

DOSSIER DE PRESSE

Les atouts du cuivre pour construire un avenir durable
USAGE, CHIFFRES-CLÉS ET NOUVELLES APPLICATIONS

Sommaire

I.	LE CYCLE DE VIE DU CUIVRE	2
	▪ D'où vient le cuivre ?	2
	▪ Une demande mondiale et une production en constante progression	2
	▪ Le recyclage : une ressource majeure	5
	▪ Les grands secteurs utilisateurs de cuivre	7
II.	DES APPLICATIONS NOUVELLES, POUR UN DEVELOPPEMENT DURABLE	8
	▪ Le rôle clé du cuivre pour la préservation, la production et la distribution d'une énergie durable	8
	▪ La contribution du cuivre à l'éco-construction	12
	▪ La place centrale du cuivre dans les transports de demain	13
	▪ Les qualités antibactériennes du cuivre pour la santé humaine	15
III.	ANNEXES :	
	▪ Interviews	
	▪ Liste et coordonnées des porte-parole	
	▪ L'European Copper Institute	
	▪ L'International Copper Wrought Council	
	▪ L'International Copper Study Group	

Contact Presse

Anna Macdougald - GSM : + 32 (0) 477 60 26 74 – anna@eu4u.be
Evelyn Gessler - GSM: + 32 (0) 475 23 53 92
Evelyn.gessler@deciders.eu
Lorraine de Fierlant – GSM : + 32 (0) 485 33 33 33
Lorraine.defierlant@deciders.eu

European Copper Institute

Christian de Barrin,
Directeur de la Communication
Tél. +32 (0) 2 777 70 82 / GSM: + 32 (0) 476 30 99 60
cdb@eurocopper.org

I. LE CYCLE DE VIE DU CUIVRE

A. D'où vient le cuivre ?

► Les origines du cuivre

Le cuivre est un métal naturellement présent dans la croûte terrestre et essentiel au développement de toute forme de vie. C'est le plus ancien métal utilisé par l'homme : les premières pièces de monnaie en cuivre datent de 8 700 ans avant JC. Allié à l'étain, il donna lieu à une révolution technologique désignée sous le terme d'« âge du bronze », aux alentours de 2 300 avant JC. Au tournant du X^{ème} siècle avant JC, le cuivre est également connu pour avoir fait la richesse légendaire du Roi Salomon, grâce à l'exploitation de mines riches en cuivre natif, dans le désert du Sinai.

L'histoire du cuivre est intimement liée à celle de Chypre. C'est en effet sur cette île que furent exploitées les premières mines de cuivre à ciel ouvert qui permirent aux civilisations hellènes, mycéniennes et phéniciennes de prospérer. Elles organisèrent le commerce du métal rouge en méditerranée, si bien que les Romains l'appelèrent « *aes cyprium* » (littéralement « métal de Chypre »). Le terme s'est transformé au fil du temps pour devenir « cuivre ».

► Les différentes sources d'approvisionnement en cuivre

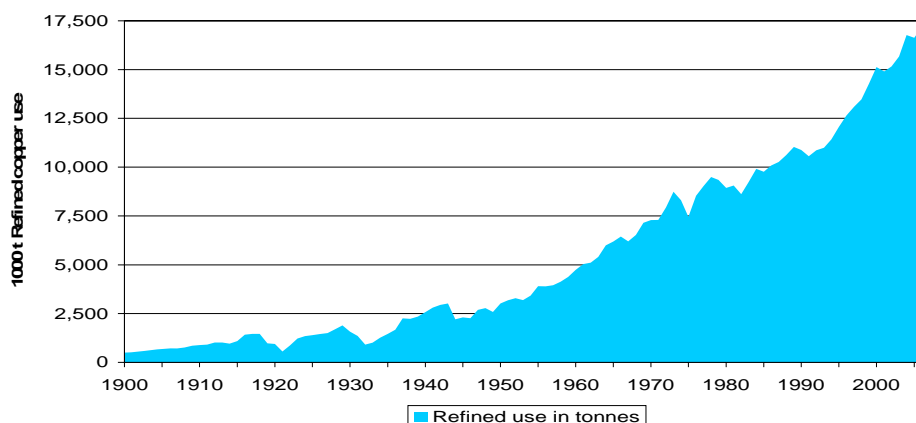
Les ressources en cuivre ont trois provenances :

- L'extraction et le traitement (raffinage) de la matière première, appelée « **production primaire** » ;
- Le recyclage des vieux déchets et des appareils en fin de cycle de vie, appelée « **production secondaire** » ;
- Le recyclage direct des « chutes neuves », déchets issus du processus manufacturier.

B. Une demande mondiale et une production en constante progression

► La demande de cuivre raffiné : aperçu historique et répartition géographique

Depuis le début du XX^{ème} siècle, la demande mondiale en cuivre raffiné est passée de 0,5 million de tonnes (chiffre 1900) à plus de 17 millions de tonnes – cf. graphique ci-après. En 2006, la demande s'est élevée à 17,160 millions (soit une progression de 3,3 % par rapport à 2005¹) et devrait augmenter de 4,2 % en 2007, selon l'*International Copper Study Group*² (soit 17,884 millions de tonnes).

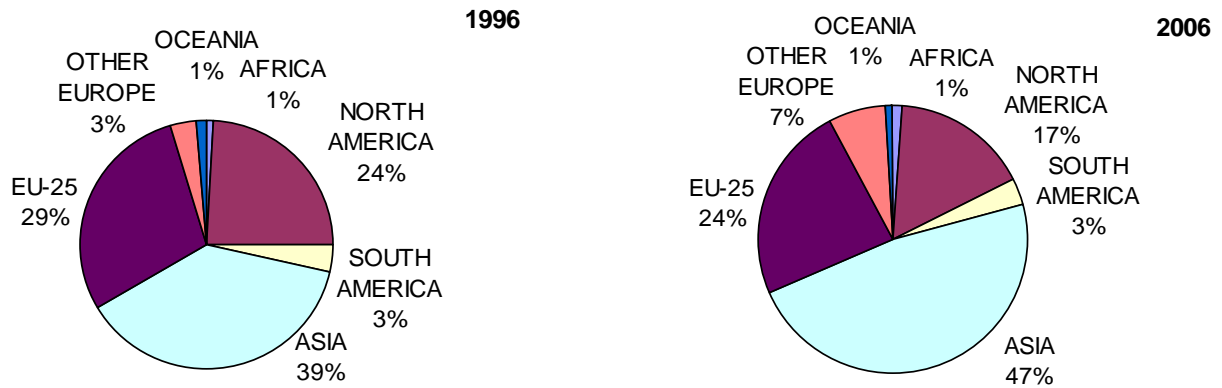


¹ Estimation ICSG.

² L'*International Copper Study Group* (ICSG) est l'organisme de référence en matière d'analyse des statistiques de la production minière, du recyclage et du raffinage de cuivre. Son siège est situé à Lisbonne, au Portugal.

Les principaux pays et régions utilisateurs de cuivre raffiné en 2006 incluent l'ex-Union Européenne à 15, la Chine et les Etats-Unis, suivis du Japon et de la République de Corée. Le niveau total d'utilisation de cuivre raffiné en Europe est relativement stable sur les dix dernières années (environ 31 %), la baisse relative de l'utilisation du cuivre raffiné au sein de l'Union Européenne étant compensée par l'augmentation de son utilisation dans d'autres pays de la région Europe, telle que la Russie ou la Turquie (cf. graphique ci-dessous).

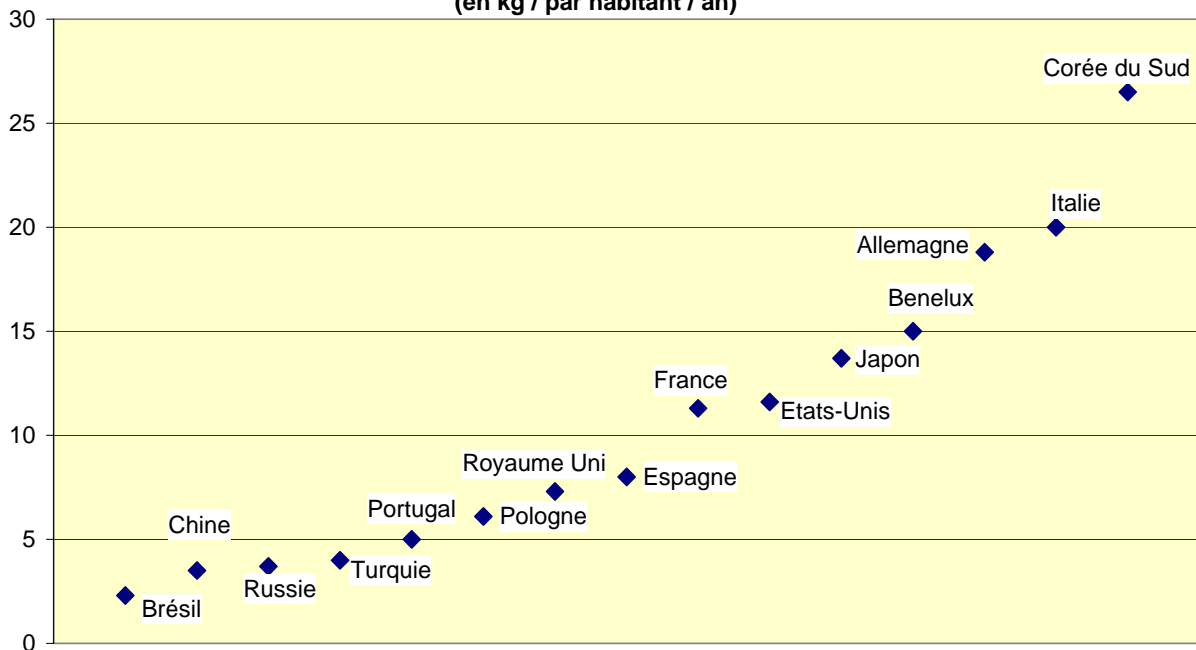
Principales régions utilisatrices de cuivre raffiné dans le monde, en part de la demande totale
comparaison 1996-2006



En 2002, la Chine a émergé comme le plus grand pays utilisateur de cuivre raffiné (de 10% en 1996 à 21% en 2006), devant les États-Unis.

Cependant, l'utilisation de cuivre raffiné par habitant reste très supérieure dans les pays avancés comme les pays de l'ex-UE à 15, les États-Unis et le Japon, en comparaison de nombreux de pays en développement ou en transition :

Utilisation de cuivre raffiné selon les pays, par habitant
(en kg / par habitant / an)



► **En 2006, la production de cuivre raffiné répond à la demande**

Production minière et production raffinée totale
prévisions 2007, chiffres *International Copper Study Group*

REGIONS	MINE PRODUCTION			REFINED PRODUCTION		
	2005	2006	2007 (forecast)	2005	2006	2007 (forecast)
Africa	676	830	1 003	513	614	746
N. America	2 181	2 233	2 473	2 168	2 238	2 382
Latin America	6 651	6 793	7 225	3 559	3 568	4 227
Asean - 10	1 148	906	888	514	539	603
Asia ex Asean / CIS	1 049	1 135	1 193	5 225	5 853	6 204
Asia - CIS	510	545	569	534	538	565
EU - 25	711	713	716	2 329	2 330	2 386
Europe Others	831	872	902	1 198	1 278	1 298
Oceania	1 120	1 140	1 235	471	483	550
TOTAL	14 877	15 166	16 204	16 512	17 441	18 961
Adjustment for Primary Feed Shortage*					0	-818
Allowance for Disruptions**					-43	-84
WORLD	14 877	15 166	16 204	16 512	17 398	18 059
% change		+1,9%	+6,8%		+5,4%	+3,8%

* based on a formula for the difference between the projected copper availability in concentrates and the projected use in primary refined production

** based on capacity utilisation of mines and refineries

En ajoutant les productions primaire et secondaire, on obtient la production totale de cuivre raffiné. Par exemple, en 2006 la production primaire mondiale de cuivre a atteint 15,2 millions de tonnes. A ce chiffre s'ajoutent 2,2 millions de tonnes de cuivre secondaire, portant ainsi la production totale de cuivre raffiné à **17,4 millions de tonnes**.

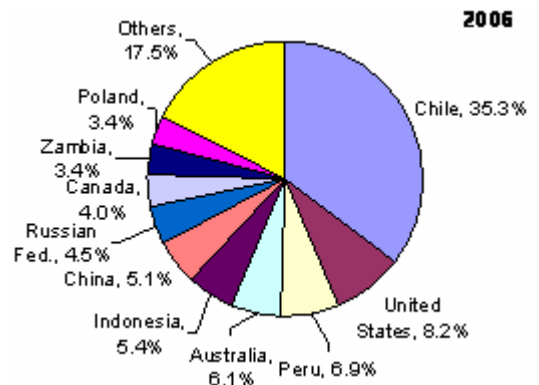
La production totale de cuivre raffiné est parfois légèrement supérieure à la demande, la différence étant conservée sous forme de stocks. En 2006 par exemple, la demande mondiale s'élevait à 17,160 millions de tonnes, contre une production de 17,4 millions, soit un excédent de 240 millions de tonnes.

Pour 2007, l'ICSG table sur une production mondiale de cuivre raffiné de 18,059 millions de tonnes, en progression de 3,8 %.

► **Les principaux pays miniers : l'Amérique du Sud domine**

Le Chili est de loin le plus grand pays d'exploitation minière de cuivre. Il représente plus du tiers de l'extraction cuprifère mondiale en 2006, contre un quart seulement 10 ans auparavant. Le deuxième plus grand pays extracteur de cuivre est les Etats-Unis, bien que leur part soit passée de 17,6 % à 8,2 % sur la même période, soit une division par deux. Ainsi, tandis que la capacité minière du Chili augmentait de 1 million de tonnes entre 1996 et 2006, elle déclinait de 750 000 tonnes aux Etats-Unis.

Parmi les autres importants pays miniers figurent le Pérou, l'Australie, l'Indonésie, la Chine et la Russie. Au total, **l'Amérique du Sud concentre 44 % de l'extraction cuprifère mondiale**.

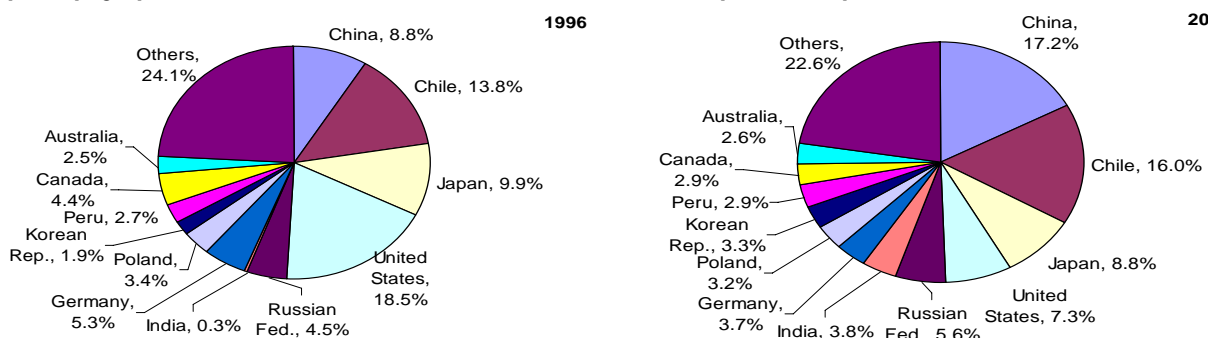


► **Les principaux pays producteurs de cuivre raffiné : Chili et Chine en tête**

La production mondiale de cuivre raffiné en 2006 est dominée par le Chili (16 %) et la Chine (17,2%), qui sont tous deux en forte augmentation depuis 1996. Le Japon, les Etats-Unis et l'Allemagne, qui totalisaient 35 % de la production raffinée mondiale il y a 10 ans, en représentent aujourd'hui moins de 20 %.

Au niveau de l'Union Européenne, la production minière (700 000 tonnes) n'étant pas suffisante comparée à la capacité de raffinage de l'industrie (2,3 millions de tonnes), les principaux pays producteurs de cuivre raffiné doivent importer, à l'exception notable de la Pologne.

Principaux pays producteurs de cuivre raffiné dans le monde, en part de la production totale (comparaison 1996-2006)

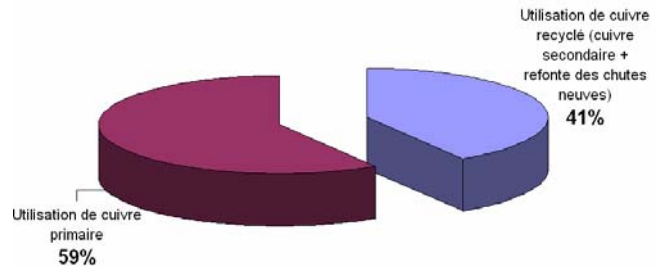


C. Le recyclage : une ressource majeure

Bénéficiant d'une filière performante, le recyclage du cuivre permet de limiter l'exploitation des ressources naturelles, de réduire la consommation d'énergie, et de diminuer les problèmes liés à l'élimination des déchets.

Les derniers chiffres globaux (2004) indiquent ainsi que **34 % de l'utilisation totale de cuivre dans le monde provient du recyclage (en Europe, ce chiffre atteint 41 %)**, qu'il s'agisse de cuivre issu de la production secondaire ou du recyclage direct de chutes d'usine. Selon l'ICSG, les chiffres globaux 2005 devraient indiquer une augmentation de la part du recyclage.

D'où provient le cuivre utilisé en Europe ?
répartition Cuivre recyclé / Cuivre primaire
(en % de l'utilisation totale de cuivre, chiffres 2004)



► Le cuivre, matériau durable et 100 % recyclable à l'infini

Le cuivre est un matériau à la fois durable (de quelques années à plusieurs centaines selon l'application), et 100% recyclable à l'infini. Il fait partie des rares matériaux qui ne se dégradent pas, ni ne perdent leurs propriétés chimiques et physiques lors du recyclage : il n'y aucune différence entre le cuivre recyclé et celui issu de l'extraction minière.

Les Européens jetteront 45 % de déchets supplémentaires en 2020 par rapport à 1995, selon l'Agence Européenne pour l'Environnement. Or, tous ces produits de la société moderne contiennent potentiellement du cuivre, d'autant qu'une part importante de cette augmentation est due aux équipements électriques et électroniques arrivant en fin de vie (ordinateurs, téléphones portables...), qui peuvent contenir jusqu'à 20 % de leur poids en cuivre.

Le champion du recyclage

- Durable et résistant, l'usage du cuivre contribue à limiter, en amont, le volume des déchets ;
- On estime que 80 % du cuivre utilisé depuis l'antiquité est toujours en circulation ;
- Loin d'être consommateur d'énergie, le processus de recyclage permet au contraire une économie d'énergie pouvant aller jusqu'à 85 % par rapport à la production primaire ;
- 100 % recyclable à l'infini, le cuivre recyclé possède les mêmes propriétés que le cuivre primaire et peut être réutilisé exactement comme tel.

Ces déchets appelés « DEEE » font d'ailleurs l'objet d'une directive européenne spécifique³ qui fixe, pour chaque pays membre de l'UE, un objectif de récupération moyen de 4 kg/habitant/an.

De manière générale, la revalorisation des ressources dites « secondaires » va être appelée à augmenter au cours du XXI^{ème} siècle. Le recyclage est un élément clé de cette nouvelle politique visant à boucler le cycle de la matière. L'accent est également de plus en plus mis sur la durabilité des matériaux.

► La part du recyclage dans l'utilisation totale de cuivre

Si l'on ajoute à la demande totale de cuivre raffiné le recyclage direct des chutes neuves (issu du processus manufacturier), on atteint une **utilisation totale de cuivre de l'ordre de 22,450 millions de tonnes** à travers le monde (chiffre 2004), qui se décompose de la sorte :

- **66 % de cuivre primaire raffiné**
- **9 % de cuivre secondaire raffiné (recyclage des vieux déchets et appareils en fin de cycle de vie)**
- **25 % de déchets directement refondus (recyclage des « chutes neuves »)**

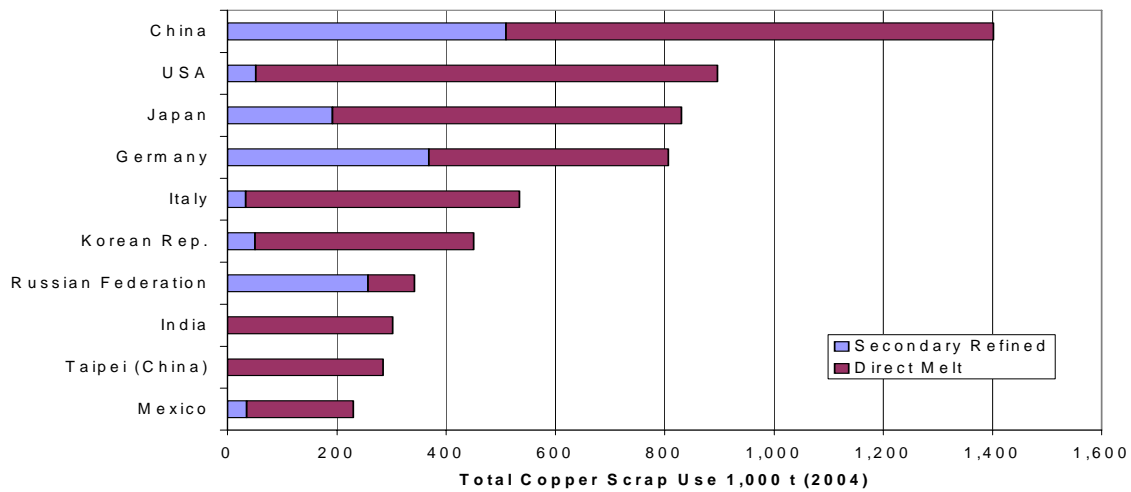
► L'Europe et l'Asie : premiers utilisateurs de cuivre recyclé

Au niveau régional, le taux d'utilisation de cuivre recyclé s'élève à 41 % en Europe, 33 % en Asie, 29 % en Amérique du Nord, et 22 % dans le reste du monde.

L'Asie concentrait près de la moitié des déchets cuivreux mondiaux revalorisés en 2004, suivie de l'Europe (35 %) et de l'Amérique (18 %), contre moins de 1 % pour les autres régions du monde. Les principaux pays utilisateurs de déchets incluent la Chine (1,4 million de tonnes), les États-Unis, le Japon, l'Allemagne et l'Italie. Ce « Top 5 » représentait environ 58 % de l'utilisation mondiale de déchets cuivreux en 2004.

³ Directive 2002/96/CE relative à la récupération et au recyclage des Déchets d'Equipements Electriques et Electroniques (DEEE).

Utilisation totale de cuivre recyclé, par pays, en millions de tonnes (chiffres 2004)



► Y aura-t-il assez de cuivre pour les générations futures ?

Les réserves naturelles minières de cuivre sont estimées à 3 milliards de tonnes, auxquelles il faut ajouter environ 700 millions de tonnes de minerai contenues dans les nodules polymétalliques situés au fond des Océans⁴.

Potentiellement, la capacité totale maximale d'extraction des mines de cuivre de la planète est actuellement de 16,9 million de tonnes par an (utilisée à 89 %). Quant aux infrastructures de raffinage à travers le monde, elles ont aujourd'hui une capacité totale maximale de raffinage de 20,7 millions de tonnes par an (utilisée à 84 %).

De manière générale, des facteurs économiques, technologiques et sociétaux influencent l'offre et la demande de cuivre. Comme les besoins en cuivre de la société augmentent, l'équilibre de l'offre et de la demande dépend de nombreux facteurs tels que les efforts entrepris en matière d'exploration, les évolutions technologiques, les innovations de produits, le choix et la substitution de matériau, sans oublier les effets de spéculation qui font varier les cours.

Dans tous les cas, le recyclage constituera une ressource majeure pour les décennies à venir.

D. Les grands secteurs utilisateurs de cuivre

Le cuivre raffiné est vendu sous forme de cathodes, grandes plaques de cuivre prêtes à être utilisées par l'industrie de transformation. Le secteur industriel dit « secondaire » les achète pour réaliser des demi-produits cuivreux, étape intermédiaire dans la chaîne de valeur. Ces derniers sont utilisés à leur tour dans une variété de produits finis nécessaires à la fabrication de biens manufacturés, propres à la commercialisation.

► La fabrication de demi-produits et le destin des produits finis

Pendant plus de 20 ans, la production de demi-produits a plus que doublé, principalement en raison d'une augmentation croissante des débouchés dans des applications électriques et électroniques. Les plus grandes régions et pays producteurs de demi-produits cuivreux sont les 15 pays membres de l'Union Européenne (26 % en 2006), la Chine, les États-Unis et le Japon, représentant au total plus de 80 % de la production de demi-produits à travers le monde.

Après fabrication et distribution, les biens finaux peuvent être utilisés dans la société pour une durée de 1 à 100 ans. Le cuivre contenu dans les produits finis deviendra généralement recyclable une fois ces derniers arrivés en fin de vie. Il représente ainsi une réserve comparable à un vaste gisement de minerai pouvant être disponible pour un futur usage, qu'on désigne parfois sous le terme « *urban mining* ».

⁴ Source : *International Copper Study Group*.

► Les principaux secteurs utilisateurs de cuivre raffiné : l'énergie et le bâtiment

L'utilisation du cuivre raffiné, en Europe, se répartit de la manière suivante⁵ :

- **Electricité et énergie** (incluant fils et câbles dans le bâtiment) : **58 %** ;
- **Construction** (incluant architecture et tubes) : **26 %** ;
- Ingénierie (machines-outils, objets de la vie quotidienne, pièces de monnaie) : 10 %
- Transport : 5 % ;
- Autres : 1 %.

► Quelques exemples d'applications finales

Le cuivre est omniprésent dans notre quotidien... mais il n'est pas toujours visible. Voici quelques exemples de cuivre « caché » :

1. Dans le sous-sol : câbles haute tension, éclairage, tuyauteries de gaz, réseau de distribution d'eau, métro...
2. Derrière les murs : lignes téléphoniques, réseau d'électricité, canalisations d'eau sanitaire, valves, systèmes pare-feu et protection incendie...
3. A l'intérieur des appareils ménagers : fils, transformateurs, ventilateurs, interrupteurs, systèmes de réfrigération, climatiseurs, puces électroniques...

Au-delà de sa présence cachée, le cuivre s'expose dans de nombreux objets de la maison qui ponctuent notre vie quotidienne : robinets, radiateurs, poignées de porte, mobilier, casseroles...

► Le cuivre dans les systèmes électriques et le secteur de l'énergie (aperçu)

Le cuivre est connu pour améliorer les performances des systèmes de production et de distribution d'énergie : l'électricité transmise par le cuivre rencontre en effet beaucoup moins de résistance que via n'importe quel autre métal d'usage courant. C'est la raison pour laquelle on trouve du cuivre dans les câbles mais aussi les générateurs, les moteurs, les transformateurs, et les systèmes de production des énergies renouvelables. Tous les appareils électroménagers grand public, les applications électroniques et les appareils de télécommunication contiennent également des quantités importantes de cuivre.

► Le cuivre et ses alliages dans la construction (aperçu)

En France l'usage des métaux cuivreux en architecture a été multiplié par 6 en 15 ans. Constructeurs, architectes et décorateurs les apprécient pour leur malléabilité, leur résistance à la corrosion, leur durabilité et leurs qualités esthétiques. Ils les utilisent sous deux formes :

- Les profilés en Bronzes d'Architecture (laiton), qui servent dans la construction de menuiserie de façade, murs rideaux, verrières, portes et fenêtres ;
- Les feuilles de cuivre, pour la couverture ou le bardage. Le cuivre est ainsi utilisé pour environ 10 % des toitures métalliques mais aussi pour les revêtements de façades, et comme élément décoratif.

Enfin, naturellement antibactérien, le cuivre est largement utilisé pour garantir la sécurité et l'hygiène des systèmes de distribution d'eau et dans les systèmes de chauffage et d'air conditionné.

► Le cuivre dans les produits de télécommunication et de haute technologie (aperçu)

Le cuivre est un acteur-clé des nouvelles technologies de l'information et de la communication. Présent dans les puces d'ordinateur, les circuits imprimés, les téléphones portables, le cuivre dispose d'une excellente conductivité qui a également rendu possible l'amélioration de la vitesse de transmission des données grâce aux lignes à haut débit et à l'ADSL sur fil de cuivre.

Le cuivre est par ailleurs un des composants des câbles supraconducteurs utilisés dans le domaine de la fusion nucléaire et contribue au fonctionnement des IRM/scanners dans les hôpitaux.

⁵ Source : *International Wrought Copper Council (IWCC)*.

II. DES INNOVATIONS DANS TOUS LES GRANDS DOMAINES D'APPLICATION DU CUIVRE

Le cuivre bénéficie de nombreuses innovations récentes issues de la recherche en matière environnementale, technologique ou encore sanitaire, s'inscrivant dans une démarche de développement durable. Qu'il s'agisse de contribuer à l'efficacité énergétique et à la réduction des émissions de CO₂, à la limitation du volume de déchets ou encore à l'amélioration de la santé humaine, les atouts du cuivre dans tous ses grands domaines d'application en font le métal clé pour construire un avenir durable.

A. Le rôle clé du cuivre pour la préservation, la production et la distribution d'une énergie durable

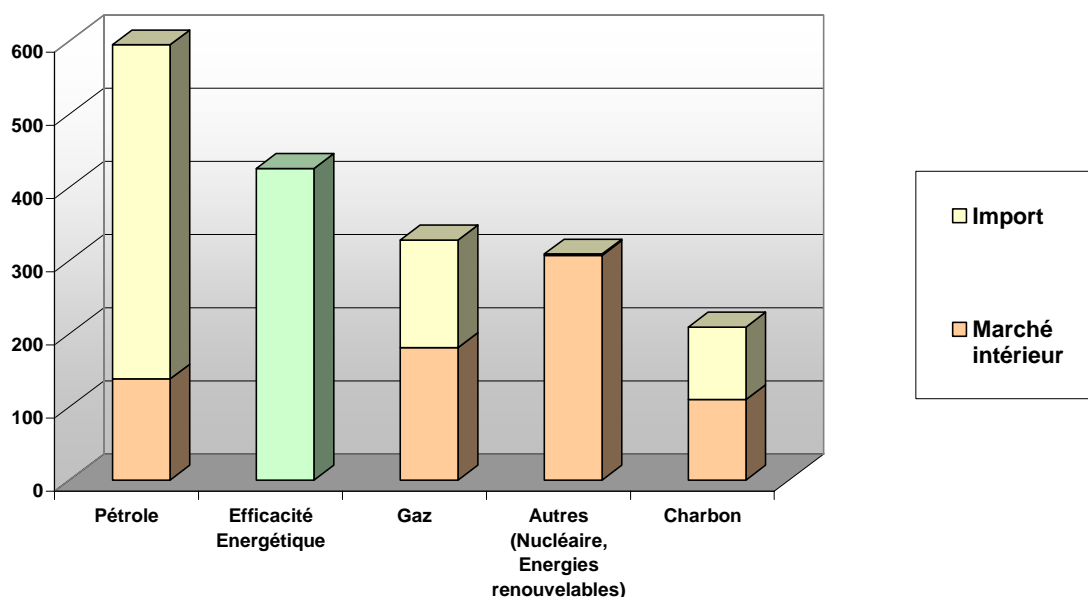
En tête des préoccupations environnementales de l'Union Européenne, on trouve l'utilisation rationnelle de l'énergie, la réduction des émissions de CO₂, et l'augmentation de la proportion d'électricité issue des énergies renouvelables. Or **le cuivre est le meilleur conducteur d'électricité parmi l'ensemble des métaux non précieux**, ce qui le place au cœur des enjeux énergétiques. A titre d'exemple, sa conductivité électrique est supérieure de 60 % à celle de son principal concurrent dans ce domaine, l'aluminium. Cette propriété essentielle le rend indispensable à la production et à la distribution d'énergie, comme dans les centrales solaires ou les éoliennes, par exemple. Mais elle fait également de lui le principal vecteur d'efficacité énergétique, source essentielle d'économies d'énergie et de diminution des émissions de CO₂.

► Le principal vecteur d'efficacité énergétique, en réponse aux objectifs de Kyoto

Le protocole de Kyoto fixe, pour les pays industrialisés, un objectif global de réduction de 5 % des émissions de gaz à effet de serre à l'échelle mondiale d'ici 2010, et de 8 % pour l'UE (par rapport au niveau de 1990). L'un des moyens les plus efficaces pour atteindre ces objectifs consiste à améliorer le rendement énergétique : cela permet de réduire les frais d'exploitation, tout en diminuant les émissions de CO₂.

Qualifiée de « pétrole caché » ("*second fuel*") par les chercheurs, l'efficacité énergétique est une source d'économies qui pourrait contribuer à elle seule à la totalité des objectifs de Kyoto pour l'Union Européenne (environ 270 millions de tonnes de CO₂ en moins par an), selon le Professeur R. Belmans de l'Université Catholique de Louvain. Ses estimations révèlent que **chaque tonne de cuivre utilisée à bon escient dans l'amélioration du rendement des systèmes énergétiques permet d'économiser 200 tonnes de CO₂**.

Les sources d'énergie en Europe
(projection incluant la part potentielle de l'efficacité énergétique)
en millions de tonnes équivalent pétrole / an



Source : Prof. R. Belmans, Université Catholique de Louvain. Chiffres basés sur un potentiel d'amélioration du rendement énergétique de 30 %

► Le cuivre au cœur des moteurs industriels à haut rendement

L'augmentation des masses de cuivre dans les applications électriques, notamment les plus énergivores, permet d'en améliorer l'efficacité et de réduire les pertes d'énergie liées à leur utilisation jusqu'à 70 %. C'est le cas des moteurs industriels « à haut rendement énergétique », qui comprennent 30 % de cuivre de plus que la moyenne.

Or la modernisation des moteurs électriques constitue le principal levier d'action pour permettre à l'UE, à terme, de respecter ses engagements internationaux en matière de réduction des gaz à effet de serre. En effet, les études réalisées au titre du programme « *Motor Challenge* » initié par la Commission Européenne⁶ montrent que **l'utilisation de moteurs industriels à haut rendement permettrait d'économiser plus de 200 TWh par an au sein de l'UE, soit 100 millions de tonnes de CO₂ en moins** dans l'atmosphère... et une facture énergétique allégée de 6 milliards d'euros pour l'industrie.

Pour répondre à cet enjeu, l'Europe et les Etats-Unis ont mis en place des normes de moteurs à haut rendement : en Europe la norme « *EFF 1* », et aux Etats-Unis la norme « *NEMA Premium* ». Le moyen le plus efficace, pour atteindre de telles performances, consiste à remplacer les masses volumiques d'aluminium contenues dans les rotors des moteurs, par du cuivre. L'entreprise FAVI, en France, a développé une technologie unique au monde (cf. interview en annexe).

► Le cuivre, carte maîtresse de l'éco-conception

L'enjeu de la réduction des émissions de CO₂ ne concerne pas que le secteur industriel. Prendre une douche de 15 minutes, cuisiner au gaz pendant 20 minutes, parcourir 4 km en voiture... chacun de ces gestes quotidiens produit 1 kg de CO₂, selon le programme *Leonardo Energy* (www.leonardo-energy.org). De même, 1 kWh d'électricité est nécessaire pour écouter 15 CD ou préparer 20 repas au micro-ondes TV. On le voit : le mode de vie des européens, mais aussi **la performance des produits et des biens qu'ils utilisent au quotidien**, influent grandement sur leur consommation énergétique et donc sur la pression que l'activité humaine exerce sur l'environnement.

C'est pourquoi l'éco-conception est devenue un axe essentiel de la stratégie communautaire : **une directive européenne de 2005⁷ vise ainsi à rendre systématique, dès leur conception, la prise en compte des aspects environnementaux des produits et des biens vendus dans l'UE**. Elle énonce pour cela des exigences relatives aux caractéristiques environnementales des produits comme la consommation d'énergie et d'eau, la production de déchets ou la prolongation de la durée de vie, afin qu'ils puissent être améliorés sur l'ensemble de ces critères.

Or, ce qui vaut pour les moteurs industriels vaut également pour les applications grand public (électroménager) : l'augmentation des masses de cuivre permet d'en augmenter fortement le rendement, donc de diminuer leur impact environnemental sur le long terme. Selon le programme *Leonardo Energy*, « *Modifier la conception d'un moteur électrique de 1,5 kW pour en augmenter la part de cuivre, provoque un rejet additionnel de CO₂ de 18 kg lors de sa fabrication, mais permet d'éviter de rejeter 650 kg de CO₂ sur une période d'utilisation de 10 ans* ».

► Le cuivre, composant essentiel des énergies renouvelables : l'exemple de l'éolien

Selon les objectifs fixés par l'Union Européenne dans le cadre de la mise en œuvre du protocole de Kyoto, 12 % de la consommation totale d'électricité en Europe devra être d'origine renouvelable d'ici 2010⁸, et 20 % d'ici 2020. L'éolien en sera vraisemblablement le premier contributeur.

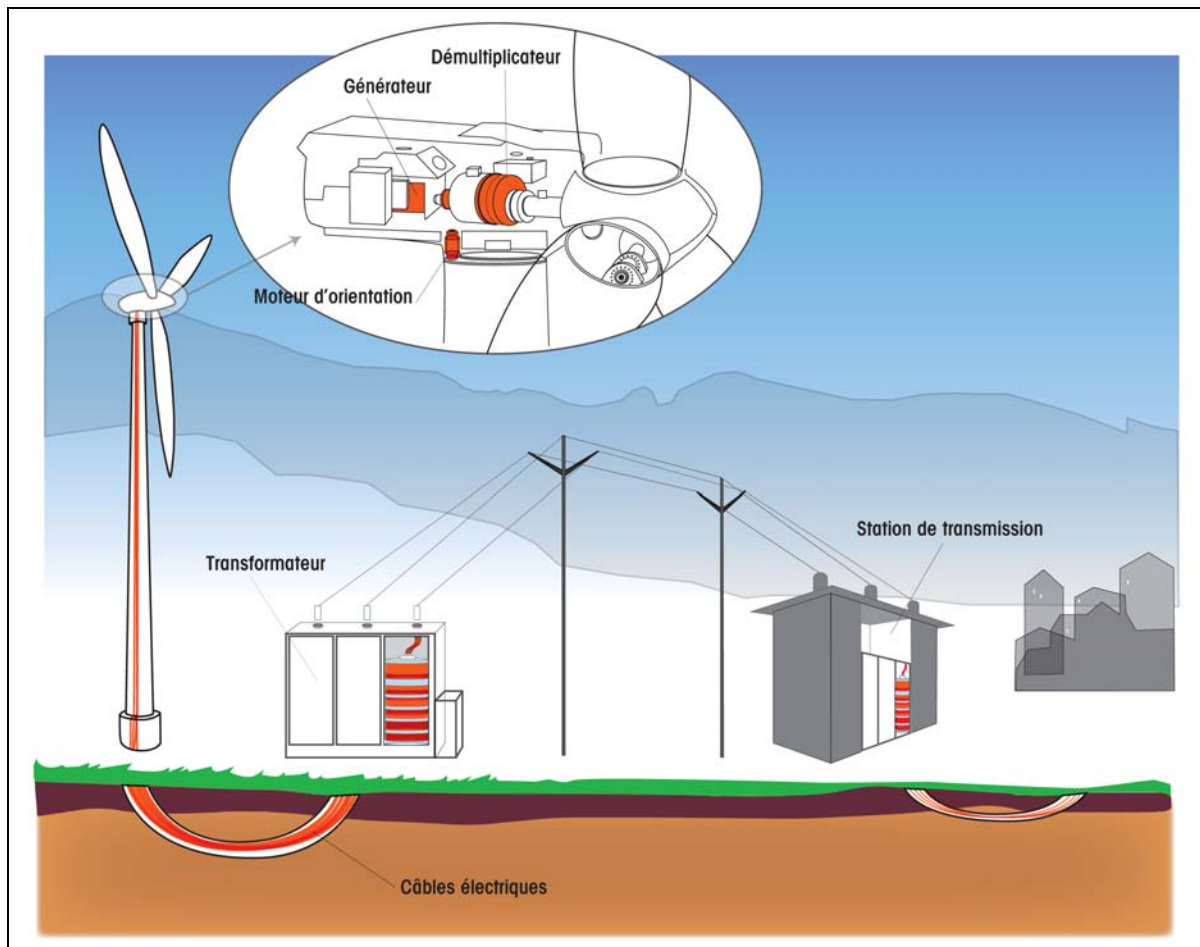
Le cuivre est présent dans tous les éléments de la chaîne de production énergétique éolienne, du générateur au transformateur, en passant par le rotor et les câbles. **Une éolienne de 1 MW contient ainsi 3 tonnes de cuivre**, et permet d'éviter de rejeter 1 tonne de CO₂ par an⁹.



⁶ *Motor Challenge* est un programme européen d'engagement volontaire dont l'objectif est d'aider les entreprises à améliorer l'efficacité énergétique de leurs systèmes intégrant des moteurs électriques. <http://energyefficiency.jrc.cec.eu.int/Motorchallenge>

⁷ Directive 2005/32/CE du 6 juillet 2005, établissant un cadre pour la fixation d'exigences en matière d'éco-conception applicables aux produits consommateurs d'énergie.

⁸ Directive 2001/77/CE du 27 septembre 2001, relative à la promotion de l'électricité produite à partir de sources d'énergie renouvelables sur le marché intérieur de l'électricité.



Le cuivre dans la chaîne de production et de distribution de l'énergie éolienne

Puissance éolienne installée dans les différents pays de l'UE, en MW :

	<i>Rappel 2004</i>	<i>2005</i>	<i>Evolution</i>
Germany	16 628,8	18 427,5	+ 11%
Spain	8 317,0	9 911,0	+ 19%
Denmark	3 125,0	3 129,0	-
Italy	1 131,5	1 639,0	+ 45%
United Kingdom	933,2	1 565,0	+ 68%
Netherlands	1 073,0	1 224,0	+ 14%
Portugal	537,0	1 047,0	+ 95%
Austria	594,6	816,9	+ 37%
France	382,3	755,6	+ 98%
Greece	472,6	573,3	+ 21%
Sweden	452,0	493,0	+ 9%
Ireland	326,9	480,2	+ 47%
Belgium	96,0	167,4	+ 74%
Finland	82,0	82,0	-
Poland	68,1	71,8	+ 5%
Luxembourg	35,3	35,3	-
Estonia	5,7	32,0	+ 461%
Latvia	24,0	24,0	-
Czech Republic	16,5	20,3	+ 23%
Hungary	3,3	17,5	+ 430%
Slovakia	5,1	5,1	-
Lithuania	0,9	0,9	-
Total EU	34 310,7	40 517,8	+ 18%

Source : baromètre EurObserv'ER 2006

La puissance éolienne a cru de 18 % entre 2004 et 2005 en Europe. La puissance installée au sein de l'Union Européenne fin 2005 dépassait ainsi les **40 000 MW, soit un parc européen contenant plus de 120 000 tonnes de cuivre au total.**

Le peloton de tête est constitué de l'Allemagne (18 400 MW), de l'Espagne (9 911 MW) et du Danemark (3 129 MW).

⁹ Source : Université de Louvain, Belgique.

Quelques projets de parcs éoliens remarquables en Europe, récents et à venir :

- Le plus grand parc éolien offshore : le parc de Nysted, au Danemark. Ce parc, constitué de 8 rangées de 9 éoliennes, est situé à environ 10 km au sud de la ville de Nysted dans la partie sud-est du Danemark. Ses 72 éoliennes d'une puissance unitaire de 2,3 MW totalisent 165,5 MW. La production d'électricité annuelle du parc couvre les besoins en électricité de 145 000 foyers danois.
- Le plus important parc éolien onshore : le parc éolien « Scottish Power » en Ecosse, avec ses 140 éoliennes de 2,3 MW (en cours de construction par Siemens), qui atteint une puissance totale de 322 MW.
- La plus grande éolienne du monde : l'éolienne de Bergbauser, dans le Brandebourg, en Allemagne, qui mesure 205 m de haut (Seeba Technik GmbH)

► Sans cuivre, pas d'électronique...

Les nouvelles technologies de l'information et de la communication ne pourraient pas fonctionner sans cuivre : le métal rouge y est omniprésent, qu'il s'agisse d'électronique grand public, d'électroménager ou d'appareils de télécommunication.

- Plus de 10 millions de lignes ADSL en fils de cuivre sont posées chaque année, et aux USA le réseau cuivre représente 3 milliards de km, soit près de 7 800 fois la distance de la Terre à la Lune.
- Un téléphone mobile est composé à 14 % de cuivre (jusqu'à 19 % si l'on compte la batterie et le câble du chargeur). Or partout dans le monde, le nombre d'utilisateurs de téléphones portables ne cesse d'augmenter. En 2006, il s'est vendu plus d'1 milliard de téléphones portables¹⁰, soit l'équivalent de 20 000 tonnes de cuivre. En France, le parc actif atteint 51 millions de mobiles¹¹, et plus de 4 Français sur 5 sont équipés. Les utilisateurs changent de portable en moyenne tous les 20 mois¹².
- Un ordinateur contient en moyenne 1,5 kg de cuivre. Sachant qu'il se vend chaque année 240 millions d'ordinateurs à travers le monde (chiffre 2006), leur recyclage permettra d'obtenir l'équivalent d'une mine produisant 360 000 tonnes de cuivre par an.

¹⁰ Source : Strategy Analytics.

¹¹ Source : Arcep, déc. 2006.

¹² Etude TNS Sofres-Afom, novembre 2005.

B. La contribution du cuivre à l'éco-construction

Extrêmement durable et 100 % recyclable à l'infini sans aucune perte de performance, le cuivre s'inscrit dans une démarche environnementale globale, tout au long du cycle de vie des bâtiments. C'est ainsi que de nombreux projets architecturaux faisant la part belle au cuivre émergent actuellement en Europe, mettant à profit tant ses qualités esthétiques pour les toitures et le parement de façades, que sa haute valeur environnementale.

► Le cuivre au service de la Haute Qualité Environnementale® : l'exemple de la nouvelle médiathèque d'Illkirch-Graffenstaden (Alsace)

Réalisée entre 2004 et 2006 pour un montant global d'investissement de 8,95 M €, la nouvelle médiathèque d'Illkirch-Graffenstaden, dans la banlieue proche de Strasbourg, est emblématique de la démarche HQE®.



• La médiathèque en chiffres :

- 1 600 m² de parements de façade en cuivre
- 1 500 m² de toiture cuivre
- 610 m de canalisations en cuivre
- 4 m² de panneaux solaires thermiques

• De l'installation sanitaire à la façade : une médiathèque « tout en cuivre »

Le bâtiment tire le meilleur parti des qualités techniques et environnementales du cuivre, dont il met les propriétés à contribution pour répondre à 6 cibles HQE :

- L'**intégralité de la toiture et de la façade** de la médiathèque ont été parées de cuivre, donnant ainsi au bâtiment un aspect extérieur d'un beau vert, en parfaite harmonie avec son environnement immédiat (cible HQE n°1 : relation avec l'environnement) ;
- Un **équipement solaire thermique** en cuivre a été choisi pour le chauffage de l'eau sanitaire, permettant ainsi d'optimiser le bilan énergétique du bâtiment (cf. cible HQE n°4 : gestion efficace de l'énergie) ;
- La **totalité du réseau d'eau** chaude et froide de la médiathèque a été réalisé en tubes de cuivre, connus pour leurs propriétés naturellement antibactériennes (cf. cibles HQE n°12 et 14 : santé et qualité de l'eau).
- Le choix du cuivre comme matériau de prédilection répond par ailleurs à l'exigence d'une **parfaite compatibilité entre les différents matériaux** de gros œuvre et second œuvre du chantier, tels le plâtre, le mortier ou le béton (cf. cible HQE n°2 : choix intégré des procédés et matériaux de construction) ;
- L'utilisation de cuivre permet enfin de **limiter la quantité de déchets de chantier** non recyclables : récupéré et fondu pour être réutilisé, le cuivre peut en effet se réinsérer à l'infini dans le cycle de production (cible HQE n°6 : gestion optimale des déchets).

► Le cuivre allié du design et de l'architecture : l'exemple de la nouvelle Chelsea FC Academy, qui sera terminée fin 2007



En cours de construction, les nouveaux bâtiments de la Chelsea Football Academy devraient être livrés d'ici fin 2007.

Le pavillon principal est bardé d'aillettes de bronze d'architecture, dont la tonalité va progressivement virer du jaune d'or (couleur du laiton) vers le brun noisette, par oxydation naturelle liée aux intempéries.



Ce centre de formation fonctionnera comme une « pépinière de talents » pour l'équipe des Blues, championne d'Angleterre en titre. La Chelsea Academy accueille en effet chaque année une émission de télé-réalité, « Football Icon », qui permet de sélectionner les futurs meilleurs espoirs du football anglais.

Architecte : Atherden Fuller Leng / Maîtrise d'œuvre : Richardson Rfg.

► **La contribution du cuivre à la réduction des dépenses énergétiques des infrastructures publiques : l'exemple des patinoires en Suède, lancement d'une patinoire pilote fin 2006**

La Suède compte 201 patinoires couvertes et 144 pistes de glace en plein air : un ensemble d'infrastructures sportives particulièrement développé, mais également gros consommateur d'énergie et occasionnant d'importants rejets de CO₂.

Une invention suédoise développée par la société Sveriges Energi & Kylcentrum permet aujourd'hui de réduire la facture énergétique des nouvelles patinoires de 150 000 kWh / an, soit 11 tonnes d'émissions de CO₂ en moins, en utilisant 18 kilomètres de tubes de cuivre. Des économies d'énergie telles que, compte-tenu du surcoût initial que nécessite l'infrastructure (entre 82 000 et 110 000 euros), le retour sur investissement est atteint après 5 à 7 ans. Quand on sait que la durée de vie technique d'une patinoire est de 20 à 40 ans, l'intérêt financier est patent.



Une innovation technologique à forts bénéfices environnementaux

La base d'une patinoire se compose de canalisations dans lesquelles circule un fluide frigorigène salé qui maintient la glace à une température d'environ - 10°C. Jusqu'ici, la difficulté résidait dans le fait qu'il fallait une puissance très élevée pour faire circuler ce fluide, via une pompe. Mais, en utilisant du dioxyde de carbone liquide sous haute pression (40 bars) circulant dans des tubes en cuivre capables de supporter de telles pressions, on a pu recourir à des pompes d'une puissance 90 % inférieure à celle que nécessite une installation standard, réduisant ainsi la consommation d'énergie.

Outre sa technique de refroidissement optimisée, ce nouveau type de patinoire peut recycler la chaleur des systèmes de refroidissement, pour alimenter le réseau urbain ou chauffer des bâtiments publics. Ce « recyclage thermique » permet à la collectivité d'économiser chaque année 400 000 kWh supplémentaires. Cette innovation a été récompensée par le *National Environment Protection Board* suédois (Comité national de protection de l'environnement), pour sa remarquable efficacité en termes de préservation de l'environnement.

En matière écologique, la question de la fin de vie du bâtiment est également essentielle, or au moment du démantèlement ou de la reconstruction des patinoires, les tubes de cuivre peuvent être entièrement recyclés et réintégrés dans le cycle productif.

Cette nouvelle technologie est susceptible d'être exportée à grand échelle et de trouver des débouchés à l'international.

C. La place centrale du cuivre dans les transports de demain

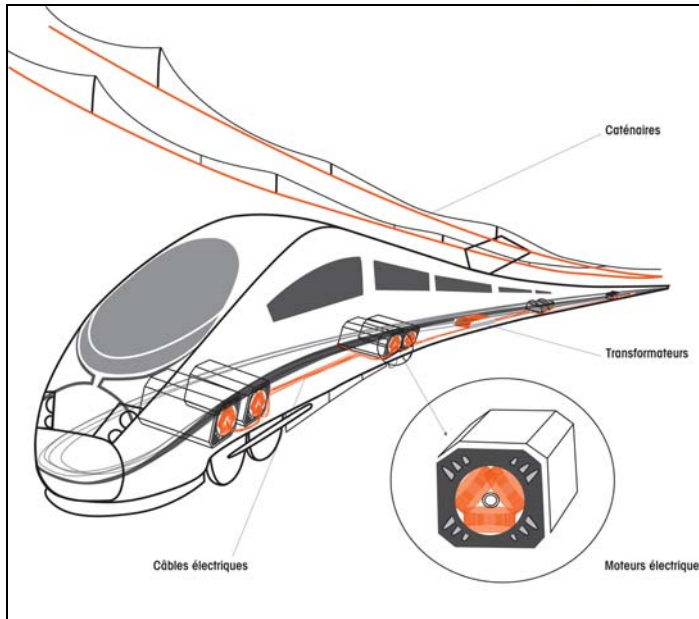
La conductivité électrique du cuivre (la meilleure parmi l'ensemble des métaux non précieux) le rend indispensable aux transports de demain, qu'il s'agisse des trains à grande vitesse ou des voitures nouvelle génération.

► **L'élément clé des lignes de trains à grande vitesse : l'exemple du Vélaro – Janvier 2007**

Depuis 2007, le *Velaro* est le train le plus rapide du monde en service commercial. Commandé par la Renfe (société d'exploitation des chemins de fer espagnole) à la société Siemens, pour desservir la nouvelle ligne Madrid-Barcelone, il est composé de rames automotrices dérivées du nouvel *Inter-City Express* (ICE 3), le « TGV allemand ».

Tandis que les trains électriques classiques utilisent entre 1 et 2 tonnes de cuivre, et les TGV entre 2 et 3 tonnes, **le Vélaro nécessite entre 3 et 4 tonnes de cuivre**, notamment en raison d'une traction basée sur un nombre impressionnant de moteurs : pas moins de 16.





Principales caractéristiques du Velaro :

- Le Velaro est apte à circuler à 350 km/h sous caténaire cuivre de 25 000 V à 50 Hz, sur des voies à écartement normal (1435 mm) ;
- Chaque km de câble de caténaire contient en moyenne 2,5 tonnes de cuivre, soit **10 tonnes / km au total**, sachant qu'une caténaire est composée d'un câble haut et d'un câble bas, et que les 2 côtés de la voie en sont équipés ;
- La puissance des rames s'élève à 8 800 kW. Les équipements électriques et la motorisation sont répartis dans les rames selon le principe adopté pour les ICE, c'est-à-dire via 16 moteurs de traction placés sous le train.

Ci-contre : le cuivre dans le train à grande vitesse espagnol/Velaro.

Les câbles inférieurs des caténaires, qui sont en contact permanent avec le train au cours du trajet (au moyen de câbles situés sur le toit des rames), sont réalisés à partir d'un alliage de cuivre et de magnésium, dont la résistance mécanique à la tension autorise des vitesses pouvant aller jusqu'à 400 km/h (contre 160 km pour les câbles classiques), et qui disposent d'une durée de vie 4 fois supérieure aux câbles classiques.

Les équipes de recherche-développement de Siemens travaillent déjà à l'élaboration de nouveaux câbles à partir d'alliages cuivre-chrome-zirconium, qui promettent d'atteindre des résistances à la tension et des durées de vie encore plus importantes.

► Le « système nerveux » des voitures intelligentes

Devenue en un siècle un objet de consommation par excellence, l'automobile a ainsi su tirer le meilleur parti des innovations technologiques, pour devenir aujourd'hui un objet « intelligent », qui garantit à son utilisateur sécurité et confort.

Grâce à sa remarquable conductivité électrique et à sa résistance à la corrosion, le cuivre participe pleinement à cette évolution : une voiture milieu de gamme contient aujourd'hui 2 km de câbles en cuivre et alliages de cuivre, et une voiture haut de gamme 3 km. Au total, la quantité de cuivre que l'on trouve dans les voitures particulières va de 20 kg pour les petites, à 45 kg pour les modèles de luxe et les nouveaux véhicules hybrides¹³.

Quelques exemples de nouvelles applications automobiles auxquelles le cuivre contribue :

- L'EBD (*Electronic Brake-force Distribution*) assure une meilleure répartition de la force de freinage, et l'ESP (*Electronic Stability Control*) optimise le maintien de la trajectoire. Ces 2 technologies font la part belle au cuivre, « système nerveux » reliant les capteurs aux puces, puis aux applications mécaniques ;
- S'appuyant sur les qualités naturelles du cuivre pour la transmission de données, certains modèles proposent déjà des ordinateurs de bord avec l'Internet haut débit, permettant à l'usage de consulter les informations routières ou la météo en ligne, voire de recevoir des fax ou des e-mails ;
- Enfin, l'adaptation automatique des sièges à la taille et à la corpulence des passagers au moyen de moteurs électriques miniatures à base de cuivre permet d'améliorer sensiblement le confort des passagers.

Une directive européenne pour recycler les véhicules en fin de vie

Selon une directive européenne de septembre 2000¹⁴, 85 % du poids de chaque véhicule doit être récupéré et 80 % recyclé ou réutilisé. À partir de 2015, 95 % du poids de chaque véhicule devra être récupéré et le recyclage et la réutilisation passeront à 85 %.

En effet, que ce soit lors de l'achat d'un véhicule neuf avec reprise de l'ancien, suite à un accident ou simplement après une vie bien remplie, il faut à un moment ou un autre songer à faire recycler son véhicule. L'époque des « cimetières de voitures » qui jalonnaient les routes nationales est révolue : désormais, des professionnels agréés (casses, ferrailleurs et démolisseurs) dépolluent puis broient les carcasses automobiles en fin de vie afin d'en extraire les matières recyclables, comme le cuivre. Ce processus permet, à ce jour, de traiter le maximum de matériaux en recyclage et de ne mettre en décharge que 10 à 15 % du poids total du véhicule¹⁵.

¹³ Source : Ministère de l'Industrie.

¹⁴ Directive 2000/53/CE du 18 septembre 2000, relative à la gestion des véhicules à moteur hors d'usage.

D. Les qualités antibactériennes du cuivre pour la santé humaine

► Des vertus médicinales connues depuis la nuit des temps

Avant même que l'existence des micro-organismes fût découverte, les égyptiens, les grecs, les romains et les aztèques utilisaient des préparations à base de cuivre pour soigner leurs infections (maux de gorge, éruptions cutanées) et pour l'hygiène quotidienne. Au XIX^{ème} siècle, après la découverte du lien de causalité entre le développement de germes pathogènes et la déclaration des maladies, les scientifiques commencèrent à comprendre comment les propriétés antibactériennes du cuivre pouvaient être exploitées au mieux.

De nos jours, le cuivre est utilisé par toute l'industrie pharmaceutique, dans des applications allant des antiseptiques et antifongiques aux produits de soins et d'hygiène (crèmes, ampoules d'oligo-éléments...).

► Utiliser le cuivre et ses alliages pour lutter contre les maladies nosocomiales

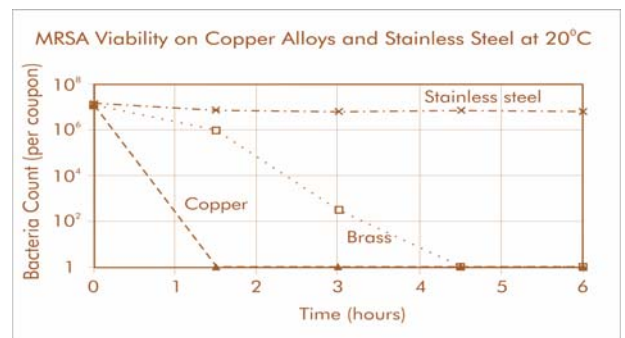
80 % des maladies infectieuses sont transmises par contact : à l'œil nu, les poignées de portes et les chariots en acier inoxydable ou en aluminium, généralement utilisés dans les hôpitaux aujourd'hui, semblent être propres... mais ils peuvent encore abriter des microbes mortels¹⁶. Parmi les micro-organismes les plus fréquemment identifiés dans les infections nosocomiales, on peut citer le **Staphylocoque doré résistant à la méthicilline (SDRM)**, les coliformes comme *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, ainsi que le *Clostridium difficile anaérobic*. Ces germes provoquent différentes infections chez les patients : les infections urinaires sont les plus courantes (1/4 des infections), suivies de près par les infections des voies respiratoires inférieures (23 %), les infections des plaies chirurgicales (11 %), les infections cutanées (10 %) et les infections du flux sanguin (6 %).

Jusqu'à présent, l'utilisation du cuivre avait été totalement négligée dans cette lutte contre les infections nosocomiales ; or toutes les surfaces de contact représentant des vecteurs de contamination connus peuvent aisément être remplacées par des objets en cuivre ou en alliages de cuivre, afin de tirer profit de leur caractère naturellement antibactérien : poignées de portes, chariots, plaques d'interrupteur, barreaux de lit, chariots de distribution des médicaments, tablettes et tables de nuit, barres d'appui... On peut même utiliser des textiles contenant du fil de cuivre pour les rideaux de cabine, le linge de lit et les blouses du personnel soignant.

► 1 cm² de cuivre éradique 10 millions de staphylocoques dorés en 90 minutes

Le professeur CW. Keevil, chef de l'Unité de soins environnementaux au Département de Biologie de l'Université de Southampton¹⁷, et le Dr J. Noyce, ont examiné les taux de survie de dépôts de SDRM en milieu sec sur de l'acier inoxydable (métal le plus couramment utilisé dans les établissements de santé), et sur une gamme d'alliages de cuivre¹⁸.

Les résultats montrent que **les staphylocoques sont totalement inactivés** après seulement 1 h ½ sur le cuivre et 4 h ½ sur le laiton (alliage de cuivre et de zinc), tandis qu'ils ne sont absolument pas affectés par l'acier inoxydable.



Survie des bactéries à SDRM sur différentes surfaces (*stainless steel* : acier inoxydable ; *brass* : laiton ; *copper* : cuivre)

Les quantités de SDRM habituellement observées sur les poignées de porte des hôpitaux étant de l'ordre de 10³/cm² (soit 10 000 fois moins que la concentration testée lors de l'expérience de laboratoire), elles devraient être totalement éradiquées en seulement 30 minutes sur des surfaces en cuivre. Ainsi, selon le professeur Keevil, « *L'utilisation d'alliages de cuivre dans les applications telles que des poignées de porte, des chariots ou toute autre surface de travail réduirait considérablement la présence des SDRM dans les hôpitaux, et diminuerait le risque de contamination croisée entre le personnel et les patients dans les unités de soins intensifs* ».

¹⁵ Source : Qualicert.

¹⁶ Kuhn PJ. *Doorknobs: a source of nosocomial infection?* Diagnost Med (1983) ; Nov/Dec.

¹⁷ L'université de Southampton fait référence en Angleterre en matière d'expertise scientifique et se positionne comme un centre de recherche et d'excellence à l'international. Le Pr. Keevil dirige le département de microbiologie de l'Académie des Sciences Biologiques de l'université. Notées 5 (note maximale) par le *Research Assessment Exercise* (RAE), les recherches de ce laboratoire portent principalement sur la capacité des micro-organismes pathogènes à s'adapter et à survivre dans un environnement donné.

¹⁸ Noyce JO, Michels H, Keevil CW. *Potential use of copper surfaces to reduce survival of epidemic methicillin-resistant Staphylococcus aureus in the healthcare environment.* Journal of Hospital Infection (2006) 63 ; 289.

Des recherches plus poussées ont montré qu'il était nécessaire que la surface considérée ait une teneur en cuivre supérieure à 75 %, pour obtenir un effet antimicrobien significatif (ce qui est le cas du cuivre pur, mais aussi généralement du laiton et d'autres alliages à forte teneur en cuivre). Par ailleurs l'effet antibactérien perdure tout au long de la durée de vie des objets : il n'y a pas de baisse d'efficacité au cours du temps.

Lancement en Avril 2007 d'une expérimentation à l'hôpital de Birmingham, en Angleterre

Chaque année, les infections nosocomiales au Royaume-Uni coûtent environ 1 milliard de livres au service national de santé britannique (notamment en raison des prolongements de séjour hospitalier qu'elles occasionnent, 11 jours en moyenne), et près de 5 000 patients décèdent des suites d'infections qu'ils ont contractées à l'hôpital, selon un rapport du *National Audit Office*¹⁹. A tout moment 9 % des patients hospitalisés présentent une infection qu'ils n'avaient pas avant d'arriver. On compte ainsi au moins 300 000 infections nosocomiales par an au Royaume Uni. Les équipes de prophylaxie des hôpitaux britanniques estiment aujourd'hui que, si toutes les infections nosocomiales ne sont pas évitables, elles pourraient cependant être réduites de 15 % par une meilleure aseptisation, ce qui permettrait d'économiser environ 150 millions de livres par an.

Une expérience va débuter en avril 2007 au sein du Centre Hospitalier Universitaire de Birmingham, pour évaluer la capacité du cuivre à prévenir les infections lorsqu'il est intégré directement à l'environnement hospitalier. Cette étude porte sur deux services de soins intensifs en tout point comparables, qui se côtoient dans un immeuble moderne. L'un des services sert de témoin : aucun élément supplémentaire contenant du cuivre n'y a été placé. Dans le service test, des éléments à base de cuivre seront placés dans les zones sensibles, par exemple : poignées de portes, évier (robinets, clapets d'obturation, distributeurs de savon), barres d'appui dans les salles de bain, toilettes (y compris les sièges), cuisines (plans de travail) et textiles (rideaux). Ces éléments sont utilisés et évalués sur une période de 18 mois, afin d'en observer les effets sur les charges microbiennes.

Les deux services ont des groupes de patients similaires. Le taux de colonisation microbienne des patients fait l'objet d'un suivi permanent. Par ailleurs des prélèvements réguliers sur les différentes surfaces de l'environnement témoin et de l'environnement test permettent d'identifier les micro-organismes pathogènes et de déterminer leur génotype, afin d'en retracer le mode de dissémination dans le service. Le croisement de ces deux indicateurs permet d'évaluer dans quelle mesure la présence de cuivre a pu, *in fine*, réduire ou non le risque de contamination croisée entre les patients.

Equipe scientifique : étude menée conjointement par le Centre Hospitalier Universitaire de Birmingham et l'Université Aston, sous les auspices du Professeur Elliott et du Professeur Lambert.

► Le rôle du cuivre pour prévenir les épidémies : le cas de la grippe aviaire

Les derniers résultats publiés par l'équipe du professeur CW. Keevil²⁰ indiquent que le cuivre pourrait être utilisé comme barrière naturelle pour freiner la propagation de la grippe aviaire. L'expérience a consisté à placer 2 millions d'unités actives du virus Influenza A (famille dont le virus H5N1 fait partie), d'une part sur une feuille de cuivre C11000 (feuille de métal pur) et d'autre part sur une feuille d'acier inoxydable S30400.

Résultats :

- Sur la feuille d'acier, le nombre de virus infectieux tombe à 500 000 unités en 24 heures, soit une réduction de 75 % ;
- **Sur la feuille de cuivre, seuls 500 virus infectieux survivent après seulement 6 heures, soit une réduction de 99,9 %.**

Selon le Pr. CW Keevil et le Dr. J Noyce, « *Les résultats sont extrêmement pertinents au vu des préoccupations actuelles liées à l'endiguement d'une épidémie potentielle de grippe aviaire* », estimant que « *le cuivre s'attaque à l'intégrité même du virus* ».

¹⁹ *The management and Control of Hospital Acquired infections in Acute NHS Trusts in England*, National Audit Office, 2000.

²⁰ Inactivation of Influenza A virus on Copper versus Stainless Steel Surfaces, J O Noyce, H Michels, and C W Keevil, Applied and Environmental Microbiology (in press) <http://aem.asm.org/cgi/content/abstract/AEM.01139-06v1>.

ANNEXE 1 : INTERVIEWS (MISES EN RELATION POSSIBLES SUR SIMPLE DEMANDE)

Interview de Jean-François Zobrist

Directeur Général de FAVI, fabricant de moteurs industriels à haut rendement énergétique (Normes *NEMA Premium* et *EFF 1*).

Située à Hallencourt, près d'Amiens, l'entreprise FAVI a développé un savoir-faire unique au monde qui lui permet de produire des rotors en cuivre par injection sous pression à très haute température. Elle produit en série des rotors allant de quelques grammes à plus de 100 kilos.

- ***Quelle est la spécificité des moteurs à rotor cuivre, par rapport aux moteurs traditionnels à base d'aluminium ?***

Depuis les années 1920, on sait que le remplacement de l'aluminium par du cuivre dans les moteurs électriques en accroît le rendement et le couple, du fait de la conductibilité supérieure du cuivre. Aujourd'hui il existe des normes d'efficacité énergétique très strictes concernant les moteurs industriels : les plus exigeantes sont celles qui s'appliquent aux moteurs dits à « haut rendement énergétique » (*EFF 1* en Europe et *NEMA Premium* aux Etats-Unis). Les moteurs électriques équipés de rotors en cuivre sont les mieux placés pour répondre aux normes américaines et européennes à cet égard.

- ***Qu'apportent-ils de nouveau en termes d'efficacité et d'impacts environnementaux ?***

Un moteur à haut rendement énergétique permet de limiter les déperditions calorifiques et consomme moins d'électricité. Or la consommation industrielle mondiale d'électricité représente aujourd'hui 6 000 TWh / an, dont 60 % sont utilisés par les moteurs. Une simple hausse de rendement de 3 % de ces moteurs industriels représente donc une économie de 108 TWh/an, soit 70 millions de tonnes de CO₂ en moins dans l'atmosphère. C'est pourquoi l'Europe comme les Etats-Unis vont imposer, à l'horizon 2008, les moteurs haute performance dans tous les domaines. Les industries qui ne se seront pas équipées seront redevables de l'éco-taxe, selon le principe du pollueur-payeur.

- ***Le cuivre va-t-il remplacer l'aluminium, à terme, dans tous les rotors de moteurs électriques ?***

Non, en tout cas pas à court terme. Aujourd'hui, nous sommes les seuls au monde à maîtriser industriellement l'injection de cuivre à haute conductibilité. C'est donc un marché encore émergent, mais qui promet une très forte croissance dans les prochaines décennies : le surmoulage des rotors en cuivre en lieu et place de l'aluminium permet en effet de multiplier par 2 la durée de vie des moteurs, de faire baisser leur température de fonctionnement, de diminuer le volume global des moteurs de près de 30 %, et d'augmenter leur couple jusqu'à 70 %. Par ailleurs les études comparatives montrent qu'à efficacité énergétique équivalente, le coût de fabrication d'un moteur à rotor cuivre est 16,4 % à 22,6 % inférieur à celui d'un moteur à rotor aluminium.

- ***Pourquoi personne ne l'avait-il jamais fait avant ? Quelles sont les difficultés ?***

Tout d'abord, il faut parvenir à maintenir un cuivre liquide sans oxydation. C'est très simple dans une enceinte de laboratoire, mais très complexe dans un milieu industriel compatible avec une production en série. Deuxièmement, en raison de la structure cristalline du cuivre et de ses propriétés métallurgiques, l'injection est très délicate à maîtriser. Nous avons mis plus de 10 ans à mettre au point notre procédé, aboutissant à des rotors sans porosité et sans défaut, et augmentant encore l'apport du cuivre pour les caractéristiques du moteur. Enfin, la dernière grosse contrainte tient à la tenue en température tout au long du procédé. Nos moules doivent tenir durablement des températures supérieures à 1200°C, or l'acier fond dès 1500°C, on imagine donc aisément la difficulté que cela représente !

Interview du professeur Ronnie Belmans

Directeur du département d'électricité de l'Université de Louvain, Président de l'Union Internationale de l'Electricité

- ***Pourquoi le rendement énergétique a-t-il pris autant d'importance au cours de ces dernières années, et quelle contribution peut-il apporter au développement d'une énergie durable pour l'avenir ?***

Le rendement énergétique peut contribuer à réduire la consommation d'énergie tout en maintenant un niveau de vie constant, voire en l'augmentant. « Rendement énergétique » ne signifie pas « moins d'énergie électrique » : souvent, une augmentation de l'utilisation d'énergie électrique, par exemple des prises de courant dans des voitures hybrides, ou des pompes à chaleur, peuvent réduire de manière significative l'utilisation d'énergie primaire, tout en augmentant la consommation d'électricité. Il est essentiel de procéder à une évaluation d'ensemble.

- ***Quels défis reste-t-il à relever en matière de développement des énergies renouvelables, du point de vue de leur intégration dans une politique énergétique d'ensemble ?***

Le stockage et l'équilibrage : l'intermittence des besoins constitue un point très important qu'il faut résoudre en reliant plus de parcs éoliens entre eux, mais également en reliant l'éolien à la production hydraulique. Un autre point important concerne la production locale, afin d'adapter la demande à la disponibilité.

- ***Quel rôle le cuivre peut-il jouer dans le développement d'une énergie durable pour l'avenir ?***

Le cuivre, qui est un excellent conducteur, est un élément clé en termes de rendement énergétique, de production, de transport, de distribution et d'utilisation : 1 million de tonnes de cuivre utilisées à bon escient dans le secteur énergétique, permettent d'économiser 50 TWh / an, de réduire les rejets de CO₂ de 20 millions de tonnes, et d'éviter la consommation de 36 millions de barils de pétrole.

Interview du professeur CW. Keevil

Chef de l'unité de soins environnementaux au Département de Biologie de l'Université de Southampton

- ***Les propriétés antimicrobiennes du cuivre étaient déjà utilisées dans l'Antiquité. Qu'en est-il aujourd'hui ?***

On continue d'exploiter le cuivre pour ses propriétés antimicrobiennes. Parmi les exemples célèbres, on peut citer les pays asiatiques qui utilisent des récipients de cuivre pour y stocker l'eau potable et maintenir sa « fraîcheur ». Par ailleurs le rôle du cuivre sur le système immunitaire a été mis en lumière par les chercheurs dès 1867, constatant que les épidémies de choléra à Paris de 1832, 1849 et 1852 avaient épargné les ouvriers travaillant le cuivre. Ainsi, on sait aujourd'hui que les composés de cuivre soignent non seulement des maladies, mais aident également à leur prévention. En 1885, Luton, un médecin français, a rapporté qu'il utilisait de l'acétate de cuivre dans son cabinet pour traiter des patients atteints d'arthrite. Par la suite, on a relevé de nombreuses préparations de cuivre efficaces dans le traitement de l'eczéma, l'impétigo, la scrofule, le lupus, la syphilis, les anémies, la chorée, la névralgie faciale, ou encore les infections tuberculeuses. En effet la tuberculose a été traitée grâce au cuivre jusque dans les années 1940. En 1939, Werner Hangarter, un médecin allemand, remarqua que les mineurs de cuivre finlandais n'étaient pas touchés par l'arthrite tant qu'ils travaillaient dans l'industrie minière. Cette observation a conduit les chercheurs médicaux finlandais et allemands à des essais cliniques consistant à utiliser une solution aqueuse de chlorure de cuivre. Ils ont ainsi réussi à traiter la fièvre rhumatismale, l'arthrite rhumatoïde, les problèmes de cou, de dos et de sciatique.

- ***Le cuivre peut-il stopper des épidémies comme la grippe ?***

La prévention des infections nécessite de multiples barrières pour pouvoir contrôler efficacement la contamination, en particulier pour les maladies dont la résistance aux antibiotiques augmente. Ces barrières incluent des mesures préventives comme un nettoyage régulier des surfaces de contact (par ex. les plans de travail, les poignées de porte, les chariots), le lavage des mains (en particulier l'utilisation fréquente de savon liquide à base d'alcool par le personnel hospitalier afin de contrôler la diffusion de SARM²¹), et la prophylaxie (par ex. la vaccination, ou un traitement antibiotique préventif). Malheureusement, ces mesures ne sont pas pleinement efficaces, soit parce que les surfaces de contact ne sont pas nettoyées à fond et régulièrement, que le lavage des mains n'est pas bien pratiqué ou est inefficace, ou encore parce que la vaccination n'est pas disponible ou est inefficace pour des pathogènes à mutation rapide. C'est pourquoi des barrières supplémentaires sont nécessaires : le plus simple, par exemple, consiste à installer des surfaces présentant des propriétés antimicrobiennes inhérentes qui ne nécessitent pas de nettoyage régulier pour rester efficaces. Notre travail à ce jour a montré que le cuivre et certains de ses alliages peuvent venir à bout des bactéries, des pathogènes fongiques et viraux en l'espace de quelques minutes ou de quelques heures lorsqu'ils entrent en contact avec ces derniers. En revanche, l'acier inoxydable et les plastiques modernes ne présentent pas cette propriété utile.

- ***Que révèlent les recherches scientifiques les plus récentes sur les nouvelles applications potentielles du cuivre en matière sanitaire ?***

Le travail sur les propriétés antimicrobiennes laisse penser que le cuivre et certains de ces alliages peuvent être inclus avantageusement dans l'environnement médical ; par exemple en revenant à l'utilisation de laiton ou d'alliages de cuivre plus modernes pour fabriquer des accessoires de portes, des articles sanitaires et des systèmes de ventilation et de chauffage utilisés dans les chambres dans lesquelles se trouvent des malades ou des patients immunodéficients, qui sont plus sensibles à une invasion pathogène.

- ***Pouvez-vous nous en dire davantage sur les expériences qui vont être menées à l'hôpital Selly Oak de Birmingham ?***

Les travaux en laboratoire sont très prometteurs, mais bien sûr, ils ne peuvent pas reproduire le monde réel à l'identique. Le Dr Phyllis Kuhn, un médecin américain, a observé il y a plus de 20 ans, que lorsque son hôpital à Philadelphie a procédé au remplacement des surfaces de contact de cuivre ou de laiton par d'autres matériaux, le taux d'infection a augmenté de manière significative. Des essais doivent être entrepris dans les hôpitaux, pour observer si le remplacement des surfaces de contact par des produits à base de cuivre, dans un environnement donné, conduit à une diminution des infections (en nombre et en type), par rapport à un environnement-témoin.

²¹ Staphylocoque Doré Résistant à la Méthicilline



ANNEXE 2 : LISTE ET COORDONNEES DES PORTE-PAROLE

Don Smale
Secretary General
International Copper Study Group
GSM : +351 917 298 808
Tel. : + 351 21 351 3873
Fax : + 351 21 352 40 35
E-mail : mail@icsg.org
www.icsg.org

Simon Payton
Secretary General
International Wrought Copper Council
GSM : +44 7785 390262
Tel. : + 44 20 7868 89 30
Fax : + 44 20 7868 88 19
E-mail : iwcc@coppercouncil.org
www.coppercouncil.org

John Schonenberger
Chief Executive
European Copper Institute
GSM : + 32 478 28 25 26
Tel. : + 32 2 777 70 70
Fax : + 32 2 777 70 79
E-mail : js@eurocopper.org
www.eurocopper.org

Christian de Barrin
Communications Manager
European Copper Institute
GSM : + 32 476 30 99 60
Tel. : + 32 2 777 70 82
Fax : + 32 2 777 70 79
E-mail : cdb@eurocopper.org
www.eurocopper.org

Prof. Ronnie Belmans
Directeur de Département
University Catholic Leuven
GSM : + 32 475 48 36 64
Tel. : + 32 16 32 10 21
Fax : + 32 16 32 19 85
E-mail: Ronnie.belmans@esat.kuleuven.ac.be
www.esat.kuleuven.ac.be

Jean-François Zobrist
Directeur Général
FAVI
GSM : + 33 6 08 9094 21
Tel. : + 33 3 22 282051
Fax : + 33 3 2228 60 63
E-mail : jfzobrist@favi.com
www.favi.com

Prof. Bill Keevil *PhD FIBiol FAAM*
Director of the Environmental Healthcare Unit
School of Biological Sciences
University of Southampton
Tel. : + 44 2380 594 726
Fax : + 44 2380 594 459
E-mail : cwk@soton.ac.uk
www.soton.ac.uk

Prof. Tom Elliot B.M., B.S., B.Med.Sci., Ph.D.,
D.Sc., FRCPath
Consultant Microbiologist/Director of Acute
Medicine
**University Hospital Birmingham NHS
Foundation Trust**
Service de presse : Louise Rowan
E-mail : Louise.Rowan@uhb.nhs.uk
Tel. : + 44 121 627 2978
www2.uhb.nhs.uk



ANNEXE 3 : L'EUROPEAN COPPER INSTITUTE

L'*European Copper Institute* (ECI) est une association européenne entre les principaux producteurs de cuivre mondiaux (représentés par l'Association Internationale du Cuivre, Ltd.) et l'industrie européenne du cuivre. Sa mission consiste à promouvoir à travers l'Europe les avantages du cuivre pour la société moderne, via son siège à Bruxelles et son réseau européen de 11 centres d'information du cuivre.

L'ECI est actif dans quatre domaines clés en Europe :

1) Le programme de l'ECI en matière d'électricité et d'énergie

Le programme de l'ECI en matière d'électricité et d'énergie a pour vocation de promouvoir l'utilisation rationnelle de l'énergie, dans une perspective de développement durable, à partir de 3 axes :

- **L'efficacité énergétique** : en multipliant les études, les actions de sensibilisation et de développement de marché, notamment en participant à des programmes d'actions communautaires comme le « Motor Challenge » qui incite l'industrie à utiliser des systèmes entraînés par un moteur électrique plus performants, pour une efficacité énergétique accrue.
- **La qualité de l'énergie électrique** : l'ECI est fondateur d'un programme d'action communautaire de formation professionnelle (LEONARDO Power Quality Initiative) pour améliorer la qualité de l'énergie électrique en réduisant les perturbations électriques. Dispensé dans 12 pays, ce programme implique plus de 50 organisations parmi lesquelles des universités renommées, des entreprises et des organisations professionnelles. L'objectif est d'économiser 10 milliards d'euros par an en réduisant les perturbations électriques.
- **La sécurité et le confort électrique** : l'ECI a mis en place un groupe de travail européen sur l'amélioration de la sécurité électrique dans l'habitat, en y associant les principaux acteurs de la filière: le FEEDS (Forum for Enhanced Electrical Domestic Safety).

2) Le programme de l'ECI dans l'automobile et le bâtiment

La construction est un des secteurs d'action clés de l'ECI tout comme l'automobile. L'action promotionnelle de l'ECI dans ces domaines s'articule autour de 3 pôles principaux :

- **L'architecture et les systèmes de canalisations**: l'objectif est de promouvoir l'esthétisme du cuivre, sa durabilité ainsi que ses propriétés antibactériennes naturelles, notamment reconnues dans les systèmes de distribution d'eau potable, de chauffage et de gaz.
- **Le rôle du cuivre dans l'énergie solaire** : valoriser la remarquable conductivité thermique du cuivre comme facteur clé d'exploitation de l'énergie solaire.
- **Les atouts du cuivre dans la construction automobile** : promouvoir le rôle du cuivre dans l'amélioration de la sécurité et du confort des voitures modernes et rendre possible les voitures électriques de demain.

3) Le programme de l'ECI en matière d'environnement

Le programme d'environnement de l'ECI est principalement destiné à comprendre les effets potentiels du cuivre sur le sol et l'eau. Les résultats servent aux débats réglementaires tant au niveau de l'UE qu'au niveau national. Toutes les recherches sont menées avec l'aide d'éminents scientifiques.

4) Le programme de l'ECI en matière de santé

Le programme de santé de l'ECI est principalement destiné à comprendre le rôle du cuivre sur la santé. Les résultats servent à améliorer la santé en contribuant aux débats réglementaires.

Informations :

Christian de Barrin, Directeur de la Communication

Tél. : + 32 2 777 70 82 / E-mail : cdb@eurocopper.org / URL : www.eurocopper.org



ANNEXE 4 : L'INTERNATIONAL WROUGHT COPPER COUNCIL

Le Conseil International du Cuivre Laminé (IWCC), fondé en 1953, est une association professionnelle dans le secteur de la production du cuivre. Actuellement, l'IWCC compte des membres dans toute l'Europe ainsi qu'au Japon, en Australie, en Chine, en Inde, en Malaisie, en Afrique du Sud, en Corée du Sud, à Taiwan et aux États-Unis. Les coordonnées de tous les membres sont consultables sur le site de l'IWCC.

L'IWCC a pour but de favoriser la communication au sein du secteur et de représenter ses intérêts. Il collabore donc étroitement avec d'autres organisations liées à l'industrie du cuivre. Les grandes décisions sont prises par les membres en Assemblée générale, une fois par an. En cours d'année, les affaires sont gérées par le Conseil exécutif et par des comités de spécialistes.

L'industrie de fabrication produit, à partir de cuivre et d'alliages, des fils électriques, des tuyaux, des feuilles, des bandes et des tringles en cuivre, du laiton, du bronze et d'autres alliages utilisés dans des milliers d'applications dans les domaines du bâtiment, de la transmission d'énergie, de la communication, du transport et de l'industrie.

Téléphone : +44 (0)20 7868 8930
Fax : +44 (0)20 7868 8819
E-mail : iwcc@coppercouncil.org
Site Internet : www.coppercouncil.org

ANNEXE 5 : L'INTERNATIONAL COPPER STUDY GROUP

Le Groupe International d'Etude du Cuivre (ICSG), fondé en 1992, est une organisation intergouvernementale constituée de 22 gouvernements membres représentant les pays producteurs et utilisateurs de cuivre, et l'Union Européenne. L'ICSG a pour mandat d'améliorer la coopération sur les sujets liés au cuivre, de garantir la transparence du marché, et de constituer un forum au sein duquel des consultations sur le cuivre peuvent être organisées entre les gouvernements et l'industrie.

Les trois principaux objectifs de l'ICSG sont :

- *Promouvoir la coopération internationale* sur les sujets liés au cuivre, comme la santé et l'environnement, la recherche, le transfert de technologie, la réglementation et le commerce ;
- *Assurer un forum mondial* au sein duquel l'industrie et les gouvernements peuvent se rencontrer et débattre des problèmes/objectifs communs. L'ICSG est le seul forum inter-gouvernements consacré uniquement au cuivre. Les réunions du Groupe d'étude sont ouvertes aux gouvernements membres, à leur industrie et à des observateurs invités ;
- *Augmenter la transparence du marché* par des statistiques complètes et fiables à jour, par des enquêtes et des études spécialisées, et par des consultations et des échanges d'informations sur l'économie internationale du cuivre.

L'ICSG administre actuellement l'une des bases de données les plus complètes au monde, comprenant des statistiques sur la production, la consommation, les stocks, les prix, le recyclage et le commerce des produits du cuivre, sur une période supérieure à 100 ans. Il gère également une base statistique prévisionnelle évaluant l'évolution future des capacités de production des mines de cuivre, des fonderies et des raffineries mondiales.

Téléphone : (351) 21-351-3870
Fax : (351) 21-352-4035
E-mail : mail@icsg.org
Site Internet : <http://www.icsg.org>