

---

---

**Spécification pour le format de fichier  
pour la fabrication additive (AMF)  
Version 1.2**

*Specification for additive manufacturing file format (AMF) Version 1.2*

**iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)**

[ISO/ASTM 52915:2020](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/08de7afd-42fc-4652-bd44-d5ba9db4cde3/iso-astm-52915-2020)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/08de7afd-42fc-4652-bd44-d5ba9db4cde3/iso-astm-52915-2020>



Numéro de référence  
ISO/ASTM 52915:2020(F)

## iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

[ISO/ASTM 52915:2020](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/08de7afd-42fc-4652-bd44-d5ba9db4cde3/iso-astm-52915-2020)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/08de7afd-42fc-4652-bd44-d5ba9db4cde3/iso-astm-52915-2020>



### DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO/ASTM International 2020

Tous droits réservés. Sauf prescription différente ou nécessité dans le contexte de sa mise en œuvre, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie, ou la diffusion sur l'internet ou un intranet, sans autorisation écrite soit de l'ISO à l'adresse ci-après, soit d'un organisme membre de l'ISO dans le pays du demandeur. Aux États-Unis, les demandes doivent être adressées à ASTM International.

ISO copyright office  
Case postale 401 • Ch. de Blandonnet 8  
CH-1214 Vernier, Genève  
Tél.: +41 22 749 01 11  
Fax: +41 22 749 09 47  
E-mail: [copyright@iso.org](mailto:copyright@iso.org)  
Web: [www.iso.org](http://www.iso.org)

ASTM International  
100 Barr Harbor Drive, PO Box C700  
West Conshohocken, PA 19428-2959, USA  
Tél.: +610 832 9634  
Fax: +610 832 9635  
E-mail: [khooper@astm.org](mailto:khooper@astm.org)  
Web: [www.astm.org](http://www.astm.org)

Publié en Suisse

## Sommaire

Page

<b>Avant-propos</b> .....	<b>iv</b>
<b>Introduction</b> .....	<b>v</b>
<b>1</b> <b>Domaine d'application</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b> <b>Références normatives</b> .....	<b>1</b>
<b>3</b> <b>Termes et définitions</b> .....	<b>1</b>
<b>4</b> <b>Considérations essentielles</b> .....	<b>3</b>
4.1    Généralités.....	3
4.2    Lignes directrices pour l'inclusion de futurs nouveaux éléments.....	3
<b>5</b> <b>Structure de la présente spécification</b> .....	<b>4</b>
<b>6</b> <b>Structure générale</b> .....	<b>4</b>
<b>7</b> <b>Spécification de la géométrie</b> .....	<b>5</b>
7.1    Généralités.....	5
7.2    Géométrie lisse.....	6
7.3    Limites géométriques.....	7
<b>8</b> <b>Spécification des matériaux</b> .....	<b>7</b>
8.1    Généralités.....	7
8.2    Matériaux et sous-structures mélangés et nuancés.....	9
8.3    Matériaux poreux.....	9
8.4    Matériaux stochastiques.....	10
<b>9</b> <b>Spécification des couleurs</b> .....	<b>10</b>
9.1    Généralités.....	10
9.2    Couleurs nuancées et représentation des états de surface.....	11
9.3    Transparence.....	12
<b>10</b> <b>Spécification de la texture</b> .....	<b>12</b>
<b>11</b> <b>Constellations</b> .....	<b>12</b>
<b>12</b> <b>Métadonnées</b> .....	<b>13</b>
<b>13</b> <b>Compression et répartition</b> .....	<b>14</b>
<b>14</b> <b>Mise en œuvre minimale</b> .....	<b>14</b>
<b>Annexe A (informative) Lignes directrices pour la mise en œuvre des représentations XML AMF</b> .....	<b>15</b>
<b>Annexe B (informative) Données de performance et fonctionnalités futures</b> .....	<b>24</b>
<b>Bibliographie</b> .....	<b>27</b>

## Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (IEC) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/IEC, Partie 1. Il convient, en particulier de prendre note des différents critères d'approbation requis pour les différents types de documents ISO. Le présent document a été rédigé conformément aux règles de rédaction données dans les Directives ISO/IEC, Partie 2 (voir [www.iso.org/directives](http://www.iso.org/directives)).

L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence. Les détails concernant les références aux droits de propriété intellectuelle ou autres droits analogues identifiés lors de l'élaboration du document sont indiqués dans l'Introduction et/ou dans la liste des déclarations de brevets reçues par l'ISO (voir [www.iso.org/brevets](http://www.iso.org/brevets)).

Les appellations commerciales éventuellement mentionnées dans le présent document sont données pour information, par souci de commodité, à l'intention des utilisateurs et ne sauraient constituer un engagement.

(standards.iteh.ai)

Pour une explication de la nature volontaire des normes, la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute information au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'Organisation mondiale du commerce (OMC) concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir le lien suivant: [www.iso.org/iso/fr/avant-propos.html](http://www.iso.org/iso/fr/avant-propos.html).

Le présent document a été élaboré par l'ISO/TC 261, *Fabrication additive*, en coopération avec l'ASTM F 42.91, *Terminologie*, dans le cadre d'un accord de partenariat entre l'ISO et ASTM International dans le but de créer un ensemble de normes ISO/ASTM sur la fabrication additive.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO/ASTM 52915:2016), qui a fait l'objet d'une révision technique.

Les principales modifications par rapport à l'édition précédente sont les suivantes:

- Harmonisation de la définition de la terminologie commune avec l'ISO/ASTM 52900 en [3.8](#);
- Corrections des [Figures 1 à 6](#) de [7.1](#), [8.1.2](#), [9.1.1](#), [11.4](#) et [12](#);
- Corrections des erreurs typographiques dans le [Tableau A.1](#) et le Tableau A.4.

Il convient que tout retour d'information ou questions sur le présent document soit adressé à l'organisme national de normalisation de l'utilisateur. Une liste complète de ces organismes peut être consultée à l'adresse [www.iso.org/members.html](http://www.iso.org/members.html).

## Introduction

Le présent document décrit un cadre pour un format d'échange dans le but de traiter les besoins actuels et futurs de la technologie de fabrication additive. Au cours des trois dernières décennies, le format de fichier stéréolithographie (STL) a constitué, au sein de la profession, la norme pour les échanges d'informations entre les programmes de conception et les équipements de fabrication additive. Un fichier STL définit uniquement un maillage surfacique et ne contient aucune disposition pour représenter la couleur, la texture, le matériau, la sous-structure et d'autres propriétés de l'objet fabriqué. Compte tenu de l'évolution rapide de la technologie de fabrication additive qui est passée de la production de formes homogènes constituées d'un seul matériau à la production de géométries multi-matériaux en pleines couleurs avec des matériaux comportant des nuances fonctionnelles et des microstructures, on observe un besoin croissant de disposer d'un format de fichier d'échange normalisé capable d'intégrer ces caractéristiques.

Le format de fichier pour la fabrication additive (AMF) a de nombreux avantages. Il décrit un objet de manière très générale de façon que toute machine peut le construire au mieux de sa capacité, et en tant que tel est indépendant de la technologie. Il est facile à mettre en œuvre et à comprendre, est évolutif et présente de bonnes performances. Fondamentalement, il est à la fois compatible de façon ascendante, permettant à tout fichier STL existant d'être converti, et compatible dans le futur, permettant d'ajouter de nouvelles fonctionnalités suivant les progrès technologiques.

## iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

[ISO/ASTM 52915:2020](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/08de7afd-42fc-4652-bd44-d5ba9db4cde3/iso-astm-52915-2020)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/08de7afd-42fc-4652-bd44-d5ba9db4cde3/iso-astm-52915-2020>

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

[ISO/ASTM 52915:2020](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/08de7afd-42fc-4652-bd44-d5ba9db4cde3/iso-astm-52915-2020)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/08de7afd-42fc-4652-bd44-d5ba9db4cde3/iso-astm-52915-2020>

# Spécification pour le format de fichier pour la fabrication additive (AMF) Version 1.2

## 1 Domaine d'application

Le présent document fournit la spécification du format de fichier pour la fabrication additive (AMF), un format d'échange dans le but de traiter les besoins actuels et futurs de la technologie de fabrication additive.

Le présent document spécifie les exigences pour la préparation, l'affichage et la transmission pour l'AMF. Lorsqu'il est élaboré dans un format électronique structuré, le strict respect d'un schéma de langage de balisage extensible (XML)<sup>[1]</sup> prend en charge une interopérabilité normalisée.

NOTE Un schéma de définition XML W3C (XSD) du format de fichier pour la fabrication additive (AMF) est disponible auprès de l'ISO à l'adresse <http://standards.iso.org/iso/52915> et de l'ASTM à l'adresse [www.astm.org/MEETINGS/images/amf.xsd](http://www.astm.org/MEETINGS/images/amf.xsd). L'Annexe A contient des lignes directrices de mise en œuvre pour ce type de représentation XML.

Il est reconnu que des informations supplémentaires existent concernant la dernière partie laquelle n'est pas couverte par la version actuelle du présent document. De futures fonctionnalités proposées figurent à l'Annexe B.

Le présent document ne spécifie pas de mécanismes explicites pour assurer l'intégrité des données, les signatures électroniques et les cryptages.

## 2 Références normatives

Le présent document ne contient aucune référence normative.

## 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>

### 3.1

#### AMF grand public

logiciel lisant (interprétant) le fichier pour la fabrication additive (AMF) pour la fabrication, la visualisation ou l'analyse

Note 1 à l'article: Des fichiers AMF sont généralement importés par des équipements de fabrication additive, ainsi que la visualisation, l'analyse et les logiciels de vérification.

### 3.2

#### éditeur AMF

logiciel lisant et réécrivant le fichier pour la fabrication additive (AMF) pour la conversion

Note 1 à l'article: Des applications de l'éditeur AMF sont utilisées pour convertir une forme AMF en une autre, par exemple, convertir tous les triangles courbes en triangles plans ou convertir la spécification d'un matériau poreux dans un maillage surfacique explicite.

### 3.3

#### **AMF producteur**

logiciel écrivant (générant) le fichier pour la fabrication additive (AMF) à partir des données géométriques originales

Note 1 à l'article: Les fichiers AMF sont généralement exportés par un logiciel de conception assistée par ordinateur (CAO), un logiciel de numérisation ou directement à partir d'algorithmes de calcul de géométrie.

### 3.4

#### **attribut**

caractéristiques des données, représentant un ou plusieurs aspects ou descripteurs des données dans un élément

Note 1 à l'article: Dans l'environnement XML, les attributs sont des caractéristiques des éléments.

### 3.5

#### **commentaires**

tous les éléments de texte associés à chaque donnée dans le fichier pour la fabrication additive (AMF) qui sont à ignorer par le logiciel d'importation

Note 1 à l'article: Des commentaires sont utilisés pour améliorer la lisibilité du fichier par l'homme et à des fins de débogage.

### 3.6

#### **élément**

unité d'information dans un document XML constitué d'une balise de début, d'une balise de fin, du contenu entre les balises et d'éventuels attributs

Note 1 à l'article: Dans l'environnement XML, un élément peut contenir des données, des attributs et d'autres éléments.

### 3.7

#### **langage de balisage extensible XML**

norme établie par le WorldWideWeb Consortium (W3C) permettant le balisage du contenu des informations dans les documents et offrant un moyen de représentation de contenu dans un format lisible à la fois par l'homme et par la machine

Note 1 à l'article: Grâce à l'utilisation de feuilles de style et de schémas personnalisables, l'information peut être représentée de manière uniforme, permettant l'échange simultané du contenu (données) et du format (métadonnées).

[SOURCE: ISO/ASTM 52900:2015, 2.4.7]

### 3.8

#### **STL**

format de fichier pour données de modèle décrivant la géométrie de surface d'un objet comme un pavage de triangles, utilisé pour communiquer des géométries 3D aux machines afin de construire des pièces physiques

Note 1 à l'article: Le format de fichier STL a été développé à l'origine comme une partie d'un ensemble CAO pour les débuts de l'appareil de STéréoLithographie, se référant donc à ce procédé. Il est parfois décrit comme «Standard Triangulation Language», si bien qu'il n'a jamais été reconnu comme norme officielle par aucun organisme de normalisation.

[SOURCE: ISO/ASTM 52900:2015, 2.4.16]



## 4 Considérations essentielles

### 4.1 Généralités

**4.1.1** Il existe un compromis naturel entre la généralité d'un format de fichier et son utilité pour un but spécifique. Ainsi, les caractéristiques destinées à répondre aux besoins d'une communauté peuvent compromettre l'utilité d'un format de fichier pour d'autres usages. Pour assurer une mise en œuvre réussie dans le domaine de la fabrication additive, le format de fichier AMF décrit dans le présent document est conçu pour répondre aux problématiques énumérées en [4.1.2](#) à [4.1.7](#).

**4.1.2 Indépendance vis-à-vis de toute technologie.** Le format AMF décrit un objet de façon générale afin que toute machine puisse le construire de la meilleure manière possible. Le format de fichier est indépendant de la résolution et de l'épaisseur des couches et il ne contient aucune information spécifique à un procédé ou à une technique de fabrication. Cela n'exclut pas la présence de propriétés que seules certaines machines évoluées sont capables de supporter (par exemple, couleur, multi-matériaux), mais ces propriétés sont définies de manière à éviter toute exclusivité.

**4.1.3 Simplicité.** Le format AMF est facile à comprendre et à mettre en œuvre. Afin d'en faciliter la compréhension et l'adoption, le format peut être lu et débogué dans un simple éditeur de texte. Aucune information identique n'est mémorisée dans plusieurs endroits.

**4.1.4 Adaptabilité.** Le format de fichier s'adapte en fonction de l'augmentation de la complexité et de la taille des pièces et en fonction de l'augmentation de la résolution et de la précision des équipements de fabrication. Cela inclut l'aptitude à traiter de grandes séries d'objets identiques, des caractéristiques internes complexes périodiques (par exemple, maillages et treillis), et des surfaces courbes lisses avec une très haute résolution.

**4.1.5 Performance.** Le format AMF permet une durée raisonnable (temps interactif) pour les opérations de lecture-écriture et permet des tailles de fichiers raisonnables pour un objet type de grande taille. Des données de performance détaillées sont fournies à l'[Annexe B](#).

**4.1.6 Compatibilité ascendante.** Tout fichier STL existant peut être directement converti en un fichier AMF valide sans aucune perte d'informations ni exigence d'informations supplémentaires. De même, les fichiers AMF sont facilement reconvertis en format STL pour être utilisés sur des systèmes existants, sachant que des caractéristiques spécifiques seront perdues. Ce format maintient la représentation de la géométrie en maillage par triangles pour tirer profit de l'algorithme de coupe optimisé existant et de l'infrastructure de code déjà existante.

**4.1.7 Compatibilité future.** Pour rester utilisable dans une industrie évoluant rapidement, ce format de fichier est facilement extensible tout en restant compatible avec des versions et des technologies antérieures. Cela permet d'ajouter de nouvelles caractéristiques au fur et à mesure de l'évolution de la technologie, tout en restant parfaitement fonctionnel pour des géométries homogènes simples sur les ordinateurs les plus anciens.

### 4.2 Lignes directrices pour l'inclusion de futurs nouveaux éléments

**4.2.1** Tout nouvel élément proposé doit être applicable sur toutes les plateformes informatiques et technologies qui pourraient éventuellement être utilisées pour générer le résultat souhaité.

**4.2.2** En appui de la considération ci-dessus, de nouveaux éléments proposés pour le présent document doivent décrire l'objet final, non comment le construire. Par exemple, un futur élément hypothétique `<hollow>` peut être autorisé à dire à un système de fabrication additive de laisser le volume vide si possible. Cependant, un élément `<objectLayerFillPath>` qui décrit comment construire un volume creux ne doit pas être inclus car il suppose un procédé de fabrication particulier.

## 5 Structure de la présente spécification

**5.1 Format.** Les informations fournies dans la présente spécification sont mémorisées au format XML 1.0. XML est un fichier texte comprenant une liste d'éléments et d'attributs. L'utilisation de ce format de données largement reconnu permet d'accéder à une importante source d'outils permettant de créer, de visualiser, de manipuler, d'analyser et de stocker des fichiers AMF. Le fait qu'un fichier XML soit lisible par l'homme permet le débogage des erreurs dans le fichier. Le fichier XML peut être compressé, crypté, ou les deux si cela est souhaité, lors d'une étape post-traitement à l'aide de programmes normalisés hautement optimisés.

**5.2 Flexibilité.** Le format XML offre un autre avantage significatif qui réside dans sa flexibilité intrinsèque. Dans la mesure où le document est conforme au standard XML, des paramètres manquants ou supplémentaires ne constituent pas un problème pour un analyseur. En pratique, cela permet d'ajouter de nouvelles caractéristiques sans avoir besoin de mettre à jour d'anciennes versions du programme analyseur, comme dans le cas des logiciels légaux.

**5.3 Précision.** Ce format de fichier ne se préoccupe pas de la précision de la représentation des valeurs numériques. Il appartient au programme générateur d'écrire autant de chiffres que nécessaires pour une représentation correcte de l'objet cible. Toutefois, il convient qu'un AMF grand public lise et traite des nombres réels en double précision (64 bits).

**5.4 Amendements et ajouts ultérieurs.** Bien que les éléments XML supplémentaires puissent être ajoutés provisoirement à n'importe quel fichier AMF à des fins internes, ces ajouts ne doivent pas être considérés comme faisant partie de la présente spécification. Un élément AMF officiel peut être ignoré par tout AMF grand public et n'a pas besoin d'être stocké ou reproduit par une application de l'éditeur. Un élément ne devient officiel que lorsqu'il est formellement accepté dans la présente spécification.

## 6 Structure générale

[ISO/ASTM 52915:2020](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/08de7afd-42fc-4652-bd44-d5ba9db4cde3/iso-astm-52915-2020)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/08de7afd-42fc-4652-bd44-d5ba9db4cde3/iso-astm-52915-2020>

**6.1** Le fichier AMF doit commencer par la ligne de déclaration XML spécifiant la version et le codage XML, par exemple:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
```

La version XML doit être 1.0. Il convient de ne spécifier que UTF-8 et UTF-16. Il convient que des codages non reconnus peuvent causer l'échec du chargement du fichier.

**6.2** Des caractères espace et des commentaires XML standard peuvent être intercalés dans le fichier et doivent être ignorés par tout interpréteur, par exemple:

```
<!-- ignore this comment -->
```

**6.3** Le reste du fichier doit être contenu entre une balise d'ouverture `</amf>` et une balise de fermeture `</amf>`. Cet élément indique le type de fichier et répond à l'exigence selon laquelle tous les fichiers XML ont un élément racine unique. Il convient d'utiliser un attribut indiquant que la version de la norme AMF est compatible. Des attributs standards de nommage XML standard peuvent également être utilisés, comme par exemple l'attribut `<lang>` destiné à identifier le langage humain utilisé. Le système d'unités peut être également spécifié (millimètre, pouce, pied, mètre ou micromètre). Si aucune unité n'est spécifiée, la valeur de l'attribut est supposée être millimètre, par exemple:

```
<amf unit="millimeter" version="1.0" xml:lang="en"
  xmlns:amf="www.astm.org/Standards/F2915-14">
```

**6.4** Entre les balises `<amf/>` d'ouverture et de fermeture d'élément, il existe cinq éléments de niveau supérieur, comme décrit en [6.4.1](#) à [6.4.5](#).

**6.4.1** `<object>` L'élément `object` définit un volume ou des volumes de matériaux, chacun étant associé à un identifiant (ID) de matériau pour le traitement par fabrication additive. Au moins un élément `object` doit être présent dans le fichier. Des objets supplémentaires sont facultatifs.

**6.4.2** `<material>` L'élément `material` facultatif définit un matériau pour la fabrication, et chacun est associé à un ID de matériau. L'ID de matériau déclaré doit être unique et ne doit pas être 0. Si aucun élément `material` n'est inclus, on suppose un seul matériau par défaut.

**6.4.3** `<texture>` L'élément `texture` facultatif définit une image ou une texture pour la couleur ou une représentation de la texture, chacun étant associé à un ID de texture. L'ID de texture ainsi déclaré doit être unique.

**6.4.4** `<constellation>` L'élément `constellation` facultatif combine hiérarchiquement des objets et d'autres constellations dans un modèle relatif pour l'impression. L'élément `constellation` peut également spécifier un ID d'objet, qui doit être unique. Si aucun élément `constellation` n'est spécifié, chaque élément `<object>` doit être importé sans données de position relative. Le logiciel grand public peut déterminer le positionnement relatif des objets si plus d'un objet est spécifié dans le fichier.

**6.4.5** `<metadata>` L'élément `metadata` facultatif spécifie des informations supplémentaires relatives à (aux) l'objet(s) et aux éléments contenus dans le fichier.

**6.5** Un seul élément `object` est requis pour un fichier AMF entièrement fonctionnel.

## 7 Spécification de la géométrie

ISO/ASTM 52915:2020  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/08de7afd-42fc-4652-bd44-d5ba9db4cde3/iso-astm-52915-2020>

### 7.1 Généralités

**7.1.1** L'élément `<object>` de niveau supérieur spécifie un ID unique et doit contenir une fois un élément `<mesh>`. L'élément `<mesh>` doit contenir deux éléments enfants: `<vertices>` et `<volume>`. L'élément `<object>` peut de façon facultative spécifier un matériau.

**7.1.2** L'élément `<vertices>` requis doit contenir tous les sommets qui sont utilisés dans cet objet. À chaque sommet est attribué de façon implicite un entier dans l'ordre dans lequel il a été déclaré en commençant par zéro et augmentant de façon monotone. L'élément enfant `<coordinates>` requis donne la position du sommet dans un espace à trois dimensions (3D) en utilisant les éléments enfants `<x>`, `<y>` et `<z>`.

**7.1.3** Après les informations relatives au sommet, au moins un élément `<volume>` doit être inclus. Chaque volume renferme un volume fermé de l'objet. Plusieurs volumes peuvent être inclus dans un unique objet. Des volumes peuvent partager des sommets au niveau des interfaces mais ne doivent pas avoir de volume en commun.

**7.1.4** Au sein de chaque volume, les multiples éléments enfants `<triangle>` doivent être utilisés pour définir les triangles qui pavent la surface du volume. Chaque élément `<triangle>` doit référencer trois sommets à partir de l'ensemble des indices des sommets définis précédemment. Les indices des trois sommets des triangles doivent être spécifiés en utilisant les éléments enfants `<v1>`, `<v2>` et `<v3>`. Les sommets doivent être ordonnés selon la règle de la main droite afin que les sommets qui sont énumérés dans le sens inverse des aiguilles d'une montre soient comme perçus de l'extérieur. À chaque triangle est implicitement attribué un identifiant entier dans l'ordre dans lequel il a été déclaré en commençant par zéro et augmentant de façon monotone (voir [Figure 1](#)).

7.1.5 La géométrie ne doit pas être utilisée pour décrire la structure support. Seule la structure cible finale doit être décrite.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<amf unit="millimeter">
  <object id="0">
    <mesh>
      <vertices>
        <vertex>
          <coordinates>
            <x>0</x>
            <y>1.32</y>
            <z>3.715</z>
          </coordinates>
        </vertex>
        <vertex>
          <coordinates>
            <x>0</x>
            <y>1.269</y>
            <z>2.45354</z>
          </coordinates>
        </vertex>
        ...
      </vertices>
      <volume>
        <triangle>
          <v1>0</v1>
          <v2>1</v2>
          <v3>3</v3>
        </triangle>
        <triangle>
          <v1>1</v1>
          <v2>0</v2>
          <v3>4</v3>
        </triangle>
        ...
      </volume>
    </mesh>
  </object>
</amf>
```

iTeh STANDARD PREVIEW  
Standards.iteh.ai

NOTE Cette figure illustre un fichier AMF de base contenant seulement une liste de sommets et triangles. Cette structure est compatible avec la norme STL et peut être lisible par une mise en œuvre minimale d'un AMF grand public.

Figure 1 — Fichier AMF de base

## 7.2 Géométrie lisse

7.2.1 Par défaut, tous les triangles doivent être considérés comme plans et tous les côtés des triangles doivent être considérés comme des lignes droites reliant leurs deux sommets. Cependant, des triangles courbes et des côtés incurvés peuvent éventuellement être spécifiées pour réduire le nombre d'éléments du maillage nécessaires pour décrire une surface courbe. Le logiciel minimal AMF grand public (voir [Article 13](#)) peut ignorer les informations de courbure associées avec des triangles.

7.2.2 Lors de l'importation, une pièce de triangle courbe doit être récursivement subdivisée en quatre triangles pour générer un ensemble temporaire final de triangles plans. Le niveau de récursivité doit être exactement cinq (qui est, un seul triangle courbe sera converti en 1 024 triangles plans).

7.2.3 Pendant la production, le logiciel qui génère des triangles courbes doit déterminer automatiquement le nombre de triangles courbes requis pour spécifier la géométrie cible à la tolérance souhaitée, sachant qu'en termes de consommation le logiciel va effectuer cinq niveaux de subdivision pour chaque triangle courbe.

7.2.4 Pour spécifier une courbure, un sommet peut contenir un élément enfant <normal> pour spécifier la surface normale désirée au sommet. Il convient que la normale soit d'une unité de longueur et dirigée vers l'extérieur. Si cette normale est spécifiée, toutes les liaisons des côtés des triangles en ce sommet