



L'exposition

L'ÂGE DE L'ALUMINIUM

présentée du 10 juin au 2 novembre 2003,

invite à un voyage inédit à la découverte de l'aluminium et de ses étonnantes propriétés

Placée sous le triple éclairage de la création artistique, de la science et de l'industrie, l'exposition "L'âge de l'aluminium" qui ouvre ses portes le 10 juin 2003 à la Cité des sciences et de l'industrie retrace l'aventure d'un métal qui incarne depuis son invention, il y a maintenant plus de 150 ans, les aspirations futuristes d'une société marquée par le progrès scientifique et technologique.

L'exposition "L'âge de l'aluminium" est réalisée avec le soutien du groupe Pechiney, qui compte parmi les leaders mondiaux de l'industrie de l'aluminium et avec celui de la Fondation Alcoa.

Résolument innovante, la scénographie de l'exposition "L'âge de l'aluminium" s'inscrit sur 800 m², au sein de deux espaces distincts qui se complètent et s'interpénètrent. La première partie de l'exposition "**Aluminium en formes**" est constituée par l'itinérance d'une exceptionnelle collection d'objets en aluminium rassemblée par le Carnegie Museum of Art de Pittsburgh. Contrepoint scientifique et technologique, la seconde partie "**Aluminium en jeux**" convie à une approche ludique de l'identité de l'aluminium, de ses propriétés intrinsèques ainsi que de ses applications industrielles.

La visite s'inscrit au fil d'un parcours qui marie tour à tour découverte artistique et scientifique.

Véritable installation artistique, "**Aluminium en formes**" convie le visiteur au fil d'un itinéraire chronologique. Dans un vaste espace tridimensionnel délimité par un lit de minerai rouge (la bauxite, matière première de l'aluminium), 163 pièces de collection - des premiers objets en aluminium datant du milieu du XIX^e siècle aux plus récentes créations contemporaines - retracent, en quatre périodes, l'histoire de l'aluminium.

■ **L'invention de l'aluminium** relate les prémisses d'une aventure méconnue, celle de la naissance de ce métal placée sous les auspices de la science. Des objets précieux nous révèlent une époque où l'aluminium était rare et difficile à produire. Son cours avoisinait alors celui de l'or.

■ **L'idéal moderne** revient sur les débuts de l'ère industrielle de l'aluminium. Du fait de ses propriétés singulières et de son attrait artistique, l'aluminium symbolise alors parfaitement cette modernité à laquelle tend la société de l'entre-deux-guerres.

■ **Concurrence et conflit** illustre comment, dès la fin de la Seconde Guerre mondiale, les producteurs se lancent à la conquête de nouveaux marchés. Créations et innovations industrielles sont alors largement mises à contribution, afin de présenter l'aluminium sous de nouveaux atours à un public élargi.

■ **Au delà des frontières** s'intéresse à la source d'inspiration que constituent les recherches de l'industrie dans le domaine des applications de haute technologie. Grâce aux travaux de designers comme Philippe Starck ou encore de créateurs, tels Paco Rabanne ou Issey Miyake, l'aluminium est désormais présent aussi bien dans des objets usuels que dans des réalisations plus exceptionnelles.

La seconde partie de l'exposition, "**Aluminium en jeux**", complète cette présentation des usages de l'aluminium par une découverte ludique et interactive de ses propriétés et des enjeux technologiques liés à sa fabrication. Dans un espace sobre et dépouillé, rythmé par des colonnes constituées de lingots d'aluminium, le visiteur poursuit son enquête au travers de cinq grandes thématiques :

■ **Le cabinet de curiosité** dévoile l'identité de l'aluminium à partir d'éléments d'exposition qui font appel à l'observation du visiteur. Il y apprend notamment que si l'aluminium est omniprésent dans la nature, il n'existe pas à l'état pur sur terre. De récents travaux scientifiques, expliqués par l'astrophysicien Michel Cassé, apportent un éclairage inédit en révélant qu'en revanche, il pourrait être présent dans les étoiles...

■ **La ligne de production** présente le procédé complexe de fabrication de l'aluminium. Du minerai de bauxite à l'aluminium, chacune des étapes essentielles de la production faisant appel à la chimie et à l'électricité est expliquée.

■ **Le comptoir de découvertes** est conçu comme un espace de jeux où le visiteur devient acteur pour expérimenter et découvrir quelques-unes des propriétés étonnantes et singulières de l'aluminium, au premier rang desquelles la légèreté.

■ **Le Laboratoire** présente une science aussi méconnue qu'indispensable, celle des alliages. L'aluminium est éminemment malléable. Cette propriété est un atout dans certains domaines mais se révèle un handicap sérieux pour des applications exigeant une forte résistance aux efforts mécaniques. La métallurgie permet de modifier sensiblement les propriétés de l'aluminium par l'ajout de faibles quantités d'autres éléments et par des traitements appropriés. Un jeu multimédia propose au visiteur de se substituer au métallurgiste pour trouver la juste recette des alliages nécessaires à la fabrication de 4 objets distincts.

■ Quant à **La plateforme en mouvement**, elle illustre au travers d'une sélection d'objets reflétant technicité et savoir-faire, le rôle déterminant que l'aluminium joue dans de multiples activités liées au transport.

Un programme d'animations propose visites commentées, approches thématiques, ateliers de découverte et démonstrations pour permettre au visiteur d'approfondir ses connaissances, mais également d'aborder les différents débats et questionnements essentiels posés par cette industrie.

L'exposition "L'âge de l'aluminium" a bénéficié pour sa partie "Aluminium en formes" du soutien de la Fondation Alcoa. "Aluminium en formes" est une adaptation de l'exposition "Aluminium by design" conçue par le Carnegie Museum of Art de Pittsburgh.

Audi of America, Inc, les fondations Roy A. Hunt et Arthur Vining Davis ainsi que l'état de Pennsylvanie ont également apporté leur concours à l'organisation de cette partie de l'exposition.

"L'âge de l'aluminium" pour sa partie "Aluminium en jeux" bénéficie du soutien du Centre National d'Etudes Spatiales, du Musée de l'Air et de l'Espace et de l'Institut pour l'histoire de l'aluminium.

L'exposition "L'âge de l'aluminium" est réalisée avec le soutien du groupe Pechiney.

Exposition

L'ÂGE DE L'ALUMINIUM

DOSSIER DE PRESSE

SOMMAIRE

- **Le parcours de l'exposition** page 4
 - "Aluminium en formes"
 - "Aluminium en jeu"

- **Autour de "L'âge de l'aluminium"** page 13
 - Les animations
 - Les lieux de ressources
 - L'offre en ligne
 - L'édition

- **Annexes** page 16
 - L'aluminium, pour en savoir plus...
 - Le générique de l'exposition
 - Les partenaires de l'exposition "L'âge de l'aluminium"

Informations pratiques

L'exposition "L'âge de l'aluminium" est présentée du 10 juin au 2 novembre 2003
à la Cité des sciences et de l'industrie, 30, avenue Corentin-Cariou, 75019 Paris
métro Porte de la Villette

Ouvert tous les jours sauf le lundi, de 10h à 18h (jusqu'à 19h le dimanche)

Accès par le billet d'entrée aux expositions : 7,50 €, tarif réduit 5,5 €, accès gratuit - de 7 ans

Information du public

01 40 05 80 00 ou www.cite-sciences.fr

Information presse

Cité des sciences et de l'industrie :

01 40 05 72 65 ou 01 40 05 75 00

LE PARCOURS DE L'EXPOSITION

Transport, architecture, emballage... l'aluminium, bien qu'omniprésent dans notre quotidien, n'a pas fini de nous surprendre. L'exposition "L'âge de l'aluminium" entraîne le visiteur dans un voyage inédit à la découverte de ce métal et de ses étonnantes propriétés.

Plus qu'une exposition au sens traditionnel du terme, "L'âge de l'aluminium" se présente comme une "installation" artistique. Constituée de deux parties distinctes, l'exposition invite à une découverte inattendue, celle d'un métal, l'aluminium, qui se situe à la confluence entre art, science et technologie. La première partie, "**Aluminium en formes**" illustre au travers d'une sélection de 163 objets emblématiques, rassemblés par le Carnegie Museum of Art et dont la présentation en France est rendue possible grâce à la Fondation Alcoa, la vaste palette des utilisations de ce métal. La seconde partie, "**Aluminium en jeux**", propose au visiteur de devenir l'acteur principal d'une enquête ludique à la recherche de l'identité de l'aluminium, de ses propriétés et de ses applications industrielles.

Pour concevoir "**L'âge de l'aluminium**", la Cité des sciences a fédéré des compétences diversifiées. L'équipe de la Cité des sciences et de l'industrie s'est entourée de conseillers scientifiques et industriels pour mener à bien ce projet qui a bénéficié du soutien actif du groupe Pechiney, comptant parmi les leaders mondiaux de l'industrie de l'aluminium. L'Institut pour l'histoire de l'aluminium et la Collection Jean Plateau, collection unique au monde d'objets en aluminium, ont notamment collaboré à la conception de cette exposition. Le parti pris scénographique conçu par Diane Chollet pour cette exposition est résolument original. "**L'âge de l'aluminium**" s'inscrit au sein d'un espace ouvert, où les deux parties de l'exposition cohabitent et s'interpénètrent. Depuis le choix des matériaux jusqu'aux circulations dans l'exposition, tout concourt à faire de cette visite une expérience, où art et science se mêlent pour le plus grand plaisir du visiteur.

■ Aluminium en formes

La première partie de l'exposition convie tout d'abord le visiteur à une promenade dans le temps. Un vaste espace tridimensionnel est délimité par un lit de minerai rouge : la bauxite. "*Cette argile qui se transforme en argent*" a pour principale caractéristique de contenir près de 40 à 60% d'alumine, la matière première de l'aluminium. Elle sert ici d'écrin à 163 pièces de collection qui retracent plus de 150 années pendant lesquelles l'aluminium semble avoir incarné tout spécialement les aspirations futuristes d'une société marquée par le progrès scientifique et technologique. Des premiers objets en aluminium, datant du milieu du XIX^e siècle, aux plus récentes créations contemporaines, chaque objet semble suspendu au-dessus de cette gangue d'argile originelle. Toute la palette des finitions de l'aluminium : poli, brossé, anodisé, laqué, texturé... se révèle au travers du violent contraste qui l'oppose à la matière brute de la bauxite.

Suspendus en l'air, tels les éléments d'un mobile géant, de grandes images symboliques en noir et blanc et des slogans viennent rythmer le parcours du visiteur par de larges repères chronologiques...

Enfin, pour que chaque visiteur puisse effectuer sa visite sans avoir à subir la contrainte d'un parcours imposé, un livret de visite disponible en trois langues, français, anglais et espagnol est

distribué à l'entrée de l'exposition. En plus des informations générales sur l'exposition, d'anecdotes, de chiffres destinés à enrichir la visite et des renseignements sur les offres de services qui l'accompagnent (animations, débats, conférences...), ce document intègre les cartels de chacun des objets exposés. A chaque objet présenté dans l'exposition est associé un numéro sur fond coloré. Chacun de ces numéros renvoie à une description précise comprenant la dénomination de l'objet, sa date de fabrication, des informations sur son créateur ainsi que ses origines. La couleur permet en outre au visiteur de se repérer chronologiquement au sein du parcours de l'exposition, lequel est divisé en quatre grandes étapes : rouge foncé pour **“L'invention de l'aluminium”**, orangé pour **“L'idéal moderne”**, vert pour **“Concurrence et conflit”**, fuchsia pour **“Au-delà des frontières”**.

“L'invention de l'aluminium”

La visite de l'exposition remonte le fil du temps... Elle débute par la découverte des surprenants objets précieux de “La galerie de l'invention”. Nichés au sein de leurs vitrines, des médailles, bijoux et pièces d'orfèvrerie sont les témoins d'une époque révolue. Ils évoquent une aventure scientifique méconnue, celle de l'invention de l'aluminium survenue au cours du XIX^e siècle... L'aluminium est alors difficile à produire. Le procédé d'extraction est long et complexe. Les quantités produites sont faibles, quant au cours de l'aluminium, il avoisine alors celui de l'or...

Imitation, substitution et premières expérimentations

Un peu plus loin, d'autres vitrines exposent des objets plus usuels. Un cadre, une horloge Art & Craft, une paire de jumelles ou des instruments chirurgicaux témoignent d'une nouvelle étape dans l'aventure de l'aluminium. L'invention d'un nouveau procédé d'extraction de l'aluminium, utilisant l'électrolyse, a donné le coup d'envoi à l'apparition d'une nouvelle industrie. L'aluminium devient un matériau largement disponible dont le cours a considérablement baissé. Les producteurs s'efforcent alors de conquérir des marchés importants et durables pour assurer un débouché à leur production.

L'aluminium, qui n'est pas encore reconnu pour ses propriétés, est alors utilisé en imitation ou en substitution d'autres matériaux plus onéreux. Deux boîtes à biscuits tout à fait semblables, l'une en étain, l'autre en aluminium, illustrent cette tendance.

Des pièces plus imposantes mais tout aussi élaborées se laissent alors découvrir.

Dessus-de-porte, grille d'entrée, éléments de décoration intérieure, mais aussi une maquette, celle de la villa “Aluminaire”, dont la conception remonte à 1931... témoignent des premières utilisations de l'aluminium dans l'architecture. Les architectes Otto Wagner, Frank Lloyd Wright ou encore Jean Prouvé, seront parmi les premiers à exploiter ce nouveau matériau pour ses propriétés. Encouragés par les producteurs, ils inventent de nouvelles techniques de construction qui tirent profit de la légèreté de l'aluminium.

Plus loin, d'autres objets comme cette pale d'hélice ou encore la maquette d'un avion Bréguet témoignent qu'un autre secteur, celui des transports, a vu son activité profondément bouleversée par l'arrivée de l'aluminium*. C'est tout particulièrement l'aviation qui bénéficiera des progrès rapides de la métallurgie de l'aluminium. Cette dernière contribue à l'apparition de nouveaux alliages comme le duralumin qui combine légèreté et haute résistance mécanique. La Première

*Un prototype de la 2CV Citroën, en aluminium, datant de 1939, est présenté sur l'un des deux balcons de la péritrémie, au 1^{er} étage d'Explora.

Guerre mondiale marque un tournant décisif dans l'essor de l'industrie de l'aluminium. La production augmente considérablement pour répondre à la demande militaire. Les usages de l'aluminium durant le conflit sont variés : équipement des soldats, munitions, aviation... Le conflit terminé, les industriels anxieux de maintenir leurs niveaux de production recherchent de nouveaux débouchés. Le progrès technique, l'avancée de l'industrialisation mais aussi l'exode des populations vers les villes et l'émancipation des femmes transforment le quotidien et font naître de nouveaux besoins.

“L'idéal moderne”

L'aluminium, du fait de ses propriétés uniques et de son attrait esthétique, symbolise parfaitement l'idéal moderne auquel tend la société de l'entre-deux-guerres. C'est également l'époque où les fabricants prennent conscience, au travers de mouvements comme le Bauhaus, de l'importance du design des objets. Les créateurs sont à leur tour sollicités par les producteurs d'aluminium. Une sélection de meubles retrace pour nous les premières utilisations de l'aluminium par des designers tels Marcel Breuer ou encore William McArthur.

La suite du parcours, au moyen d'une large sélection d'objets, raconte comment l'aluminium investit progressivement les foyers. Qu'il s'agisse d'objets très usuels : fourneaux, casseroles, pots à lait... à la révolution des "arts ménagers": les tout premiers modèles d'aspirateurs Electrolux ou Mors, la cafetière Velox ou encore l'autocuiseur Henri IV, tous relatent comment l'aluminium contribue à l'évolution des modes de vie... D'autres pièces : boîtes signées par René Lalique, vases, lampes... s'apparentant davantage à l'univers des arts décoratifs, démontrent que l'aluminium, bien que de plus en plus courant, continue toujours à incarner l'esthétique moderne. Les fabricants n'hésitent d'ailleurs pas à faire appel à des designers de talent, tel Russel Wright, concepteur de cet ensemble composé d'un pot à limonade et d'un service à boissons, pour donner un style aux objets les plus utilitaires.

Vital pour la construction de la machinerie de guerre, l'aluminium est consacré métal stratégique pendant la Seconde Guerre mondiale. Bien avant le début du conflit, la demande militaire a fortement augmenté. A la fin des années 1930, l'Allemagne est devenue le premier producteur mondial d'aluminium. Les producteurs américains, soutenus par le gouvernement, relèvent le défi. En 1944, les Etats-Unis produisent en une seule année 800 000 tonnes d'aluminium, soit 500% de plus qu'avant la guerre. Cette demande sans précédent change le visage de l'industrie de l'aluminium, créant des opportunités pour de nouveaux fabricants. Dès la fin du conflit, la concurrence fait rage. Pour maintenir leurs niveaux de production, les industriels s'efforcent non seulement d'étendre les marchés déjà existants mais aussi de créer de nouveaux débouchés par une politique très active de recherche et de développement.

“Concurrence et conflit”

Depuis sa première présentation au public à l'exposition universelle de 1855, l'aluminium a toujours utilisé, pour sa promotion, ces grands rendez-vous de la science et des technologies que sont les expositions universelles ou internationales. Cette tendance a pris toute son acuité pendant les années 1930, où l'aluminium est présenté dans des expositions de grande envergure comme le concours international du meilleur siège en aluminium, organisé en 1933, à Paris, ou encore l'exposition internationale "Century of progress" en 1934, à Chicago...

Au plus fort de l'effort de guerre, les principaux producteurs d'aluminium commencent à

réfléchir à une stratégie pour maintenir leur production et leur niveau d'emploi, une fois la guerre terminée. Une sélection de pièces exceptionnelles sur le plan de la création, telles la maquette de l'atomium présentée lors de l'exposition universelle de Bruxelles en 1956, les chaises de collection "Barcelone" de Mies Van der Rohe ou encore des objets plus prosaïques, comme cette médaille d'exposition ou cette plaquette de publicité, illustre des moyens mis en œuvre par les producteurs pour appuyer leur stratégie de promotion du matériau. En effet, une fois les besoins de réapprovisionnement, de rénovation et de reconstruction satisfaits, dans le courant des années 50, les producteurs se sont lancés dans d'ambitieuses campagnes de promotion, à l'instar du programme "Forecast" d'Alcoa. Créations et innovations industrielles sont largement mises à contribution, afin de présenter l'aluminium sous de nouveaux atours à un public élargi.

La rivalité entre les producteurs de matériaux différents, pour augmenter leur part sur un marché donné et conquérir de nouveaux débouchés, prend les allures d'une véritable "guerre des matériaux". Des objets variés et de toutes tailles : articles de table, éléments de mobilier, raquettes de tennis et plus particulièrement une sélection des packagings successifs du célèbre Coca Cola illustrent clairement la compétition féroce qui se livre pour le choix des matériaux. La période de l'après-guerre a vu redoubler cette concurrence où l'aluminium, en raison de ses propriétés intrinsèques, bénéficie d'une position favorable dans des domaines comme les transports, l'emballage, la construction et les équipements sportifs.

Le choix d'un matériau pour la fabrication de tel ou tel objet n'est pas une évidence en soi. Les décisions sont prises à partir de nombreux critères : coût, esthétique, avantages technologiques mais également facilité de commercialisation et image auprès du grand public. De plus en plus des préoccupations environnementales, comme le recyclage, entrent également en compte. L'aluminium, en raison de sa légèreté mais surtout parce qu'il est facilement recyclable, est parvenu à concurrencer l'acier sur le marché mondial des canettes de boissons. Mais un marché acquis n'exclut pas les nouveaux concurrents. Ainsi, le développement du graphite ou encore celui des fibres de verre a supprimé la position dominante de l'aluminium dans la fabrication des raquettes de tennis. Dans le domaine stratégique de l'automobile, cette compétition ancienne a pris une nouvelle dimension au cours des dernières années. Alors que les constructeurs automobiles, confrontés à l'augmentation des cours du pétrole et à de nouvelles réglementations plus strictes dans le domaine de la protection de l'environnement, poursuivent leurs expérimentations, les producteurs d'acier et d'aluminium luttent âprement pour les parts de marché. Des stratégies s'élaborent pour définir ce que sera la voiture de demain. Un *spaceframe* d'Audi A8 entièrement en aluminium est là pour en attester.

Le recyclage

Aujourd'hui devenu une industrie à part entière, le recyclage de l'aluminium est une vieille histoire, puisqu'il faut retourner dans les tranchées de la Première Guerre mondiale pour découvrir les premiers objets fabriqués à partir d'aluminium recyclé. Très présent dans les tranchées, le métal d'effroi chanté par Apollinaire "*pâle comme l'absence et tendre comme le souvenir/métal de notre amour métal semblable à l'aube*"... est récupéré par les poilus qui, entre deux assauts, occupent le temps et le transforment en menus objets chargés de douloureux souvenirs : bagues, ronds de serviette ou encore tabatières. Deux vitrines permettent au visiteur de découvrir les outils, la matière première et les réalisations issues de cet étrange artisanat.

D'autres objets, œuvre de designers et de créateurs contemporains, sont également présents. L'aluminium recyclé est ici utilisé dans une démarche qui allie l'esthétique à des motifs économiques, sociaux et politiques. En effet, de nos jours, des préoccupations d'ordre économique et environnemental gouvernent le recyclage des matériaux. L'aluminium bénéficie dans ce domaine d'un avantage certain. Il peut être recyclé plusieurs fois sans détérioration et la production d'aluminium secondaire est source d'économie d'énergie. Elle ne consomme environ que 5% de l'énergie nécessaire à la production d'aluminium primaire, c'est-à-dire fabriqué à partir de sa matière première. Favorable à l'environnement et apprécié par l'opinion publique, le recyclage de l'aluminium constitue en outre une activité économiquement rentable.

“Au-delà des frontières”

La promenade au fil de l'histoire de l'aluminium s'achève... aujourd'hui. L'aluminium a joué de nombreux rôles au fil des époques, mais son aventure est loin d'être terminée... Des objets contemporains issus de notre quotidien comme des lampes, une bouilloire ou un presse-agrumes dessiné par Philippe Starck, mais aussi des réalisations plus exceptionnelles comme des sièges de designers ou des vêtements Haute Couture de Paco Rabanne et d'Issaye Miyake, illustrent que designers et créateurs contemporains continuent d'être inspirés par cet étonnant métal.

Les alliages spéciaux et certains procédés développés pour les applications de haute technologie stimulent la créativité des designers et des créateurs. L'aluminium joue également un rôle polyvalent dans l'habillement. Sans lui, il n'y aurait pas de lurex, ni de lamé chatoyant, sans oublier les vêtements de protection pour les bouchers, les pompiers, ou encore les couvertures de survie...

Construction, transports, packaging... L'aluminium est présent dans tous les principaux secteurs de l'activité humaine, il est même très en vogue, présent partout autour de nous dans l'habillement de l'électroménager, les bijoux, la mode. L'aluminium joue un rôle aux multiples facettes et crée la tendance d'aujourd'hui et de demain.

Une confortable salle de projection vient compléter la visite de cette première partie de l'exposition. Elle projette une sélection d'audiovisuels comme “Records et vacances” réalisé en 1950 par Pechiney, mais également d'autres films, tel celui du Centre National d'Etudes Spatiales (CNES), qui présente les utilisations de haute technologie de l'aluminium dans l'espace. L'ensemble de ces films contribue à apporter un éclairage complémentaire sur la vaste palette des usages de l'aluminium.

■ Aluminium en jeu

Après cette promenade artistique et technologique, au fil des usages de l'aluminium, la seconde partie de l'exposition **“L'âge de l'aluminium”** invite à une exploration ludique et interactive des propriétés de l'aluminium et des enjeux technologiques liés à sa fabrication.

Le visiteur pénètre alors dans un espace sobre et dépouillé, délimité par des lingots d'aluminium brut qui évoquent résolument l'univers industriel. Il entame alors, au travers de cinq thématiques, une enquête à la recherche de l'identité de l'aluminium.

Le cabinet de curiosité : Où se terre l'aluminium ?

Faisant écho à la “Galerie de l'invention” qui présente les premiers objets en aluminium datant du milieu du XIX^e siècle, cet espace, inspiré des cabinets de curiosité, accueille le visiteur.

L'identité de l'aluminium s'y dévoile au travers d'éléments d'expositions qu'il faut savoir observer attentivement. Partant de l'aluminium révélé par la science, l'exploration commence... Une illustration sonore permet tout d'abord d'entendre une reconstitution des propos de Sainte-Claire Deville au moment de sa découverte. Une vitrine expose quelques-unes des miettes d'aluminium pur obtenues en 1854. Certes l'aluminium à l'état pur n'existe pas sur terre, mais une collection de minéraux relate son omniprésence sur la croûte terrestre. On apprend notamment que rubis et saphir contiennent eux aussi de l'alumine ! Un globe terrestre, ceinturé de bauxite, illustre clairement les emplacements des principaux gisements et souligne l'abondance de cette ressource.

Plus loin, un premier audiovisuel, "le relief de l'invisible" permet de découvrir, dans une plongée progressive au cœur de la matière, la structure atomique de l'aluminium. La table de Mendeleïev permet alors de le retrouver dans la grande famille des éléments chimiques. Enfin, un second témoignage sonore nous amène à considérer le sujet sous un angle inédit. L'astrophysicien Michel Cassé nous entraîne au cœur des étoiles, là où se situe l'origine de l'aluminium : *"Les étoiles sont les mères de nos atomes. Des générations d'étoiles se sont ouvertes comme des fleurs, ont essaimé des myriades d'atomes ailés qui se sont assemblés pour donner des molécules, qui elles-mêmes se sont organisées pour donner les graines de poussières, les cailloux..."* Il évoque les travaux scientifiques sur l'existence d'aluminium à l'état naturel dans les étoiles.

La ligne de production : de la roche au métal

Dans cet espace, les images et la matière à différents stades de la production : blocs de bauxite, poudre d'alumine et aluminium sous forme de copeaux, se côtoient, pour faire découvrir aux visiteurs toutes les étapes du processus de transformation de la bauxite en aluminium.

De l'extraction de l'alumine à partir de la bauxite à l'électrolyse qui permettra finalement d'obtenir l'aluminium, un grand écran projette des images restituant l'ambiance d'un site de production, tandis que deux audiovisuels illustrent chacune des étapes essentielles de la production. Un premier audiovisuel décrit tout d'abord les différentes étapes du procédé Bayer permettant l'extraction de l'alumine. Un second audiovisuel relate alors, pas à pas, la production d'aluminium par l'électrolyse de l'alumine. Le propos est ponctuellement complété par des données chiffrées, des anecdotes historiques, des éléments prospectifs... Le visiteur est ainsi sensibilisé aux nouvelles approches développées par les industriels du secteur pour concilier au mieux la nécessaire évolution technologique et la prise en compte des impacts environnementaux.

Le lien entre aluminium et santé est alors évoqué par un grand panneau. Textes et schémas permettent de visualiser la présence de l'aluminium dans le corps humain et donnent des informations sur la proportion d'aluminium contenue dans les aliments. Un dispositif sonore permet d'écouter un témoignage d'expert sur ce sujet. Le Professeur Derouesne, ancien chef de service de neurologie à la Pitié Salpêtrière à Paris s'exprime sur les rapports entre aluminium et santé humaine. Rumeurs, réalités scientifiques et recherches en cours, autant d'éclairages pour faire un point sur des interrogations telles que : "Pourquoi s'interroger sur l'innocuité de l'aluminium ?", "Y-a-t-il des maladies directement liées à l'aluminium ?".

Le comptoir de découvertes : Al, un sacré métal

Très attractif, le comptoir de découvertes est conçu comme un véritable espace de jeu où le visiteur devient acteur pour expérimenter quelques-unes des propriétés de l'aluminium.

Plus léger que le titane

L'aluminium est le plus léger des métaux d'usage courant. Sa densité est relativement faible, le tiers de celle du fer ou de l'acier, le quart de celle du plomb ou de l'argent... Additionné à de faibles proportions d'autres métaux, sous forme d'alliage, il conserve toutefois cette légèreté. Inspiré des créations de Calder, un mobile géant qui s'équilibre par un jeu de cubes métalliques inversement proportionnels à leur densité, illustre cette propriété.

Bien protégé

Contrairement à l'acier, dont l'oxydation lente altère la surface sous forme de rouille, l'aluminium en raison de sa grande affinité avec l'oxygène, s'oxyde dès qu'il est placé au contact de l'air. Il se forme alors à sa surface une mince couche d'alumine qui le protège des attaques de produits chimiques ou de facteurs environnementaux agressifs. Plusieurs échantillons de métaux dont un d'aluminium sont proposés à l'observation. Ils ont chacun été soumis à différentes situations corrosives. Par comparaison visuelle, le visiteur se rend compte que l'aluminium est naturellement armé pour résister à la corrosion. Des échantillons d'aluminium ayant subi différents traitements de surface permettent en outre de découvrir la très vaste palette d'aspects qu'il est en mesure d'offrir.

Un bon conducteur électrique

Le visiteur se voit ici proposer la possibilité de comparer le passage d'un courant électrique dans des fils d'aluminium et de cuivre de même section. Par comparaison, il en arrive de lui-même à la conclusion que le fil en aluminium est, à poids égal, un bien meilleur conducteur de l'électricité. L'Almelec, un alliage inventé en 1921 par des Français a permis à l'aluminium, en renforçant sa résistance mécanique, de détrôner le cuivre et de prendre une place dominante dans le transport de l'énergie. Ainsi, depuis les années 1980, la totalité des installations françaises se fait avec de l'Almelec.

Un conducteur thermique

Une manipulation invite les visiteurs à comparer la conductivité thermique de différents métaux : cuivre, acier et bien sûr aluminium. Une source de chaleur ponctuelle, en l'occurrence une ampoule à incandescence, est placée derrière des plaques de métal de nature distincte. Le visiteur peut en quelques secondes constater d'importantes différences de température. Voici une propriété de l'aluminium dont tout un chacun bénéficie au quotidien : poêles, barquettes en aluminium pour la cuisson des aliments congelés ainsi que la fameuse couverture de survie sont là pour nous y faire penser !

Magnétique

Ces boîtes-boissons sont-elles en aluminium ? A partir d'objets issus du recyclage de boîtes-boissons, il s'agit à l'aide d'un aimant de séparer les boîtes en aluminium de celles en fer blanc. Cette manipulation simple et ludique permet de constater que la perméabilité magnétique de l'aluminium est faible. Cette caractéristique de l'aluminium est exploitée par la machine à courant de Foucault qui permet, lors du recyclage des déchets ménagers, de séparer facilement l'aluminium des autres métaux.

Malléable

D'une grande malléabilité, l'aluminium offre l'avantage de se prêter à tous les modes de mise en forme : laminage, filage, moulage... Les différents procédés sont ici présentés. Quant aux objets

en aluminium qui traversent notre quotidien, ils prennent un sens nouveau, une fois explicités les modes de transformation qui leur ont donné naissance.

Réfléchissant

A l'état naturel, l'aluminium se couvre d'une mince couche d'oxyde. Il est donc peu réfléchissant. Un traitement permet d'obtenir des surfaces brillantes, réfléchissant parfaitement la lumière, ce qui, ajouté à son faible poids, en fait un matériau idéal pour la fabrication de réflecteurs. Un miroir de télescope spatial destiné à être embarqué sur un satellite, confié par le Centre National d'Etudes Spatiales (CNES), permet d'observer cette propriété.

Le laboratoire

L'aluminium est le plus souvent utilisé sous forme d'alliages : l'ajout de faibles quantités d'autres éléments (magnésium, cuivre, manganèse...) permet, en fonction des usages recherchés, de modifier sensiblement ses propriétés. Une métallothèque ainsi que des illustrations photographiques permettent tout d'abord de découvrir le travail des métallurgistes et cette science méconnue des alliages. Enfin, un jeu multimédia propose au visiteur de se mettre dans la peau d'un métallurgiste. Il s'agit de composer le meilleur alliage possible pour fabriquer quatre pièces distinctes. Chacune a bien évidemment des finalités différentes et nécessite donc un alliage spécifique. Le joueur dispose pour y parvenir d'une palette d'additifs aux propriétés diverses. A lui de retrouver la juste recette !

La plateforme en mouvement

L'aluminium joue un rôle déterminant dans de multiples secteurs liés au transport. La plateforme met en lumière ces différents domaines. Elle expose toutes sortes de pièces reflétant la technicité et le savoir-faire que nécessite par exemple, la fabrication de pièces de grande envergure.

Recherche et innovation trouvent notamment un domaine de prédilection avec l'aéronautique qui, sans l'aluminium, n'aurait jamais pu évoluer aussi rapidement. Pour mémoire, un avion de ligne moderne est composé pour 70% d'aluminium. L'histoire de cette aventure est suggérée par un document audiovisuel ainsi que par certains objets emblématiques tel le train d'atterrissage de l'Airbus, présenté dans le Hall de la Cité des sciences et de l'industrie.

De la construction des fusées à la structure des satellites jusqu'aux textiles des combinaisons spatiales, on constate que l'aluminium est également étroitement lié à la conquête spatiale.

Un autre exemple illustre bien la percée de l'aluminium dans le domaine des transports, avec l'automobile. L'aluminium fournit aux industriels des réponses aux nouvelles contraintes du secteur : réduction des émissions polluantes, recyclage et amélioration de la sécurité. Allègement étant synonyme d'économie de carburant, les constructeurs l'utilisent dans différents éléments constitutifs des véhicules (bloc moteur, radiateur, jantes, carrosserie, châssis...). Une voiture moderne contient aujourd'hui près de 100 kg d'aluminium, ce qui représente en terme de dépense d'énergie, une économie de 0,6 litre de carburant/100 km. La maquette transparente d'une voiture en grandeur nature permet ainsi au visiteur de visualiser toutes les pièces d'aluminium qui la composent.

Une maquette du NGV, le navire à grande vitesse qui effectue notamment la traversée entre la France et la Corse en 2h30, atteste que la légèreté et la résistance à la corrosion de l'aluminium en font également un matériau de choix pour la construction navale.

Vitrine à surprises

Autre débouché de l'aluminium, le bâtiment prend une place de plus en plus importante.

L'aluminium est particulièrement apprécié par les architectes qui l'utilisent aussi bien dans les édifices publics que dans la construction de bâtiments industriels ou de maisons individuelles.

L'aluminium est tout particulièrement prisé dans la construction de menuiseries : aujourd'hui plus d'un tiers des fenêtres est fabriqué en aluminium.

Différentes utilisations de l'aluminium dans le domaine de l'emballage prouvent qu'il s'agit également d'un débouché important pour ce matériau. L'inertie chimique et la stabilité métallurgique de l'aluminium permettent d'obtenir un niveau optimal de conservation et de protection.

L'aluminium est présent aussi bien dans les emballages rigides (aérosols, boîtes boissons) que dans les emballages souples (films d'emballage, opercules de produits frais et de médicaments, Tetra Pak...).

L'aluminium est également un grand compagnon de nos loisirs. Sa légèreté lui assure, là encore, un emploi privilégié dans la fabrication du matériel de camping, d'alpinisme, de ski... Il est également présent dans de multiples objets qui font partie intégrante de notre environnement quotidien : équipement de la maison (ustensiles de cuisine, réfrigérateur...), ainsi que dans le revêtement de nos disques lasers...

AUTOUR DE "L'ÂGE DE L'ALUMINIUM"

Des animations ainsi que des lieux de ressources permettent au visiteur de prolonger sa réflexion, d'approfondir ses découvertes, mais aussi de découvrir les opportunités de carrières offertes par les métiers de la filière de l'aluminium.

■ Des animations

Un programme d'animations spécifiques a été conçu pour accompagner l'exposition "L'âge de l'aluminium". Des visites commentées, approches thématiques, ateliers découverte et démonstrations sont ainsi proposés pour permettre au visiteur d'approfondir ses connaissances, mais également d'aborder les différents débats et questionnements essentiels posés par cette industrie. Le dispositif d'animation se compose de trois offres distinctes.

■ Les visites commentées

Elles sont de deux types :

Visite découverte

Elles ont pour but de présenter la logique et les concepts de l'exposition. Elles permettent d'apporter des éclaircissements sur les points cruciaux ou difficiles mais aussi de signaler et d'expliquer les éléments particulièrement remarquables présents dans l'exposition.

Visites thématiques

Quant aux visites thématiques, elles ont pour objectif de mettre l'accent sur un aspect particulier de l'exposition. En l'occurrence pour "L'âge de l'aluminium", deux thèmes de parcours thématiques sont proposés. Le premier constitue une approche historique, avec une présentation détaillée des principales étapes de l'aventure scientifique de "l'invention de l'aluminium". Le second a pour objectif de faire prendre conscience de la dimension artistique de ce matériau, au travers de son utilisation à différentes périodes par les créateurs et les designers.

Les deux autres offres d'animation se déroulent au sein d'un espace spécifique situé à proximité immédiate de l'exposition.

■ L'atelier : "Récré Alu"

L'objectif de cet atelier conçu en partenariat avec l'association "Débrouille et Compagnie" est, au travers d'une activité ludique et manuelle, de faire prendre conscience au visiteur de la problématique du recyclage. Chaque participant est invité, avec des outils simples et usuels, à donner une seconde vie à des canettes de boissons en aluminium. Les objets réalisés (petites voitures, tirelire) pourront être emportés par les participants à la fin de l'atelier.

■ Démonstration : "L'alu, il faut le faire"

Cette animation propose d'expliquer par la manipulation et le jeu, chacune des étapes du processus actuellement utilisé pour produire l'aluminium. De la naissance des atomes à l'aluminium, le visiteur découvre ainsi la problématique posée au métallurgiste depuis l'antiquité jusqu'à aujourd'hui.

■ La Cité des métiers

La Cité des métiers est un espace d'information et de conseil ouvert à tout public pour :

- choisir son orientation
- trouver une formation
- trouver un emploi
- changer sa vie professionnelle
- créer son activité

Pour répondre aux préoccupations du public, la Cité des métiers propose :

- une documentation en libre service sur les études, les métiers, la vie professionnelle,
- 4 000 ouvrages, livres, revues, journaux et 40 écrans (consoles audiovisuelles, logiciels et multi-média pour la recherche d'emploi),
- des entretiens approfondis sans rendez-vous avec des spécialistes de l'orientation scolaire et professionnelle, de la formation, de l'emploi et de la création d'activité,
- des séances d'information et de conseil, des journées d'information et de recrutement, des événements mensuels.

Pendant toute l'exposition "L'âge de l'aluminium", la Cité des métiers mettra un accent particulier sur les formations et les métiers spécifiques de la filière de l'aluminium.

■ L'offre en ligne, www.cite-sciences.fr/aluminium

Pendant toute la durée de l'exposition "L'âge de l'aluminium" et même au-delà, la Cité des sciences et de l'industrie propose aux internautes de découvrir en ligne cet étonnant métal qu'est l'aluminium. Le site satellite consacré à l'aluminium, comme d'ailleurs l'ensemble du site de la Cité, poursuit deux objectifs : présenter, valoriser les activités de la Cité et offrir un canal de médiation scientifique, une plate-forme de contenus et d'informations pour ceux qui ne peuvent pas venir à la Cité.

Ce sous-site présente l'exposition "L'âge de l'aluminium" et la prolonge. Une page d'accueil intégrant des vidéos et des récits flash, offre un résumé du contenu de l'exposition. Il donne également accès à des informations pratiques permettant de préparer sa visite : plan de l'exposition, programme des animations, lien avec les informations générales de la Cité.

Les autres pages du site proposent un ensemble de contenus (médias, sons, applications interactives...), avec de nombreuses parties imprimables et constituent donc un formidable outil pédagogique. Citons pour mémoire :

- L'histoire de l'aluminium : né dans les étoiles, comment il se découvre, se transforme, s'électrolyse...
- L'aluminium au quotidien : présentation des nombreuses utilisations.
- L'aluminium et les transports.
- L'aluminium inspire les architectes : architecture, mobilier urbain, design.
- Métallurgie : la science des alliages.
- Les enjeux du recyclage.

■ L'édition

Vient de paraître

"L'Aluminium, un si léger métal", un nouveau livre dans la collection Découvertes Gallimard par Ivan Grinberg.

A l'occasion de l'exposition, les Editions Gallimard publient dans la collection Découvertes un excellent ouvrage, illustré de près de 120 documents, qui retrace l'histoire de l'aluminium.

Ivan Grinberg rappelle la place fondamentale de ce métal léger au croisement de la science, de la technique, de l'industrie et des modes de vie contemporains.

Ivan Grinberg s'est orienté vers la recherche en histoire industrielle après des études de philosophie. Il est depuis 1986 secrétaire général de l'Institut pour l'histoire de l'aluminium. Il a publié, dans ce cadre, divers ouvrages et a collaboré à la conception de plusieurs expositions en France et à l'étranger.

En librairie le 29 mai 2003, 128 p / 11,60 euros.

Cet ouvrage a été réalisé avec le soutien de Pechiney

Contacts presse Gallimard : Flora Joly (Paris) Tél : 01 49 54 16 70 - Pierre Gestède (Province/étranger) Tél : 01 49 54 42 54

■ "Cité-Pass" : l'abonnement à toute la Cité

Pour profiter pleinement des offres de la Cité des sciences et de l'industrie, revenez autant de fois que vous le souhaitez avec le "Cité-Pass".

La Cité des sciences et de l'industrie propose différentes formules d'abonnement adaptées aux besoins du public (individuel, couple, famille) qui offrent, en plus de l'accès illimité aux expositions, de nombreux autres avantages.

Les formules :

- Abonnement adulte : 25 €
- Abonnement jeune (- de 25 ans) : 19 €
- Abonnement famille (4 personnes et +, 2 adultes maximum) : 80 €

Valable 1 an à dater du versement des frais d'inscription.

L'ALUMINIUM, POUR EN SAVOIR PLUS

■ L'aluminium, matériau d'hier *

De l'argile transformée en argent

Une histoire millénaire lie l'homme aux métaux. La maîtrise de la production et de la transformation des métaux sert d'ailleurs aux historiens pour apprécier le degré d'évolution des civilisations humaines. L'homme connaît et travaille l'or, l'argent, le bronze ou encore le fer depuis l'antiquité, alors qu'il faut attendre le XIX^e siècle pour que l'aluminium soit enfin isolé et identifié. Pourtant, contrairement aux métaux précieux tels que le platine, l'or ou en encore l'argent, l'aluminium n'est pas un métal rare. Il est omniprésent dans la nature où il constitue 8% de l'écorce terrestre. Cette découverte si tardive s'explique par le fait que l'aluminium n'existe pas à l'état natif. Il n'est pas facile à isoler, son affinité pour l'oxygène l'amène, en effet, à se lier à ce dernier dans des combinaisons chimiques difficiles à décomposer : argiles, schistes et mica... qui rendent en effet indécélable sa nature métallique. Contrairement à l'âge du bronze ou du fer depuis longtemps révolu, celui de l'aluminium ne fait que commencer...

Mais de l'argile à l'aluminium, bien des obstacles ont dû être surmontés. Il a tout d'abord fallu attendre le XVIII^e siècle pour que Lavoisier formule une hypothèse révolutionnaire pour l'époque, à savoir que les terres jusqu'alors considérées comme des corps simples seraient en fait des composés saturés d'oxygène. "Les terres dans cette manière de voir, seraient peut-être des oxydes métalliques". Cette théorie allait se révéler féconde. 18 nouveaux métaux seront ainsi isolés de 1780 à 1820, dont 5 par le chimiste anglais Sir Humphrey Davy. Il utilise dans ce but la pile électrique récemment mise au point par le physicien italien Alexandro Volta. Cette dernière lui permet d'obtenir l'énergie suffisante pour produire un arc électrique décomposant certains oxydes. Parmi ces composés longtemps dénommés "terres", l'un des plus anciennement connus était l'alun, qui entrainait, il a déjà 3 800 ans, en Chine, dans la préparation de médicaments ou dans le processus de tannage pour la teinture des peaux. Lorsqu'à la fin du XVIII^e siècle, les chimistes entreprendront de percer le mystère de la composition des terres, ils baptiseront "argile pure", puis alumine, la base de l'alun. De là l'étymologie de l'aluminium. Mais Davy échoue dans ses tentatives d'isoler le métal contenu dans l'alumine. Car l'autre obstacle à surmonter pour produire l'aluminium était de trouver un moyen de rompre la très forte liaison de l'aluminium et de l'oxygène. La pile ayant échoué, d'autres voies sont alors explorées. En 1825, le chimiste danois Hans Christian Oersted parvient, pour la première fois, à isoler l'aluminium par une réaction chimique impliquant un amalgame au potassium. Entre 1827 et 1845, le chimiste allemand Friedrich Wöhler améliore le procédé de Christian Oersted en utilisant le potassium métallique. Il est d'ailleurs le premier à mesurer la densité de l'aluminium et à démontrer sa légèreté et sa malléabilité. Mais les fortes impuretés présentes dans le métal qu'il a obtenu lui font affirmer à tort que l'aluminium décompose l'eau en ébullition.

Ces progrès successifs dans la découverte de l'aluminium trouvent leur aboutissement en 1854 lorsque le chimiste français, Henri Sainte-Claire Deville, perfectionnant la méthode d'extraction chimique mise au point par l'Allemand Friedrich Wöhler, finit par obtenir des globules plus ou moins gros d'aluminium parfaitement pur qui ne se ternissent pas en présence d'eau bouillante.

* Cette présentation s'inspire largement du texte de l'ouvrage "L'aluminium, un si léger métal", par Ivan Grinberg, publié dans la collection Découvertes Gallimard.

Sainte-Claire Deville prophétise alors : *“On comprendra combien un métal blanc et inaltérable comme l'argent, qui ne noircit par à l'air, qui est fusible, malléable, ductile et tenace et qui présente la propriété d'être plus léger que le verre pourrait rendre de services, s'il était possible de l'obtenir facilement...”*.

Intrigué par la légèreté de ce métal, l'empereur Napoléon III prend conscience des avantages potentiels qu'il pourrait présenter, notamment pour les usages militaires. Il impose la présence de lingots d'aluminium à côté des bijoux de la couronne à l'exposition universelle de 1855 et décide d'encourager les travaux de Sainte-Claire Deville... Aidé par ce soutien financier, Sainte-Claire Deville crée une première usine expérimentale dans le quartier de Javel à Paris et parvient désormais à extraire des quantités suffisantes d'aluminium en vue de la production de lingots et de petits objets.

Dans les années qui suivent, Sainte-Claire Deville s'emploie activement à améliorer son procédé de fabrication pour passer du laboratoire à l'échelle industrielle. L'aluminium s'échange alors au même cours que l'argent, soit 200 francs le kilo. Le véritable démarrage d'une fabrication industrielle date de 1860 lorsque le chimiste s'associe à Henry Merle, fondateur de la Compagnie des produits chimiques d'Alais et de la Camargue qui produit de la soude à Salindres dans le Gard. L'usine, berceau du groupe Pechiney, est créée en 1855 et présente toutes sortes d'avantages pour lancer une fabrication industrielle d'aluminium car elle dispose des matières premières toutes proches : charbon, sel marin et surtout bauxite.

Déjà à cette époque, l'aluminium est souvent utilisé sous forme d'alliages. L'un d'eux baptisé, bronze d'aluminium, est composé de cuivre auquel on ajoute 5 à 10% d'aluminium. Sa ressemblance frappante avec l'or permet au représentant exclusif de l'usine de Salindres, Paul Morin, de susciter l'attention d'orfèvres qui l'utilisent pour réaliser des services de table ou encore de l'orfèvrerie religieuse. Morin a en effet obtenu du pape l'autorisation de l'employer pour la fabrication d'objets liturgiques (coupes, calices...).

Le changement d'échelle et la proximité des matières premières ont ramené le cours de l'aluminium à 93 francs le kilo, ce qui n'empêche par Paul Morin d'éprouver des difficultés pour écouler la production de Salindres. Même Alfred R. Pechiney, qui a succédé en 1877 à Henry Merle à la direction de l'usine, doute de l'avenir du métal. Il éconduira même un jeune homme de 23 ans venu lui présenter un procédé de fabrication révolutionnaire en lui disant : *“L'aluminium est un métal à débouchés restreints, il s'emploie à faire des tubes de lorgnettes et que vous le vendiez 10 francs ou 100 francs le kilo, vous n'en vendrez pas un kilogramme de plus.”*

Le jeune en question s'appelle Paul Héroult. Reçu à l'école des Mines en 1882 dont il a été renvoyé un an plus tard faute de résultat, il s'est installé dans un coin de la tannerie paternelle pour poursuivre les travaux de Sainte-Claire Deville sur l'obtention de l'aluminium par voie électrolytique. Au lieu de la pile de Volta, Héroult utilise une petite dynamo qui accroît de manière considérable la puissance fournie. En 1886, il triomphe et obtient le métal par l'électrolyse dans un bain de cryolithe (fluorure double d'aluminium et de sodium) chauffée à 960 C° et s'empresse de déposer un brevet pour protéger sa découverte. Presque simultanément aux Etats-Unis, un autre jeune homme de 23 ans, Charles Martin Hall, parvient au même résultat. Les deux hommes ne se connaissent pas, mais ils ont en revanche puisé à la même

source : un petit livre de Sainte-Claire Deville intitulé "De l'aluminium" paru en 1859. Paul Héroult essaye de tirer profit des quelques semaines d'avance qu'il a prises sur Hall pour faire établir aux Etats-Unis l'antériorité de sa découverte, mais échoue dans cette tentative. Les preuves qu'il apporte ne sont pas reconnues par les tribunaux américains. Cela n'empêchera pas les deux inventeurs de devenir amis et leur invention finira par s'imposer sous le nom de "procédé Hall-Héroult". C'est ce procédé électrolytique d'extraction qui, bien que considérablement amélioré, est toujours utilisé pour produire industriellement l'aluminium. Cette invention marque l'apparition d'une nouvelle industrie.

Les débuts de l'ère industrielle de l'aluminium

Une fois leur brevet en poche, chacun d'un côté de l'Atlantique, Charles Martin Hall et Paul Héroult partent à la recherche de capitaux pour exploiter leur procédé. Hall s'associe à la Pittsburgh Reduction Compagny et ouvre à Pittsburgh, capitale de la sidérurgie américaine, la première usine de production d'aluminium. Cette première usine est le berceau du principal producteur mondial d'aluminium, Alcoa, contraction de Aluminium Compagny of America. Dans le même temps, Paul Héroult, ayant essuyé le refus d'Alfred R. Pechiney à l'usine de Salindres, a convaincu des sidérurgistes suisses et démarré une production à Neuhausen, avant de parvenir à intéresser des industriels lorrains à l'avenir de son procédé. En 1889, ils fondent la Société Electrométallurgique Française et installent à Froges (Isère) les premières cuves françaises de fabrication industrielle d'aluminium électrolytique. Les Alpes deviennent en Europe le berceau de l'industrie électrométallurgique, comme les chutes du Niagara le seront aux Etats-Unis. En effet, la production d'aluminium nécessite d'énormes quantités d'électricité que seule la houille blanche, l'énergie produite par l'eau dévalant le flanc des montagnes, est en mesure de produire.

■ L'aluminium, matériau d'aujourd'hui *

Depuis la fin de la deuxième guerre mondiale, l'aluminium est peu à peu devenu l'un des principaux métaux industriels. Des produits de haute technologie aux canettes de boissons, il s'en consomme plus de 30 millions de tonnes par an dans le monde.

C'est à partir de la mine que commence la longue série de transformations de la bauxite en métal. Toute une filière est née en amont et aval de cette pièce maîtresse de l'industrie de l'aluminium qu'est l'usine d'électrolyse.

La production de l'aluminium

La bauxite, matière première de l'aluminium

La bauxite tient son nom du village des Baux de Provence où elle a été découverte en 1821. Sa couleur rouge avait à l'époque attiré l'attention des sidérurgistes qui croyaient avoir trouvé un matériau riche en fer. Les analyses du minéralogiste Pierre Berthier allaient les décevoir : pauvre en fer, la bauxite est impropre à la sidérurgie, mais sa forte teneur en alumine (40 à 60%) mélangée à de la silice et de l'oxyde de fer en fera la matière première de l'aluminium.

La bauxite est formée par l'altération rapide des roches granitiques en climat chaud et humide, les principaux gisements sont donc situés dans les zones tropicales. On exploite aujourd'hui la bauxite, en grande quantité, en Australie, en Guinée et en Jamaïque. Les ressources minières sont très importantes puisqu'elles sont estimées à plus de 20 milliards de tonnes, soit trois siècles de réserve au rythme de production actuelle...

Il faut 4 tonnes de bauxite pour produire les 2 tonnes d'alumine nécessaires à l'obtention d'une tonne d'aluminium. La bauxite ne peut pas être utilisée directement pour produire de l'aluminium, elle doit d'abord être purifiée de ses autres composants et tout particulièrement de l'oxyde de fer qui lui donne sa couleur rouge. Le procédé d'extraction de l'alumine, encore utilisé aujourd'hui, a été mis au point en 1887 par le chimiste austro-hongrois, Karl Bayer. Il comprend une suite d'opérations chimiques complexes.

La bauxite est tout d'abord broyée puis attaquée par de la soude caustique dans des autoclaves portées à une température de 250°C. La liqueur obtenue, l'aluminate de sodium, est débarrassée de ses impuretés, puis diluée et refroidie, ce qui provoque la précipitation d'oxyde d'aluminium hydraté. Celui-ci est alors calciné pour obtenir l'alumine destinée à la production de l'aluminium.

L'alumine a l'aspect d'une fine poudre blanche ; à température ambiante, elle est insoluble dans tous les composés chimiques courants et peu conductrice d'électricité. Elle présente une température de fusion élevée, légèrement supérieure à 2 000 °C. L'alumine a d'autres débouchés que la production d'aluminium. Les alumines sont également utilisées dans la fabrication de la céramique, du verre, de la porcelaine ainsi que dans la chimie et l'industrie pharmaceutique.

L'électricité, une ressource essentielle

L'énergie électrique est l'autre matière première essentielle pour la fabrication de l'aluminium. Une usine moderne produisant 500 000 tonnes d'aluminium par an consomme l'énergie

* Cette présentation s'inspire largement du texte de l'ouvrage "L'aluminium, un si léger métal", par Ivan Grinberg, publié dans la collection Découvertes Gallimard.

équivalente à une ville d'un million d'habitants. Le destin de toute usine d'aluminium est donc directement lié au coût de l'énergie. Ceci explique pourquoi les premières usines de production d'aluminium ont été installées dans les vallées alpines ou pyrénéennes à proximité des chutes d'eau nécessaires à la production de l'énergie électrique. La nationalisation de l'énergie en 1946 a eu d'importantes conséquences dans la stratégie d'implantation de nouveaux sites de production. Faut de disposer d'électricité à bas prix en France, les producteurs français se sont tournés vers l'étranger. Sauf exception, les nouvelles usines se sont donc bâties loin de nos frontières. Elles sont, en outre, le plus souvent situées à proximité des ressources en matière première : centrale électrique, site de production d'alumine ou port en eau profonde.

Le procédé de production

L'aluminium primaire ou de 1^{ère} fusion est obtenu par électrolyse de l'alumine selon le procédé découvert en 1886 par le Français Paul Héroult et l'Américain Charles Martin Hall. Il doit être distingué de l'aluminium dit de 2^{ème} fusion ou secondaire qui, lui, est obtenu par la seconde fusion d'aluminium issu du recyclage. L'aluminium secondaire présente en outre l'avantage d'être nettement moins gourmand en énergie. Sa production n'utilise que 5% de l'énergie nécessaire à la production d'aluminium primaire.

L'aluminium primaire s'obtient par électrolyse de l'alumine dissoute dans de la cryolithe fondue à une température de 960° C. L'opération s'effectue dans un caisson en acier garni de briques réfractaires et de blocs de carbone (la cathode) traversé par un courant électrique de haute intensité. L'aluminium se dépose au fond de la cuve tandis que l'oxygène réagit avec le carbone des anodes pour se dégager sous forme de gaz carbonique. Périodiquement et automatiquement, un trou est percé à l'aide d'une pointerolle dans la croûte solidifiée qui se forme à la surface du bain. Une nouvelle dose d'alumine est alors introduite dans le bain d'électrolyse.

L'aluminium liquide qui se dépose au fond de la cuve est régulièrement prélevé par siphonnage dans une poche pour être transporté à la fonderie. Là, il subit un traitement de dégazage en continu avant d'être solidifié, soit pur, soit allié, sous des formes variées.

La transformation de l'aluminium

L'aluminium peut sortir de l'usine d'électrolyse sous quatre formes différentes :

Plaques

Le laminage permet d'obtenir des tôles ou bandes d'aluminium, nécessaires à la fabrication de tous les produits (ailes d'avion, citernes, boîtes d'emballage...) alliant la légèreté à des qualités de surfaces et nécessitant des propriétés mécaniques performantes. La plaque d'aluminium fait l'objet d'un premier laminage à chaud, puis, en fonction de son utilisation ultérieure, d'un laminage à froid qui permet d'obtenir une feuille d'aluminium d'une épaisseur pouvant atteindre 6 microns. C'est notamment l'épaisseur de la feuille d'aluminium ménager présente dans quasiment tous les foyers. Pechiney dispose en France de deux importantes usines de laminage en continu d'aluminium. Celle d'Issoire (Puy de Dôme), équipée de laminoirs géants, travaille essentiellement pour les secteurs de l'aéronautique et du transport.

Billettes

Cylindriques, les billettes sont en général destinées au filage. Le filage de l'aluminium permet notamment d'obtenir des profilés aux sections et aux formes variées d'une grande précision

dimensionnelle et d'une grande complexité. Les billettes peuvent également être forgées pour la fabrication de bouteilles sous pression, de trains d'atterrissage...

Fils

Le passage dans des filières permet d'obtenir des câbles de section variée utilisés dans le transport et la distribution de l'énergie, mais aussi pour des usages mécaniques (rivets, fil de soudage, grillage...).

Lingots

Destinés à la fonderie, ils servent à la fabrication par moulage de pièces complexes comme les blocs moteur...

L'aluminium en quelques chiffres

Europe

8 usines d'alumine

32 usines d'électrolyse

55 usines de laminage

330 usines de filage

289 usines de recyclage

Production annuelle en 2001

6 millions de tonnes

3,9 tonnes d'aluminium primaire

3,6 millions de tonnes de produits laminés

2,3 de tonnes de profilés

3,5 millions de tonnes d'aluminium recyclé

La filière de l'aluminium représente, pour l'Europe, près de 237 000 salariés qui travaillent dans les industries de production et de transformation. La diversité des domaines d'application de l'aluminium illustre parfaitement sa capacité d'adaptation : transports, construction, emballage, habillement, loisirs...

Aujourd'hui pourtant, aux défis industriels et commerciaux s'ajoutent pour les industriels des préoccupations nouvelles. Désormais, ils se doivent de prendre en compte l'impact de leur industrie sur l'environnement et la santé.

■ L'aluminium et l'environnement *

La prise de conscience, par les industriels de l'aluminium, de l'impact de leur activité sur l'environnement est relativement récente. Elle date en effet, des années 60. Les protestations des riverains des usines, en particulier des agriculteurs, n'ont longtemps pas fait le poids confrontés à l'industrie triomphante. Que valaient en effet quelques plaintes face à la croissance d'un métal à l'importance devenue stratégique et à une activité générant des centaines d'emplois, surtout dans des vallées où l'usine était quasiment le seul employeur et faisait vivre l'ensemble du tissu économique local. Pendant longtemps, les usines ont donc rejeté, sans précautions particulières, fumées et eaux usagées. Après la 2^{ème} guerre mondiale, l'augmentation massive de la production aggrave les problèmes de pollution. Les mouvements écologistes se sont organisés, ont pris de l'importance et parviennent dès lors à sensibiliser l'opinion ainsi que les pouvoirs publics. Une réglementation plus exigeante voit enfin le jour. Les industriels, à leur corps défendant, sont conduits à prendre les mesures qui s'imposent. Les essais de captation systématique des gaz débutent dans les années 60, mais ce n'est qu'après 1970 qu'une solution vraiment efficace est trouvée. Aujourd'hui, généralisée, l'intégration d'un dispositif de captation et de recyclage des effluents a permis de réduire considérablement les rejets de fluor. De 15 kilos par tonne d'aluminium produite dans les années 1950, on est passé aujourd'hui à moins de 1 kilo. Mieux, la lutte contre la pollution n'est plus perçue par les industriels comme une entrave à leur activité. Les deux dernières décennies ont été marquées par un ensemble de progrès : réduction des consommations d'énergie et d'eau, limitation des effluents toxiques, retraitement des solvants, recyclage des déchets, engagement dans la réduction d'émission des gaz à effet de serre. Les industriels ont bien compris qu'à long terme cette stratégie se révèle infiniment moins coûteuse que la réparation des dommages.

L'image de l'aluminium a bénéficié de ces efforts. Il s'est acquis en peu de temps, bien qu'il ne soit pas biodégradable, une réputation de métal acteur de l'environnement, notamment en raison de sa capacité à être recyclé. L'aluminium secondaire issu du recyclage présente en outre l'avantage d'être nettement moins consommateur d'énergie.

Il existe deux grandes filières de recyclage :

La première repose sur le principe d'une boucle fermée : des produits bien identifiés, comme par exemple les boîtes-boissons, utilisant un alliage précis, sont refondus pour obtenir le même alliage qui servira à la fabrication d'une nouvelle génération d'emballage.

L'autre filière, l'affinage, fonctionne en boucle ouverte. Elle refond des déchets aux origines diverses (pièces de bâtiment, objets en fin de vie...). Triés et traités selon des procédés technologiques sophistiqués, ils permettront de produire de nouveaux alliages d'une qualité suffisante pour leur destination. L'industrie automobile est aujourd'hui la principale consommatrice d'aluminium affiné qu'elle utilise pour la fabrication de ses pièces de fonderie. Aujourd'hui, près d'un tiers de l'aluminium utilisé dans le monde l'est à partir d'aluminium refondu. A l'échelle de la planète, le recyclage contribue dorénavant à une gestion raisonnable des déchets et des ressources naturelles.

* Cette présentation s'inspire largement du texte de l'ouvrage "L'aluminium, un si léger métal", par Ivan Grinberg, publié dans la collection Découvertes Gallimard.

■ L'aluminium et la santé

L'aluminium est dorénavant omniprésent dans notre environnement. Sous sa forme métallique, il est en contact fréquent par le biais des emballages ou des instruments de cuisson avec notre alimentation. Il est également utilisé sous la forme de sels dans le traitement des eaux, dans l'industrie cosmétique ou la préparation de certains médicaments. Il est également utilisé par l'industrie agroalimentaire comme additif. Il était donc logique que se pose la question de son innocuité sur la santé. Des travaux scientifiques ont été conduits pour étudier la question d'une éventuelle neurotoxicité de l'aluminium. Que sait-on aujourd'hui précisément de l'impact de l'aluminium sur la santé ?

Il y a un apport quotidien d'aluminium dans le corps par le biais des aliments (pain, légumes verts, fruits...), lesquels en contiennent des concentrations variables selon leur nature. Seul l'aluminium sous forme d'oligo-élément peut être assimilé par l'organisme, l'essentiel de l'aluminium ingéré est donc éliminé par l'organisme. C'est la paroi de l'estomac et de l'intestin qui assure cette filtration. Enfin, dans un organisme en bonne santé, la barrière hématoencéphalique joue un rôle de protection du cerveau.

L'impact de l'aluminium sur la santé n'a pu être établi que dans deux cas précis. Il s'agit en tout premier lieu de ce qui a été appelé l'encéphalopathie des dialysés ou encore "la démence des dialysés". Ce trouble neurologique a pu être observé chez des déficients rénaux sous hémodialyse. L'utilisation d'aluminium dans les dialysats*, a été mise en cause. Une fois le lien établi, le problème a pu être rapidement maîtrisé et le risque écarté.

Une seconde pathologie, la myofascite à macrophages, a été isolée en 1998. Elle est liée à l'aluminium vaccinal. L'hydroxyde d'aluminium sert en effet depuis 1923, d'additif dans la préparation des vaccins. Cette pathologie se manifeste le plus souvent par des douleurs musculaires récidivantes ainsi que par une fatigue chronique. La myofascite à macrophages se caractérise par la présence de lésions histologiques et la présence d'inclusions de sels d'aluminium au point d'impact de l'injection, en moyenne trois ans après l'administration d'un vaccin. Le lien de causalité entre l'administration de vaccins contenant de l'hydroxyde d'aluminium et la présence de la lésion histologique caractérisant la myofascite à macrophages est dorénavant établi. Une étude épidémiologique est actuellement menée par l'Agence française de sécurité sanitaire afin de confirmer ou d'infirmer l'existence d'une association entre la lésion musculaire et les manifestations cliniques qui ont le plus souvent amené les patients à consulter: douleurs musculaires (myalgies) et fatigue chronique. Ces manifestations sont en effet présentes chez 85 à 90% des patients présentant des lésions musculaires. Le nombre de cas actuellement identifiés par la présence de lésions histologiques caractéristiques est probablement situé aux alentours de 300 patients sur l'ensemble du territoire (112 cas à Henri Mondor - Créteil, environ 110 cas à la Pitié Salpêtrière - Paris, environ 70 cas à Marseille et environ 45 cas à Bordeaux).

Enfin, l'aluminium a également été mis en cause comme facteur de risque dans le développement de la maladie d'Alzheimer. Cette hypothèse a donné lieu à de nombreuses études, mais pour l'instant aucune donnée sérieuse n'est venue confirmer ce soupçon. Conscients de ces problèmes, les industriels de l'aluminium leur prêtent désormais une attention soutenue, quand ils ne collaborent pas activement aux recherches et études qui sont entreprises pour mesurer les impacts de l'aluminium sur la santé.

* En médecine, le principe de la dialyse est employé dans deux méthodes d'épuration extra-rénale : la dialyse péritonéale et l'hémodialyse, ou rein artificiel. Ces deux procédés suppléent une fonction rénale défaillante et débarrassent l'organisme de l'urée et des déchets toxiques accumulés. Ils consistent à provoquer des échanges, à travers une membrane semi-perméable, entre le plasma du malade et un liquide, le dialysat, dont les concentrations en substances dissoutes sont du même ordre que celles d'un plasma normal.

■ Et demain...

Les industriels de l'aluminium ont maintenant pris en compte dans leur stratégie la nécessité d'allier une politique sociale et environnementale au développement économique. Il s'agit dorénavant d'inventer un modèle qui *"réponde aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs"*.

L'aluminium ne part pas sans atouts dans cette quête d'un développement durable pour notre planète. Les progrès de la science et de la technologie nous invitent à ne plus regarder l'aluminium comme un matériau immuable. Les récentes avancées dans le domaine des nanotechnologies ouvrent la porte à des manipulations au niveau de l'atome.

De cette métallurgie du futur devraient naître de nouvelles propriétés et donc de nouvelles applications pour répondre aux enjeux de l'avenir.

LE GÉNÉRIQUE DE L'EXPOSITION

La Cité des sciences et de l'industrie a bénéficié de l'expertise des équipes de Pechiney, de l'Institut pour l'histoire de l'aluminium et du Carnegie Museum of Art de Pittsburgh.

Cité des sciences et de l'industrie

Conception - Production

Chef de projet Cité des sciences et de l'industrie : Blandine Savrda

Conception-production : Sophie Lécuyer

Conception : Nathalie Puzenat

Scénographie, Graphisme

Conception scénographie : Diane Chollet

Assistance scénographie : Agnès Polline, Pauline Mercier

Assistance à la maîtrise d'oeuvre : Eric Bachelier (Adequat)

Conception éclairage : Jean-François Salière (Attention mouvement)

Mise en œuvre artistique du sol en bauxite : Jean-Pierre Bratz

Conception graphisme : Anne Courtois

Coordination du graphisme : Sabine Lelandais

Signalétique : Hélène Lejeune

Traduction : I.L.S.

Réalisation du graphisme : Cristal sérigraphie

Tirages grandes images : Studio 3 B

Iconographie

Denis Pasquier

Production audiovisuelle - multimédia

Conception-production audiovisuelle : Danièle Beraha, Martine Zwerin

Conception-production multimédia : Thierry Jori, Nicolas Schmidt

Réalisation

Technique audiovisuelle : Alain Hocquet

Suivi intégration objets : Solange Meunier

Suivi intégration grands objets : Gilles Valkman

Coordination du chantier : Eric Braun

Réalisation de la scénographie et des éléments d'exposition : Emmanuel Allisy, Pierre Dexet, Veroliv

Manipulations interactives : Paul Viala

Restauration objets muséologiques : Olivier Morel

Intégration objets muséologiques : Arsenic

Intégration objets planants : Abside

Sol bauxite : Sequoia

Revêtement sol : Regoli

Mobilier : Ammac, Volume International, Ateliers C.S.I.

Electricité : Spie Trindel

Intégration matériel informatique et audiovisuel : Somelec, Soft

Site internet

Cécile Lyonnet, Didier Coiffard

Cité des métiers

Bernadette Thomas, Michel Roger-Gilmert

Médiathèque

Bernadette Ferrat-Thauvin, Marie Lesteven, Françoise Marri, Thibaut Boyer, Didier Chaumeil

Accessibilité

Hoëlle Corvest, Cécile Guyomarc'h

Animation

Alain Paris, Hélène Rivière, Murielle Treil

Gestion-administration

Affaires juridiques et contrats : Eliane Levy, Béatrice Coste

Secrétariat de projet : Nadia Semadi

Gestion : Alexandrine Adon

Suivi des marchés de réalisation : Marie-Pierre Malarme

Régie et maintenance de l'exposition

Equipe des Expositions Temporaires

Partenariat

Fondation-Villette Entreprises

Remerciements à :

Michel Cassé, Professeur Gherardi, Jacques Touret.

Musée de l'Air et de l'Espace du Bourget, Musée des Arts et Métiers.

Musée de Minéralogie de l'Ecole des Mines de Paris, Observatoire de l'Espace du Centre National d'Etudes Spatiales, Collection Citroën.

Jean-Charles de Castelbajac, Issey Miyake.

Modern Design & Contemporary Art.

Pechiney / Institut pour l'histoire de l'aluminium

La Direction de la communication de Pechiney et l'Institut pour l'histoire de l'aluminium, associés au sein d'une équipe projet œuvrant en étroite collaboration avec la Cité des sciences et de l'industrie, ont apporté leur concours à la conception de l'exposition en s'appuyant en particulier sur :

- . le Centre de Recherche Pechiney de Voreppe (CRV),
- . le Centre de Recherche Emballage de Sainte-Menehould,
- . les experts des secteurs et divisions aluminium de Pechiney,
- . les équipes techniques, commerciales et marketing de Pechiney Aerospace, Pechiney Automotive, Pechiney Marine, Pechiney Softal et Cebal
- . les sites de Dunkerque, Issoire, Affimet Compiègne, Ham et Bellegarde
- . l'Institut Paul Hérault
- . les médecins-conseils de la Direction de l'Environnement, de la Gestion des Risques Industriels de Pechiney
- . la Direction des Ressources Humaines de Pechiney
- . les chercheurs de l'Institut pour l'histoire de l'aluminium

Remerciements à :

Airbus, Dassault, PSA Peugeot Citroën, Renault, K-Line, Jean Plateau, le Conservatoire National des Arts et Métiers, le Centre National d'Etudes Spatiales, l'Ecole des Mines de Paris, le Professeur Derouesné, les mines des Usclades, etc.

Fondation Alcoa

La Fondation Alcoa se réjouit de pouvoir célébrer l'influence majeure de l'aluminium dans le passé et le futur au travers du soutien qu'elle a apporté à l'exposition "Aluminium by design". Adaptée sous le titre "Aluminium en formes", elle constitue un élément déterminant de l'exposition présentée à la Cité des sciences et de l'industrie sous le titre de "L'âge de l'aluminium".

Remerciements aux membres du Conseil d'Administration

Ricardo E. Belda, Kathleen W. Buechel, Earnest J. Edwards, Richard B. Kelson, William E. Leahey Jr., Renata Camargo Nascimento, Barry C. Owens, G. John Pizzey, Richard L. Siewert Jr.

Carnegie Museum of Art, Pittsburgh

Conception - production

Conservatrice "Aluminium by design" : Sarah Nichols

Contributions

Audi of America.Inc, Fondation Roy A.Hunt, Fondations Arthur Vining Davis et Commonwealth de Pennsylvanie.