

**Comment fonctionne
les revêtements intérieurs**

**How protective
coatings work**



Matériau et revêtement du boîtier
Janvier 2021

Enclosure material and coating
January 2021

- | | | | |
|----|--|----|---|
| 3 | Conditions qui provoquent la corrosion | 3 | Conditions that cause corrosion |
| 5 | Notions de base sur la corrosion | 5 | Corrosion basics |
| 6 | Rupture du revêtement protecteur | 6 | Breach of the protective coating |
| 6 | Protecteur organique fonction de revêtement | 6 | Protective organic coating function |
| 6 | Formation de cellules de corrosion | 6 | Corrosion cell formation |
| 7 | Les revêtements organiques offrent:
Valeur protectrice et décorative | 7 | Organic coatings offers:
Protective & decorative value |
| 7 | Protection barrière | 7 | Barrier protection |
| 8 | Barrière de protection en revêtement organique
A, B, C des revêtements de performance | 8 | Organic coating protective barrier
A,B,C's of performance coatings |
| 9 | Film mince semi-perméable couche de revêtement
organique =/ $<$.005" | 9 | Thin film semi-permeable organic coating layer =/ $<$.005" |
| 10 | Classification de l'exposition environnementale ISO 12944 | 10 | ISO 12944 Environmental exposure classification |

Conditions qui provoquent la corrosion

La destruction des métaux par corrosion prend de nombreuses formes, selon la nature de l'alliage métallique; la présence d'occlusions métalliques ou d'autres corps étrangers à la surface; l'homogénéité de sa structure; la nature du milieu corrosif; les facteurs environnementaux accessoires tels que la présence d'humidité, d'oxygène, de sels et de minéraux, la température; et d'autres facteurs tels que le stress; échelle d'oxyde; dépôts poreux ou semi-poreux sur les surfaces, crevasses intégrées, soudures, effets galvaniques de métaux dissemblables; et la présence occasionnelle de courants électriques parasites.

Conditions that cause corrosion

Destruction of metals by corrosion takes many forms, depending on the nature of the metal alloy; the presence of metal occlusions or other foreign matter at the surface; the homogeneity of its structure; the nature of the corrosive medium; the incidental environmental factors such as the presence of moisture, oxygen, salts and minerals, temperature; and other factors such as stress; oxide scale; porous or semi-porous deposits on the surfaces, built-in crevices, welds, galvanic effects of dissimilar metals; and the occasional presence of stray electrical currents.

La corrosion des métaux protégés par une barrière protectrice à couche mince (<.005”) de revêtements organiques n’est pas rare dans les environnements météorologiques extérieurs. La corrosion des métaux protégés par des finitions organiques monocouche est le plus souvent le résultat d’une corrosion localisée dans les zones où le revêtement protecteur est rompu, les zones de couverture mince ou les arêtes vives. Ce type de corrosion générale se manifestera typiquement sous la forme d’une légère corrosion de surface et attaquera le métal là où les revêtements protecteurs sont minces tels que des arêtes vives ou des zones où le revêtement a été rompu.

Une corrosion sévère et une perte d’adhérence sont plus courantes dans les cas où le revêtement protecteur a été appliqué sur une contamination causée par des substrats inférieurs, des anomalies dans le traitement de prétraitement ou une conception et une fabrication inférieures qui provoquent des variations dans les propriétés d’adhésion et la valeur protectrice du système de finition. Ce type de corrosion se manifeste généralement sous la forme de cloques osmotiques. Cloquage osmotique dans des zones spécifiques ou des surfaces spécifiques provoquant des zones de défaillance du motif généralement liées au processus de prétraitement.

Tous les métaux se corroderont de manière prévisible lorsque la surface métallique du substrat est exposée aux conditions qui favorisent et excellent la corrosion. Le fait est que s’il est fait de métal, la corrosion se produira. La corrosion des métaux à revêtement organique avec une application en une seule couche se produira avec le temps en fonction de la qualité et du type de substrat métallique, du processus de prétraitement et des contrôles, de la chimie de la couche de finition et de la gravité des contraintes environnementales externes.

Les automobiles se corrodent, les chauffe-eau se corrodent, les meubles de jardin se corrodent, les navires et les ponts métalliques se corrodent. Toute corrosion n’est pas la même. Par conséquent, la raison pour laquelle une sélection aussi variée de matériaux se dégrade dans certains environnements est également énumérée, ainsi que les divers mécanismes de l’attaque subie.

Pour comprendre comment les revêtements échouent, il faut d’abord comprendre ce qui fait fonctionner les revêtements organiques. Pourquoi les revêtements fonctionnent-ils ? En gros, ils fonctionnent parce qu’ils sont appliqués uniformément à l’épaisseur appropriée, adhèrent bien au substrat, ont une bonne force adhésive et cohésive et une bonne intégrité, résistent aux intempéries et à la détérioration chimique et empêchent la perméabilité des agents corrosifs nocifs.

Les conditions qui provoquent la corrosion sont bien connues. Les conditions, les matériaux et les méthodes de traitement nécessaires pour empêcher la corrosion (un phénomène naturel) de se produire sur les surfaces métalliques courantes utilisées dans la construction actuelle sont également bien connus. La sélection des matériaux de substrat, la conception des produits, le processus de préparation, les matériaux de finition et le processus d’application ainsi que les conditions climatiques pendant la finition sont toutes des considérations importantes qui peuvent et auront une incidence sur la durée de vie de tout revêtement organique.

Corrosion of metals protected by single coat thin film (<.005”) protective barrier of organic coatings are not uncommon in outdoor weather environments. Corrosion of metals protected by single coat organic finishes are more often a result of localized corrosion in areas where the protective coating is breached, areas of thin coverage, or sharp edges. This type of general corrosion will typically manifest itself in the form of light surface corrosion, and attack the metal where protective coatings are thin such as sharp edges or areas where the coating has been breached.

Severe corrosion and adhesion loss is more common in cases where the protective coating was applied over contamination caused by inferior substrates, anomalies in the pretreatment processing, or inferior design and fabrication that causes variations in the adhesion properties and protective value of the finishing system. This type of corrosion typically manifests itself in the form of osmotic blistering. Osmotic blistering in specific areas or specific surfaces causing pattern failure areas typically pretreatment process related.

All metals will corrode predictably when the substrate metal surface is exposed to the conditions that promote and excel corrosion. The fact is, if it is made from metal, corrosion will occur. Corrosion of organically coated metals with a single coat application will occur over time depending on the quality and type of the metal substrate, pretreatment process and controls, top coat chemistry, and the severity of external environmental stresses.

Automobiles corrode, water heaters corrode, lawn furniture corrodes, metal ships and bridges will corrode. All corrosion is not the same. Therefore, the reason why such a varied selection of materials degrades in certain environments are also enumerated, along with the various mechanisms of the attack experienced.

To understand how coatings fail, one must first understand what makes organic coatings work. Why do coatings work? In broad terms, they work because they are applied evenly at the proper thickness, adhere well to the substrate, have good adhesive and cohesive strength and integrity, resist weathering and chemical deterioration, and impede the permeability of harmful corrosive agents.

The conditions that cause corrosion to happen are well known. The conditions, materials, and processing methods required to prevent corrosion (a natural phenomenon) from occurring on common metals surfaces used in today’s construction are also well known. The substrate materials selection, products design, preparation process, finishing materials, and application process as well as the climate conditions during finishing are all important considerations that can, and will affect the service life of any organic coating.

Notions de base sur la corrosion

Corrosion basics



Rupture du revêtement protecteur

Lorsque la finition organique (couche protectrice) est percée jusqu'au substrat en métal ferreux, l'humidité, l'air, les minéraux et les contaminants de surface se combinent pour créer des électrolytes permettant au courant électrique de circuler par le mouvement et la décharge d'ions selon la loi d'électrolyse de Faraday. L'humidité (électrolytes) pénètre immédiatement toute brèche dans la surface du revêtement. Lorsque le revêtement est soulevé par la croissance de la sous-coupe de corrosion, une plus grande quantité d'humidité est piégée sous la barrière de revêtement et prolongera le processus d'électrolyse, accélérant ainsi la réaction de corrosion.

Breach of the protective coating

When the organic finish (Protective Layer) is breached through to the ferrous metal substrate, moisture, air, minerals, and surface contaminants, combine to create electrolytes allowing electrical current to flow by the movement and discharge of ions according to the Faraday's law of electrolysis. Moisture (electrolytes) will immediately penetrate any breach in the coating surface. As the coating is lifted by the growth of corrosion undercutting, a greater amount of moisture is trapped beneath the coating barrier and will prolong the electrolysis process thus accelerating corrosion reaction.

Protecteur organique fonction de revêtement

La fonction d'un revêtement organique protecteur est de séparer deux matériaux hautement réactifs; c'est-à-dire pour empêcher des liquides, des solides, des produits chimiques, des minéraux ou des gaz d'entrer en contact avec le substrat métallique sous-jacent réactif par la création d'une barrière protectrice qui est intimement liée au matériau du substrat. Les revêtements organiques agissent comme une barrière pour séparer les effets corrosifs de l'environnement atmosphérique du substrat métallique. Cette séparation physique de l'atmosphère et du substrat est extrêmement importante.

Protective organic coating function

The function of a protective organic coating is to separate two highly reactive materials; that is, to prevent liquids, solids, chemicals, minerals, or gases from contacting the reactive underlying metal substrate by the creation of a protective barrier that is intimately bonded to the substrate material. Organic coatings act as a barrier to separate the corrosive effects of the atmospheric environment from the metal substrate. This physical separation of the atmosphere and the substrate is extremely important.

Formation de cellules de corrosion

La corrosion est un processus électrochimique dans lequel un métal réagit avec son environnement pour former un oxyde ou un autre composé. La cellule à l'origine de ce processus de corrosion comporte quatre constituants essentiels : une anode, une cathode et un électrolyte (solution électriquement conductrice) et la surface conductrice (la surface métallique). L'anode est le site où le métal est corrodé; l'électrolyte est le milieu corrosif; et la cathode forme l'autre électrode dans la cellule et n'est pas consommée dans le processus de corrosion. Au niveau de l'anode, le métal corrodant passe dans l'électrolyte sous forme d'ions chargés positivement, libérant des électrons qui participent à la réaction cathodique. Par conséquent, le courant de corrosion entre l'anode et la cathode se compose d'électrons circulant dans le métal et d'ions circulant dans l'électrolyte. Dans l'exemple de cellule de batterie illustré ci-dessus, l'électrolyte sert également de conducteur. Dans la corrosion du substrat métallique, l'électrolyte (généralement de l'eau) réagit avec le conducteur métallique.

Corrosion cell formation

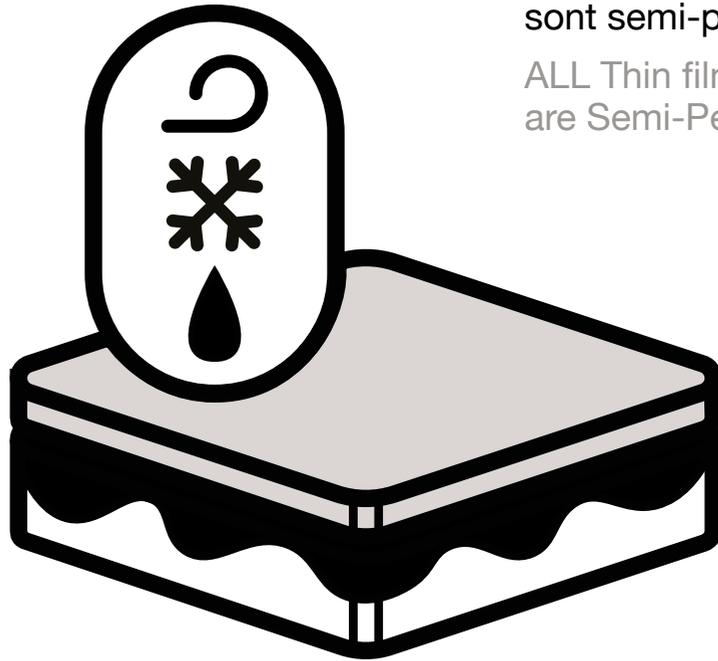
Corrosion is an electrochemical process in which a metal reacts with its environment to form an oxide or other compound. The cell which causes this corrosion process has four essential constituents: an anode, a cathode and an electrolyte (electrically conducting solution), and the conductive surface (the metal surface). The anode is the site at which the metal is corroded; the electrolyte is the corrosive medium; and the cathode forms the other electrode in the cell and is not consumed in the corrosion process. At the anode the corroding metal passes into the electrolyte as positively charged ions, releasing electrons which participate in the cathodic reaction. Hence the corrosion current between anode and the cathode consists of electrons flowing within the metal and ions flowing within the electrolyte. In the battery cell example shown above the electrolyte serves as the conductor as well. In metal substrate corrosion the electrolyte (typically water) reacts with the metal conductor.

Les revêtements organiques offrent: Valeur protectrice et décorative

Organic coatings offers:
Protective & decorative value

TOUS les revêtements organiques à couche mince sont semi-perméables.

ALL Thin film organic coatings are Semi-Permeable.



Protection barrière

Les revêtements organiques retardent la corrosion par suppression de la réaction anodique. La suppression de la réaction anodique est à la base de la plupart des revêtements de protection contre la corrosion sur les substrats métalliques. La barrière protectrice est fournie par la combinaison d'un processus de prétraitement de qualité et de la finition organique conçue pour empêcher l'électrolyte (généralement l'eau) d'atteindre la surface métallique (le conducteur) provoquant la formation de cellules de corrosion.

Les composants d'une finition de bonne qualité consistent en la combinaison de (A) un substrat métallique propre, (B) un processus de prétraitement de revêtement de conversion chimique de bonne qualité, et (C) une couche de revêtement protecteur de qualité qui présentera de bonnes propriétés d'adhérence et de cohésion pour empêcher l'humidité de pénétrer dans le métal du substrat. Malheureusement, la valeur protectrice d'un revêtement n'est pas visiblement identifiable et nécessite de nombreux tests de performance pour déterminer la meilleure spécification de finition pour l'utilisation prévue du produit. L'ajout d'un revêtement d'apprêt est toujours une bonne option à considérer lorsqu'une protection anticorrosion supérieure à long terme est requise. Les revêtements organiques monocouche sont des membranes semi-perméables. Une membrane semi-perméable est par définition une membrane qui permettra à certaines molécules de passer à l'intérieur et parfois à travers elle par diffusion.

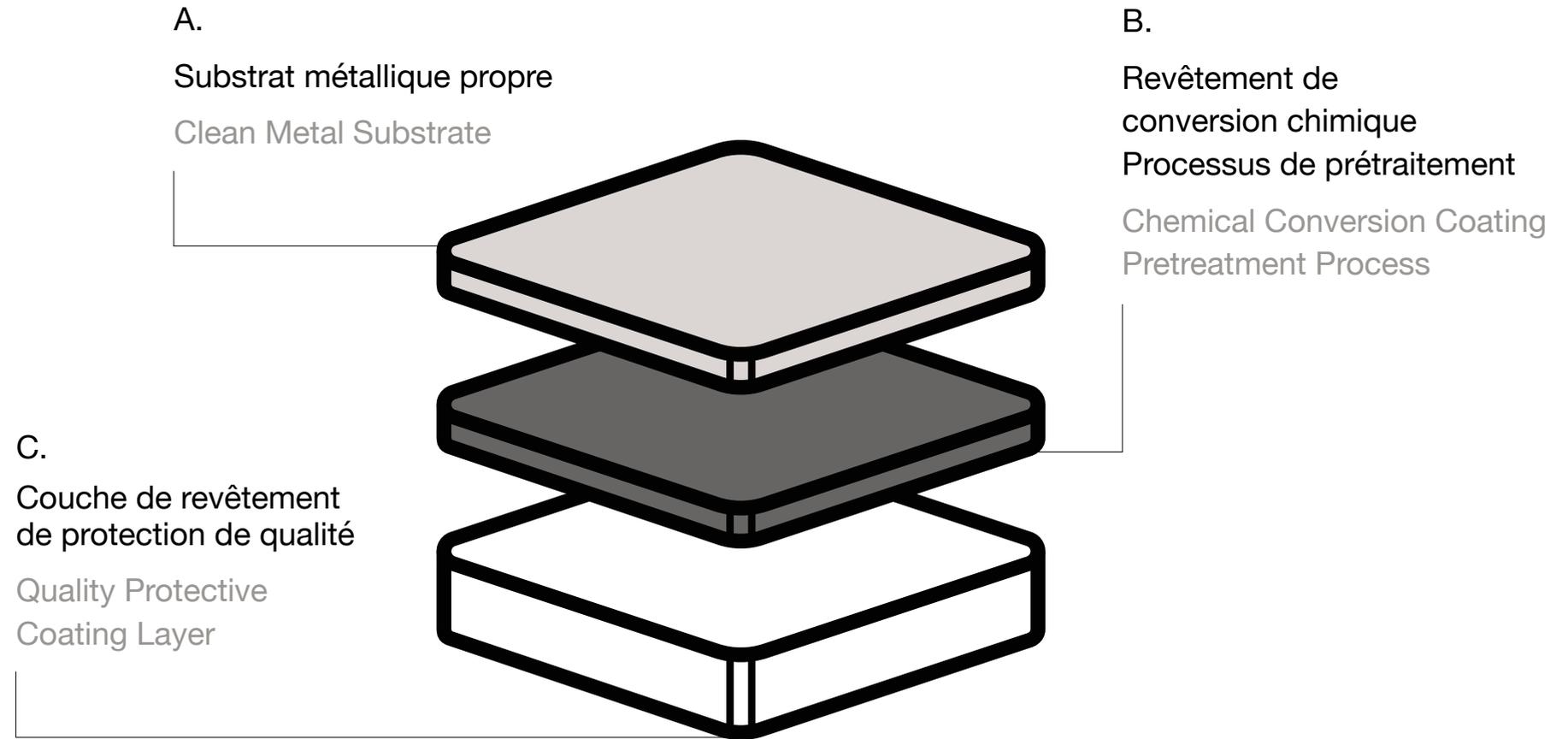
Barrier protection

Organic coatings retard corrosion by Anodic reaction suppression. Anodic reaction suppression is the basis for most corrosion protection coatings on metal substrates. The protective barrier is provided by the combination of a quality pretreatment process and the organic finish that is designed to prevent the electrolyte (typically water) from reaching the metal surface (the conductor) causing corrosion cell formation.

The components of a good quality finish consist of the combination of (A) a clean metal substrate, (B) a good quality chemical conversion coating pretreatment process, and (C) a quality protective coating layer that will exhibit good adhesion and cohesion properties to prevent moisture penetration through to the substrate metal. Unfortunately the protective value of a coating is not visibly identifiable and requires a good deal of performance testing to determine the best finishing specification for the intended use of the product. The addition of a primer coating is always a good option to consider when superior long term corrosion protection is required. Single coat organic coatings are semi-permeable membranes. A semi-permeable membrane by definition is a membrane that will allow certain molecules to pass into and sometime through it by diffusion.

Barrière de protection en revêtement organique A, B, C des revêtements de performance

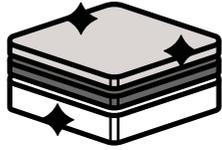
Organic coating protective barrier A,B,C's of performance coatings



Film mince semi-perméable couche de revêtement organique = / < .005"

Thin film semi-permeable organic coating layer = / < .005"

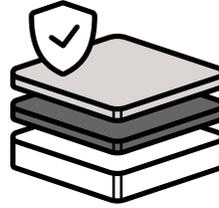
A.



La valeur de protection barrière du substrat métallique revêtu est déterminée par la qualité du processus de prétraitement, la composition chimique des revêtements, l'épaisseur, l'adhérence et les propriétés de cohésion.

The barrier protective value of the coated metal substrate is determined by the quality of the pre-treatment process, the coatings chemical make up, thickness, adhesion, and cohesion properties.

B.



Temps d'humidité (TOW) Humidité (H²O) à la surface du revêtement causée par l'humidité, les précipitations ou d'autres sources humides.

Time Of Wetness (TOW) Moisture (H²O) on the surface of the coating caused by humidity, precipitation, or other wet sources.

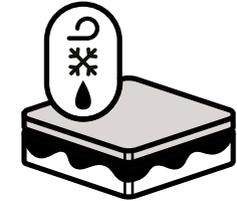
C.



Pénétration d'électrolyte Les molécules d'eau pénètrent dans le revêtement à divers degrés en fonction du TOW et de la matrice de finition de surface. Lorsque la membrane de revêtement respire pendant les changements climatiques, elle provoque une exposition à l'eau (électrolyte) au métal prétraité. Si le prétraitement est correct, les cellules de corrosion ne se formeront pas.

Electrolyte Penetration Water molecules permeate into the coating to various degrees depending on the TOW and surface finish matrix. As the coating membrane breathes during climatic changes causes water (electrolyte) exposure to the pretreated metal. If the pretreatment is proper corrosion cells will not form.

D.



Formation de cellules de corrosion Si une corrosion ou une contamination préexistante est présente, ou si elle est séchée sur des sels de produits chimiques de prétraitement ou si des étapes de rinçage de mauvaise qualité peuvent s'accumuler sous le revêtement à l'interface de surface, des cellules de corrosion peuvent être formées par hydratation pendant les cycles de respiration et l'électrolyte, le conducteur, les anodes et les cathodes réagissent pour provoquer la réaction redox sous le revêtement à l'interface de surface métallique. Au fur et à mesure que les cellules de corrosion continuent à se former et à croître avec le temps, une pression est créée entre le revêtement organique et le substrat, provoquant le soulèvement du revêtement sous la forme de cloques de corrosion. (Cloquage osmotique)

Corrosion Cell Formation If preexisting corrosion or contamination is present, or if dried on salts from pretreatment chemicals or poor quality rinse stages are allowed to accumulate under the coating at the surface interface, corrosion cells can be formed by hydration during respiration cycles and the electrolyte, the conductor, the anodes and cathodes react to cause the redox reaction beneath the coating at the metal surface interface. As the corrosion cells continue to form and grow over time, pressure is created between the organic coating and the substrate causing the coating to lift in the form corrosion blistering. (Osmotic Blistering)

Classification de l'exposition environnementale ISO 12944

Les classifications de corrosion de l'environnement C – 1 à C5M, comme indiqué dans le tableau ci-dessous, représentent les orientations générales de la norme ISO 12944. Cette classification se rapporte à l'exposition environnementale des produits à revêtement organique au cours de leur durée de vie prévue.

La norme ISO 12944 vise à aider les ingénieurs et les experts en corrosion à adopter les meilleures pratiques en matière de protection contre la corrosion de l'acier dans les nouveaux chantiers de construction. L'ISO 12944 remplace progressivement les normes régionales pour devenir une véritable référence mondiale en matière de lutte contre la corrosion.

Comprendre l'environnement ISO peut aider à adapter les spécifications pour ainsi s'assurer que les revêtements et les méthodes de traitement choisis sont ceux qui permettent d'éviter des coûts inutiles.

ISO 12944 Environmental exposure classification

The environmental corrosion classifications C – 1 to C5M as shown in the table below represent the general guidelines of ISO 12944. This classification relates to the environmental exposure of organically coated products during their expected service life.

The ISO 12944 standard is intended to assist engineers and corrosion experts in adopting best practice in corrosion protection of steel at new construction sites. ISO 12944 is progressively superseding regional standards to become a truly global benchmark in corrosion control.

Understanding the ISO environment can help to tailor specifications, ensuring that the select coatings and processing methods are not under or over specified thus saving unnecessary cost.

Catégorie de corrosion Corrosive Category	Classement Rating	Environnements typiques Typical Environments
C1	Très bas Very Low	Climat intérieur contrôlé – Atmosphères propres Indoor climate controlled – Clean atmospheres
C2	Bas Low	Zones rurales à faible pollution – Atmosphères neutre Rural areas, low pollution – Neutral Atmospheres
C3	Moyen Medium	Atmosphères urbaines et industrielles avec niveaux de dioxyde de carbone modérés – Zones de production à forte teneur en humidité Urban and industrial atmospheres moderate sulfur dioxide levels – Production areas with high humidity
C4	Élevé High	Secteurs industriels et côtiers – Usines de traitement des produits chimiques Industrial & coastal areas – Chemical processing plants
C5I	Très élevé Very High	Zones industrielles à forte humidité – Atmosphères agressives Industrial areas with high humidity – Aggressive atmospheres
C5M	Très élevé Very High	Zones marines côtières à haute salinité Marine, offshore, coastal areas with high salinity