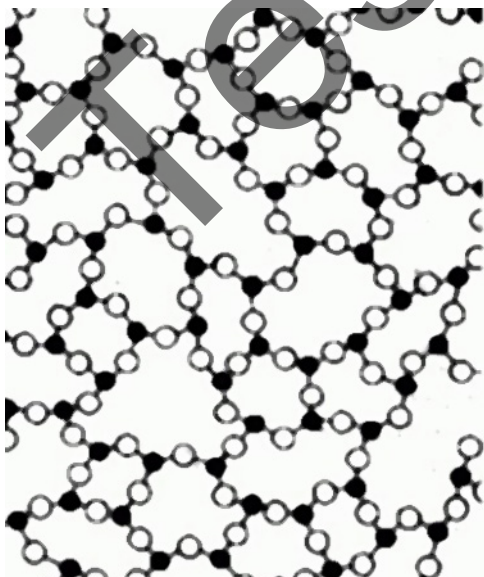


Illustration 1

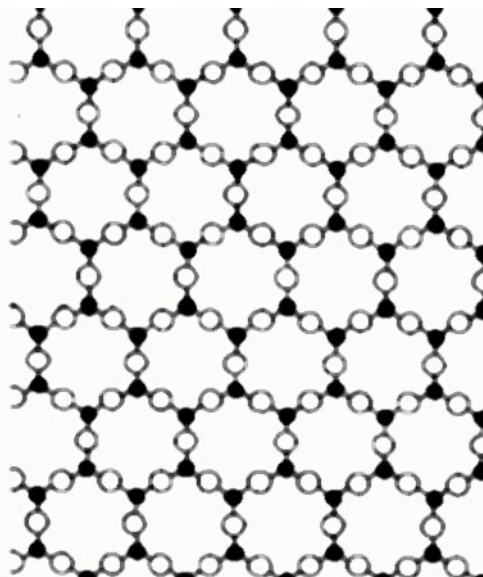


Illustration 2

Le genre de liaison est déterminant pour le comportement réactionnel et les propriétés physiques des matières.



1.1.3 Propriétés des matériaux

Propriétés des matériaux

Les propriétés spécifiques désignent un matériau et fixent ses possibilités d'utilisation et d'application. Par conséquent, il est indispensable de bien connaître les propriétés des matériaux. Celles-ci dépendent de la structure interne. La structure interne peut être modifiée ou influencée par le procédé de fabrication et la mise en œuvre.

Chaque matériau possède son propre profil auquel sont associées certaines propriétés:

- Les propriétés physiques décrivent l'état ou la modification d'état d'un matériau. Ces propriétés sont déterminées par la mesure et l'expérimentation. On peut les déterminer sans modifier le matériau.
- Les propriétés électriques décrivent le comportement des matériaux soumis à un courant électrique et dans des champs électriques et magnétiques.
- Les propriétés chimiques décrivent la réactivité des matériaux avec les matières et l'environnement où ils sont situés.
- Les propriétés mécaniques décrivent le comportement des matériaux soumis à des contraintes mécaniques ou des moments.
- Les propriétés technologiques renseignent sur l'aptitude d'un matériau pour un procédé de fabrication et indiquent les conditions à respecter lors de l'usinage ou de la mise en forme des matériaux.
- Les propriétés environnementales mettent en évidence l'effet des matériaux sur l'environnement, notamment sur la nature, l'homme et les animaux.

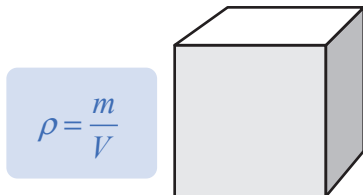
Physiques	Electriques	Chimiques	Mécaniques	Technologiques	Ecologiques
<ul style="list-style-type: none"> - Masse volumique - Conductivité thermique - Point de fusion - Point d'ébullition 	<ul style="list-style-type: none"> - Conductivité électrique - Rigidité diélectrique 	<ul style="list-style-type: none"> - Résistance à la corrosion - Inflammabilité 	<ul style="list-style-type: none"> - Dureté - Résistance - Ténacité - Fragilité 	<ul style="list-style-type: none"> - Coulabilité - Soudabilité - Façonnabilité - Usinabilité - Formabilité à froid et à chaud 	<ul style="list-style-type: none"> - Radioactivité - Toxicité - Recyclabilité

Propriétés physiques

Les propriétés physiques décrivent les caractéristiques du matériau, indépendamment de sa forme. Elles sont exprimées par des constantes propres. Celles-ci doivent être recherchées dans des ouvrages de référence correspondants. Les valeurs numériques utilisées dans ce guide méthodique se réfèrent à l'ouvrage Tabellenbuch Mechanik de la maison d'édition Europa Lehrmittel, 5^e édition 2011.

Masse volumique

La masse volume ρ (rho) d'un corps est le rapport de la masse m de cet échantillon à son volume V .



Masse volumique de différentes matières			
Matière	Masse vol. kg/dm ³	Matière	Masse vol. kg/dm ³
Eau		Cuivre	
Aluminium		Plomb	
Acier		Tungstène	
Air (0 °C, 1,013 bar): $\rho = 1,29 \text{ kg/m}^3 = 0,00129 \text{ kg/dm}^3$			
Point de fusion de différents métaux			
Matière	Point de fusion °C	Matière	Point de fusion °C
Etain		Cuivre	
Plomb		Fer	
Aluminium		Tungstène	

De façon plus claire, on peut représenter la masse volumique comme la masse d'un dé dont les arêtes ont une longueur de 1 dm. Les unités de la masse volumique sont kg/dm³, g/cm³ et t/m³ pour les matières solides et les liquides, ainsi que kg/m³ pour les gaz.

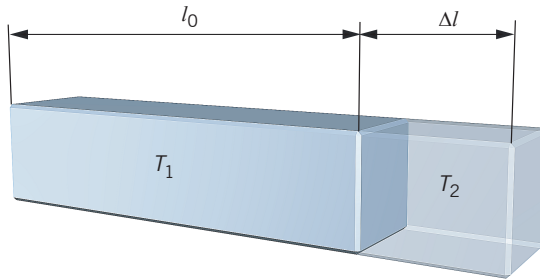
Point de fusion (température de fusion)

Le point de fusion est la température à laquelle un matériau commence à fondre. La température est exprimée en degré Celsius (°C) ou Kelvin (K). L'échelle de température Celsius prend pour zéro le point de changement d'état de l'eau en solide. Le point zéro de l'échelle Kelvin se réfère au zéro absolu (le zéro Kelvin se situe à -273,16°C).

Les métaux purs ont un point de fusion précis. Les alliages, p. ex. les aciers ou les alliages CuZn, ont un intervalle de fusion.

Dilatation thermique linéaire

Le coefficient de dilatation thermique linéaire α exprime la variation de longueur Δl d'une tige solide de longueur initiale l_0 sous l'effet de la variation de température ΔT . Il faut par exemple tenir compte de la dilatation thermique Δl pour les instruments de mesure, les pièces de montage ou les pièces moulées. Après la coulée, les pièces moulées subissent une contraction thermique dont les cotes du moule doivent tenir compte. La dilatation thermique des thermoplastiques est beaucoup plus importante que celle des métaux.



$$\alpha = \frac{\Delta l}{l_0} \cdot \frac{1}{\Delta T} \quad \Delta T = T_2 - T_1$$

Conductivité thermique

La conductivité thermique est la grandeur physique exprimant l'aptitude d'une matière à laisser passer l'énergie calorifique. Les métaux, en particulier le cuivre, l'aluminium, le fer et l'acier, se caractérisent par une conductivité thermique élevée. Les matières plastiques, le verre et l'air ont une conductivité thermique faible. Ils sont utilisés comme isolants thermiques.

Dilatation thermique linéaire

