

# Biométrie

---

Le mot biométrie désigne dans un sens très large l'étude quantitative des êtres vivants. Parmi les principaux domaines d'application de la biométrie, on peut citer l'agronomie, l'anthropologie, l'écologie et la médecine.

L'usage de ce terme se rapporte de plus en plus à l'usage de ces techniques à des fins de reconnaissance et d'identification, le sens premier du mot biométrie étant alors repris par le terme biostatistique.

## Différentes significations

### Étude quantitative des êtres vivants

Durant tout le XX<sup>e</sup> siècle, le mot *biométrie* a été utilisé quasi exclusivement dans le sens très large de *l'étude quantitative des êtres vivants*, notamment à l'aide des méthodes statistiques. C'est dans cette optique que la revue *Biometrika* paraît depuis 1901 et que la *Biometric Society* (Société internationale de Biométrie) a été fondée en 1947.

On peut mentionner aussi les revues *Biometrics Bulletin* (devenue *Biometrics*) et *Biometrische Zeitschrift* (devenue *Biometrical Journal*), lancées respectivement en 1945 et 1959, ainsi que l'existence d'un nombre important de sociétés et groupes nationaux de biométrie.

Parmi les principaux domaines d'application de la biométrie, on peut citer l'agronomie, l'anthropologie, l'écologie et la médecine.

### Identification des personnes

Depuis quelques années, le mot *biométrie* est utilisé également dans le sens plus restrictif de *l'identification des personnes* en fonction de caractéristiques biologiques telles que les empreintes digitales, les traits du visage, etc.

La suite de cette page *biométrie* de Wikipédia est essentiellement consacrée à cette troisième signification.

### Informations complémentaires

En anglais, la distinction entre les deux acceptions du mot biométrie est parfois faite en utilisant respectivement *biometry* dans le premier cas et *biometrics* dans le deuxième cas. Dans le premier cas, le mot *biostatistique* (en anglais : *biostatistics*) est aussi considéré dans une certaine mesure comme équivalent à *biométrie*, en particulier dans le domaine médical.

On pourrait ajouter qu'au cours du XIX<sup>e</sup> siècle, le mot *biométrie* avait déjà été utilisé, sans réelles bases scientifiques, dans l'optique de la recherche des "vibrations vitales", en vue de mesurer des degrés de vie, de santé et de maladie.

- Lyne Billard. The roads traveled: our 50-year journey. In: Peter Armitage, Herbert A. David (eds). *Advances in biometry: 50 years of the International Biometric Society*. Wiley, New York, 1996, 1-20 (version PDF) <sup>[1]</sup>.
  - Pierre Dagnelie. Les mots "biomètre", "biométrie" et biométrie" au XIX<sup>e</sup> siècle. *Biometric Bulletin* 5 (3), 3-4, 1988 (version PDF) <sup>[2]</sup>.
-

- J.O. Irwin. Biometric method, past, present, and future. *Biometrics* 15 (3), 363-375, 1959 (première page de l'article) <sup>[3]</sup>.

## Identification des personnes

Le CLUSIF définit sa propre acception du mot **biométrie** :

« étude mathématique des variations biologiques à l'intérieur d'un groupe déterminé ».

Les techniques d'identification par la biométrie servent principalement à des applications dans le domaine de la sécurité, comme le contrôle d'accès automatique, un tel dispositif étant qualifié de *système de contrôle biométrique*. L'État français et d'autres étudient également les applications militaires des nanotechnologies.

« Un système de contrôle biométrique est un système automatique de mesure basé sur la reconnaissance de caractéristiques propres à l'individu » (d'après le CLUSIF).

Ce contrôle des individus aux moyens de technologies mises au service de sociétés privées ou publiques pose cependant des questions éthiques car la Commission nationale de l'informatique et des libertés et les citoyens disposent de peu de moyens pour en contrôler l'utilisation et éviter les éventuels abus.

## Analyse morphologique

L'analyse morphologique peut se pratiquer avec les empreintes digitales, l'iris, les réseaux veineux de la rétine, les réseaux veineux de la paume de la main, la morphologie de la main, le poids, ainsi qu'avec les traits du visage.

Les deux moyens biométriques principaux sont les empreintes digitales et l'iris :

## Les empreintes digitales

Une empreinte digitale est le dessin formé par les lignes de la peau des doigts, des paumes des mains, des orteils ou de la plante des pieds. Ce dessin se forme durant la période fœtale. Il existe deux types d'empreintes : l'empreinte directe (qui laisse une marque visible) et l'empreinte latente (saleté, sueur ou autre résidu déposé sur un objet). Elles sont uniques et immuables, elles ne se modifient donc pas au cours du temps (sauf par accident comme une brûlure par exemple). La probabilité de trouver deux empreintes digitales similaires est de 1 sur 10 puissance 24. Les jumeaux, par exemple, venant de la même cellule, auront des empreintes très proches <sup>[réf. nécessaire]</sup> mais pas semblables.

Elles sont composées, de façon rudimentaire, de terminaisons en crêtes, soit le point où la crête s'arrête, et de bifurcations, soit le point où la crête se divise en deux. Le noyau est le point intérieur, situé en général au milieu de l'empreinte. Il sert souvent de point de repère pour situer les autres minuties. D'autres termes sont également rencontrés : le lac, l'île, le delta, la vallée, la fin de ligne... Ces caractéristiques peuvent être numérisées. Une empreinte complète contient en moyenne une centaine de points caractéristiques mais les contrôles ne sont effectués qu'à partir de 12 points. , il est quasiment impossible de trouver 2 individus présentant 12 points caractéristiques identiques, même dans une population de plusieurs millions de personnes.

## L'Iris

Il ne faut en aucun cas la confondre avec la rétine, autre moyen biométrique, qui est situé au fond de l'œil.

### Définition

L'iris est situé dans l'humeur aqueuse, il est entouré par le blanc de l'œil, la pupille est située en son centre, la cornée se trouve devant lui et le cristallin derrière : l'iris correspond donc à la partie colorée de l'œil et c'est cette partie là qui nous intéresse au niveau de la biométrie. La formation de l'iris pour un œil humain commence au troisième mois de gestation, les structures qui créent les éléments distinctifs sont terminées lors du huitième mois et la pigmentation se poursuit dans les premières années suivant la naissance : la formation de l'iris est chaotique on a donc des motifs avec de fortes variabilités. On recèle environ 244 caractéristiques pour un motif. En effet, la texture de l'iris ou ce que l'on appelle le motif de l'iris, comprend de nombreuses caractéristiques. Celles les plus souvent utilisées dans la biométrie, sont la collerette (on l'appelle ainsi car elle forme le dessin d'une collerette autour de la pupille), les tâches pigmentaires (comme les tâches de rousseur ou les grains de beauté), les cryptes (ce sont des petits creux), la couronne ciliaire (ou zone ciliaire, enchevêtrement de tubes fins formant un petit renflement), les sillons ou la pupille qui eux sont contrôlés suivant leur taille.

Ces éléments de l'iris restent fixe, ils ne varient que très peu durant toute une vie : chaque motif est stable et unique (la probabilité de similitude est de 1 sur 10 puissance 72). De plus, le motif de l'iris n'est pas relié aux gènes, c'est-à-dire à l'ADN (Acide Désoxyribonucléique), cela signifie que ce n'est pas en fonction des gènes du père et de la mère que le motif de l'iris est formé contrairement à la couleur des yeux. Donc deux individus, même s'ils sont parents, peuvent avoir la même couleur mais jamais le même motif. Par ailleurs, les vrais jumeaux non plus ne sont pas confondus, il y a assez de caractéristiques dans l'iris pour que l'on puisse les distinguer. L'organe iridien est relativement à l'abri des lésions. S'agissant d'un tissu interne, l'iris est protégé par la cornée et l'humeur aqueuse. Étant donné que ces deux barrières sont transparentes, l'iris peut être facilement identifié à plus d'un mètre. On peut donc facilement photographier l'iris, qui n'est pas pourtant exposé à d'éventuels dommages.

Cependant comme l'iris occupe une petite surface, le matériel utilisé actuellement pour l'observer ne permet pas une étude précise au niveau des éléments du motif : on a seulement les contours macroscopiques. Ce problème reste temporaire car la précision des capteurs augmente de plus en plus et l'iris est suffisamment varié pour qu'il ne soit pas indispensable de recueillir toutes les informations qu'il contient.

### Capture de l'image d'un iris

L'utilisateur doit fixer l'objectif d'une caméra numérique qui balaie l'iris d'une personne d'une distance de 30 cm à 60 cm, et acquiert directement son dessin. Elle le compare ensuite à un fichier informatisé d'identification personnelle (les systèmes de reconnaissance en usage aujourd'hui sont en mesure de fouiller une banque de données nationale à la vitesse de 100 000 codes iridiens par seconde).

Or, l'iris est un organe sensible, sa taille est petite et il est obscurci par les cils, les paupières ou les lentilles de contacts. De plus, elle est variable et les utilisateurs ont tendance à bouger. Il est donc assez difficile d'avoir une bonne image de l'iris, il faut que ce

soit rapide, précis et qu'il n'y ait pas de lumière pouvant se refléter sur l'œil.

La prise de vue de l'iris est effectuée le plus souvent par une caméra (caméra CCD monochrome 640 x 480) employée avec une source de lumière de longueur d'ondes comprise entre 700 et 900 nm, invisible pour les humains.

D'autres systèmes emploient une caméra à large vision qui permet la localisation des yeux sur le visage, puis une autre caméra avec une vision étroite prend des images des yeux (il y a une plus grande résolution) avec un capteur classique et un objectif macro. Les différentes contraintes, en particulier de l'éclairage, impose une proximité entre le capteur et l'œil (30 à 60 cm), car plus l'œil est éloigné plus il y a de problèmes. Il faut également tenir compte des reflets ponctuels, de la non uniformité de l'éclairage, et des images de l'environnement qui se reflètent sur l'iris. On utilise alors un éclairage artificiel (diodes DEL) infrarouge, tout en atténuant le plus possible l'éclairage ambiant.

Pour le traitement numérique, la méthode employée est celle de John Daugman : après la numérisation de l'image de l'œil, le logiciel détermine le centre de la pupille et le contour de l'iris. Puis sur ces deux données le logiciel établit des bandes de tailles égales (la taille varie selon la dilatation de la pupille) pour former un fichier « gabarit », à partir de l'analyse de la texture de l'iris. Le fichier formé est un code iridien accompli grâce à l'algorithme de Daugman.

## Analyse comportementale

Outre les caractéristiques physiques, un individu possède également plusieurs éléments liés à son comportement qui lui sont propres :

- **dynamique des frappes au clavier** (*keystroke-scan*) : les frappes au clavier sont influencées par plusieurs choses; tout d'abord, selon le texte que l'on tape et, de manière plus générale selon sa nature, on aura tendance à modifier sa façon de taper au clavier. C'est d'ailleurs un des moyens utilisés par certaines attaques (*timing attacks*) pour essayer d'inférer le contenu ou la nature du texte tapé de façon à remonter jusqu'à un mot de passe par exemple. Ces techniques sont assez satisfaisantes mais restent néanmoins statistiques.

Ensuite, le facteur comportemental entre en jeu, et ce facteur va être -lui- différent pour chaque individu. Les facteurs sont à peu de chose près identiques à ceux évoqués précédemment : ce sont les durées entre frappes, la fréquence des erreurs, durée de la frappe elle-même, etc. La différence se situe plus au niveau de l'analyse, qui peut être soit statique et basée sur des réseaux neuronaux, soit dynamique et statistique (comparaison continue entre l'échantillon et la référence).

- **reconnaissance vocale** (*voice-scan*) : les données utilisées par la reconnaissance vocale proviennent à la fois de facteurs physiologiques et comportementaux. Ils ne sont en général pas imitables.
- **dynamique des signatures** (*signature-scan*) : ce type de biométrie est à l'heure actuelle peu utilisé mais ses défenseurs espèrent l'imposer assez rapidement pour des applications spécifiques (documents électroniques, rapports, contrats...). Le procédé est habituellement combiné à une palette graphique (ou équivalent) munie d'un stylo. Ce dispositif va mesurer plusieurs caractéristiques lors de la signature, tel que la vitesse, l'ordre des frappes, la pression et les accélérations, le temps total, etc. Bref tout ce qui peut permettre d'identifier une personne de la façon la plus sûre possible quand on utilise une donnée aussi changeante que la signature.

## Analyse comportementale et morphologique

- la voix.

## Critiques

La généralisation des systèmes de traçage des êtres humains suscite de nombreuses interrogations. Avec la vidéo-surveillance, l'utilisation de la biométrie appliquée à l'homme (elle est déjà largement utilisée pour les animaux) pose des questions de bioéthique.

De plus, les technologies d'identification posent des problèmes qui leur sont particuliers, par exemple elles ne sont en général pas révocables : on ne peut pas changer ses empreintes digitales, son iris ou la forme de son visage aussi facilement qu'on change un mot de passe.

La biométrie présente malheureusement un inconvénient majeur ; en effet aucune des mesures utilisées ne se révèle être totalement exacte car il s'agit bien là d'une des caractéristiques majeures de tout organisme vivant : on s'adapte à l'environnement, on vieillit, on subit des traumatismes plus ou moins importants, bref on évolue et les mesures changent.

Les fabricants ne recherchent pas uniquement la sécurité absolue, ils veulent quelque chose qui fonctionne dans la pratique. Ils cherchent donc à diminuer le taux de faux rejets (*False Rejection Rate*, FRR), tout en maintenant un taux relativement bas de fausses acceptations (*False Acceptation Rate*, FAR). Un système fonctionnel aura un FRR le plus bas possible. D'autre part, une FA est le fait d'accepter une personne non autorisée. Cela peut arriver si la personne a falsifié la donnée biométrique ou si la mesure la confond avec une autre personne. Un système sûr aura un FAR le plus bas possible. Dans la vie courante, les industriels cherchent principalement à avoir un compromis entre ces 2 taux, FRR et FAR tout en prenant en compte le temps de traitement des données biométriques et leurs stockages.

De manière générale, les faiblesses de ces systèmes ne se situent pas au niveau de la particularité physique sur laquelle ils reposent, mais bien sur la façon avec laquelle ils la mesurent, et la marge d'erreur qu'ils autorisent.

## Perspectives de développement et de recherche

De nombreuses recherches se poursuivent dans le domaine de la biométrie. La mise à jour dynamique des modèles de reconnaissance est l'un de ces axes de recherche. On expérimente ainsi en milieu scolaire des mesures morphologiques de la main qui s'adaptent au développement naturel de l'adolescence sans avoir à effectuer de nouvelles mesures. Des travaux sont également menés sur des systèmes adaptatifs qui prennent en compte l'évolution de la voix.

En matière de capteurs, on notera la reconnaissance veinale qui fait aussi l'objet de recherches. Elle consiste en une analyse du réseau veineux du doigt.

Autre axe, la multimodalité, qui consiste à combiner des reconnaissances (voix et visages par exemple) pour améliorer la fiabilité globale d'un système.

## Voir aussi

### Articles connexes

- **Identité :**
  - Anthropologie physique
  - Identité numérique
  - Passeport biométrique
- **Autorités :**
  - Commission nationale de l'informatique et des libertés
  - Biometric Identification Technology Ethics, groupe de réflexion européen financé par la Commission qui veut "*promouvoir la recherche et le débat public sur les implications "bioéthiques" des technologies émergentes d'identification biométrique*".
- **En théorie et en pratique :**
  - Authentification forte
  - Match on Card - Comparaison des minuties réalisée directement sur une carte à puce ou sur une cle USB
- **Risque :**
  - Fuite d'information

### Liens externes

- **Autorités :**
  - (fr) Intégration d'éléments biométriques <sup>[4]</sup> dans les passeports et les documents de voyage. Règlement (CE) n° 2252/2004.
  - (fr) [5]CNIL - Biométrie.
  - (fr) [6] Communication de la CNIL relative à la mise en œuvre de dispositifs de reconnaissance par empreinte digitale avec stockage dans une base de données (28/12/2007)
  - (fr) [7] Commission d'accès à l'information du Québec - La biométrie au Québec : Les enjeux.
  - (fr) [8] Commission d'accès à l'information du Québec - La biométrie au Québec : Les principes d'application pour un choix éclairé.

### Références

- [1] <http://www.stat.uga.edu/people/faculty/BILLARD/94-47.pdf>
- [2] <http://www.dagnelie.be/docpub/dagnelie-1988a.pdf>
- [3] [http://links.jstor.org/sici?sici=0006-341X\(195909\)15%3A3%3C363%3ABMPPAF%3E2.0.CO%3B2-F](http://links.jstor.org/sici?sici=0006-341X(195909)15%3A3%3C363%3ABMPPAF%3E2.0.CO%3B2-F)
- [4] <http://europa.eu.int/scadplus/leg/fr/lvb/l14154.htm>
- [5] <http://www.cnil.fr/index.php?id=2162>
- [6] <http://www.cnil.fr/fileadmin/documents/approfondir/dossier/CNI-biometrie/Communication-biometrie.pdf>
- [7] [http://www.cai.gouv.qc.ca/06\\_documentation/01\\_pdf/biom\\_enj.pdf](http://www.cai.gouv.qc.ca/06_documentation/01_pdf/biom_enj.pdf)
- [8] [http://www.cai.gouv.qc.ca/06\\_documentation/01\\_pdf/biom\\_appl.pdf](http://www.cai.gouv.qc.ca/06_documentation/01_pdf/biom_appl.pdf)

# Sources et contributeurs de l'article

**Biométrie** *Source:* <http://fr.wikipedia.org/w/index.php?oldid=41357047> *Contributeurs:* Achillea, Alain.Darles, Alno, Anonimes, Arnaudus, Bazook, Biomet1, BoiTenCartoN, Bublegun, Cantons-de-l'Est, D8vid, David Berardan, EDUCA33E, Gemme, Graouilly, Gulokhar, J-nam2, JeanPaul, L'amateur d'aéroplanes, Le gorille, Louperivois, Mr Patate, PhilFree, Ptoui, R, Tieno, Tieum, Toutoune25, Tu5ex, Turb, Wiz, Youssefsan, ZeMeilleur, Zedh, Zelda, Zubro, 65 modifications anonymes

---

## Licence

---

Version 1.2, November 2002

Copyright (C) 2000,2001,2002 Free Software Foundation, Inc.  
51 Franklin St, Fifth Floor, Boston, MA 02110-1301 USA  
Everyone is permitted to copy and distribute verbatim copies  
of this license document, but changing it is not allowed.

### 0. PREAMBLE

The purpose of this License is to make a manual, textbook, or other functional and useful document "free" in the sense of freedom: to assure everyone the effective freedom to copy and redistribute it, with or without modifying it, either commercially or noncommercially. Secondly, this License preserves for the author and publisher a way to get credit for their work, while not being considered responsible for modifications made by others.

This License is a kind of "copyleft", which means that derivative works of the document must themselves be free in the same sense. It complements the GNU General Public License, which is a copyleft license designed for free software.

We have designed this License in order to use it for manuals for free software, because free software needs free documentation: a free program should come with manuals providing the same freedoms that the software does. But this License is not limited to software manuals; it can be used for any textual work, regardless of subject matter or whether it is published as a printed book. We recommend this License principally for works whose purpose is instruction or reference.

### 1. APPLICABILITY AND DEFINITIONS

This License applies to any manual or other work, in any medium, that contains a notice placed by the copyright holder saying it can be distributed under the terms of this License. Such a notice grants a world-wide, royalty-free license, unlimited in duration, to use that work under the conditions stated herein. The "Document", below, refers to any such manual or work. Any member of the public is a licensee, and is addressed as "you". You accept the license if you copy, modify or distribute the work in a way requiring permission under copyright law.

A "Modified Version" of the Document means any work containing the Document or a portion of it, either copied verbatim, or with modifications and/or translated into another language.

A "Secondary Section" is a named appendix or a front-matter section of the Document that deals exclusively with the relationship of the publishers or authors of the Document to the Document's overall subject (or to related matters) and contains nothing that could fall directly within that overall subject. (Thus, if the Document is in part a textbook of mathematics, a Secondary Section may not explain any mathematics.) The relationship could be a matter of historical connection with the subject or with related matters, or of legal, commercial, philosophical, ethical or political position regarding them.

The "Invariant Sections" are certain Secondary Sections whose titles are designated, as being those of Invariant Sections, in the notice that says that the Document is released under this License. If a section does not fit the above definition of Secondary then it is not allowed to be designated as Invariant. The Document may contain zero Invariant Sections. If the Document does not identify any Invariant Sections then there are none.

The "Cover Texts" are certain short passages of text that are listed, as Front-Cover Texts or Back-Cover Texts, in the notice that says that the Document is released under this License. A Front-Cover Text may be at most 5 words, and a Back-Cover Text may be at most 25 words.

A "Transparent" copy of the Document means a machine-readable copy, represented in a format whose specification is available to the general public, that is suitable for revising the document straightforwardly with generic text editors or (for images composed of pixels) generic paint programs or (for drawings) some widely available drawing editor, and that is suitable for input to text formatters or for automatic translation to a variety of formats suitable for input to text formatters. A copy made in an otherwise Transparent file format whose markup, or absence of markup, has been arranged to thwart or discourage subsequent modification by readers is not Transparent. An image format is not Transparent if used for any substantial amount of text. A copy that is not "Transparent" is called "Opaque".

Examples of suitable formats for Transparent copies include plain ASCII without markup, Texinfo input format, LaTeX input format, SGML or XML using a publicly available DTD, and standard-conforming simple HTML, PostScript or PDF designed for human modification. Examples of transparent image formats include PNG, XCF and JPG. Opaque formats include proprietary formats that can be read and edited only by proprietary word processors, SGML or XML for which the DTD and/or processing tools are not generally available, and the machine-generated HTML, PostScript or PDF produced by some word processors for output purposes only.

The "Title Page" means, for a printed book, the title page itself, plus such following pages as are needed to hold, legibly, the material this License requires to appear in the title page. For works in formats which do not have any title page as such, "Title Page" means the text near the most prominent appearance of the work's title, preceding the beginning of the body of the text.

A section "Entitled XYZ" means a named subunit of the Document whose title either is precisely XYZ or contains XYZ in parentheses following text that translates XYZ in another language. (Here XYZ stands for a specific section name mentioned below, such as "Acknowledgements", "Dedications", "Endorsements", or "History".) To "Preserve the Title" of such a section when you modify the Document means that it remains a section "Entitled XYZ" according to this definition.

The Document may include Warranty Disclaimers next to the notice which states that this License applies to the Document. These Warranty Disclaimers are considered to be included by reference in this License, but only as regards disclaiming warranties: any other implication that these Warranty Disclaimers may have is void and has no effect on the meaning of this License.

### 2. VERBATIM COPYING

You may copy and distribute the Document in any medium, either commercially or noncommercially, provided that this License, the copyright notices, and the license notice saying this License applies to the Document are reproduced in all copies, and that you add no other conditions whatsoever to those of this License. You may not use technical measures to obstruct or control the reading or further copying of the copies you make or distribute. However, you may accept compensation in exchange for copies. If you distribute a large enough number of copies you must also follow the conditions in section 3.

You may also lend copies, under the same conditions stated above, and you may publicly display copies.

### 3. COPYING IN QUANTITY

If you publish printed copies (or copies in media that commonly have printed covers) of the Document, numbering more than 100, and the Document's license notice requires Cover Texts, you must enclose the copies in covers that carry, clearly and legibly, all these Cover Texts: Front-Cover Texts on the front cover, and Back-Cover Texts on the back cover. Both covers must also clearly and legibly identify you as the publisher of these copies. The front cover must present the full title with all words of the title equally prominent and visible. You may add other material on the covers in addition. Copying with changes limited to the covers, as long as they preserve the title of the Document and satisfy these conditions, can be treated as verbatim copying in other respects.

If the required texts for either cover are too voluminous to fit legibly, you should put the first ones listed (as many as fit reasonably) on the actual cover, and continue the rest onto adjacent pages.

If you publish or distribute Opaque copies of the Document numbering more than 100, you must either include a machine-readable Transparent copy along with each Opaque copy, or state in or with each Opaque copy a computer-network location from which the general network-using public has access to download using public-standard network protocols a complete Transparent copy of the Document, free of added material. If you use the latter option, you must take reasonably prudent steps, when you begin distribution of Opaque copies in quantity, to ensure that this Transparent copy will remain thus accessible at the stated location until at least one year after the last time you distribute an Opaque copy (directly or through your agents or retailers) of that edition to the public.

If it is requested, but not required, that you contact the authors of the Document well before redistributing any large number of copies, to give them a chance to provide you with an updated version of the Document.

### 4. MODIFICATIONS

You may copy and distribute a Modified Version of the Document under the conditions of sections 2 and 3 above, provided that you release the Modified Version under precisely this License, with the Modified Version filling the role of the Document, thus licensing distribution and modification of the Modified Version to whoever possesses a copy of it. In addition, you must do these things in the Modified Version:

1. Use in the Title Page (and on the covers, if any) a title distinct from that of the Document, and from those of previous versions (which should, if there were any, be listed in the History section of the Document). You may use the same title as a previous version if the original publisher of that version gives permission.
2. List on the Title Page, as authors, one or more persons or entities responsible for authorship of the modifications in the Modified Version, together with at least five of the principal authors of the Document (all of its principal authors, if it has fewer than five), unless they release you from this requirement.
3. State on the Title page the name of the publisher of the Modified Version, as the publisher.
4. Preserve all the copyright notices of the Document.
5. Add an appropriate copyright notice for your modifications adjacent to the other copyright notices.
6. Include, immediately after the copyright notices, a license notice giving the public permission to use the Modified Version under the terms of this License, in the form shown in the Addendum below.
7. Preserve in that license notice the full lists of Invariant Sections and required Cover Texts given in the Document's license notice.

8. Include an unaltered copy of this License.
9. Preserve the section Entitled "History", Preserve its Title, and add to it an item stating at least the title, year, new authors, and publisher of the Modified Version as given on the Title Page. If there is no section Entitled "History" in the Document, create one stating the title, year, authors, and publisher of the Document as given on its Title Page, then add an item describing the Modified Version as stated in the previous sentence.
10. Preserve the network location, if any, given in the Document for public access to a Transparent copy of the Document, and likewise the network locations given in the Document for previous versions it was based on. These may be placed in the "History" section. You may omit a network location for a work that was published at least four years before the Document itself, or if the original publisher of the version it refers to gives permission.
11. For any section Entitled "Acknowledgements" or "Dedications", Preserve the Title of the section, and preserve in the section all the substance and tone of each of the contributor acknowledgements and/or dedications given therein.
12. Preserve all the Invariant Sections of the Document, unaltered in their text and in their titles. Section numbers or the equivalent are not considered part of the section titles.
13. Delete any section Entitled "Endorsements". Such a section may not be included in the Modified Version.
14. Do not retitle any existing section to be Entitled "Endorsements" or to conflict in title with any Invariant Section.
15. Preserve any Warranty Disclaimers.

If the Modified Version includes new front-matter sections or appendices that qualify as Secondary Sections and contain no material copied from the Document, you may at your option designate some or all of these sections as invariant. To do this, add their titles to the list of Invariant Sections in the Modified Version's license notice. These titles must be distinct from any other section titles.

You may add a section Entitled "Endorsements", provided it contains nothing but endorsements of your Modified Version by various parties--for example, statements of peer review or that the text has been approved by an organization as the authoritative definition of a standard.

You may add a passage of up to five words as a Front-Cover Text, and a passage of up to 25 words as a Back-Cover Text, to the end of the list of Cover Texts in the Modified Version. Only one passage of Front-Cover Text and one of Back-Cover Text may be added by (or through arrangements made by) any one entity. If the Document already includes a cover text for the same cover, previously added by you or by arrangement made by the same entity you are acting on behalf of, you may not add another; but you may replace the old one, on explicit permission from the previous publisher that added the old one.

The author(s) and publisher(s) of the Document do not by this License give permission to use their names for publicity for or to assert or imply endorsement of any Modified Version.

## 5.COMBINING DOCUMENTS

You may combine the Document with other documents released under this License, under the terms defined in section 4 above for modified versions, provided that you include in the combination all of the Invariant Sections of all of the original documents, unmodified, and list them all as Invariant Sections of your combined work in its license notice, and that you preserve all their Warranty Disclaimers.

The combined work need only contain one copy of this License, and multiple identical Invariant Sections may be replaced with a single copy. If there are multiple Invariant Sections with the same name but different contents, make the title of each such section unique by adding at the end of it, in parentheses, the name of the original author or publisher of that section if known, or else a unique number. Make the same adjustment to the section titles in the list of Invariant Sections in the license notice of the combined work.

In the combination, you must combine any sections Entitled "History" in the various original documents, forming one section Entitled "History"; likewise combine any sections Entitled "Acknowledgements", and any sections Entitled "Dedications". You must delete all sections Entitled "Endorsements."

## 6.COLLECTIONS OF DOCUMENTS

You may make a collection consisting of the Document and other documents released under this License, and replace the individual copies of this License in the various documents with a single copy that is included in the collection, provided that you follow the rules of this License for verbatim copying of each of the documents in all other respects.

You may extract a single document from such a collection, and distribute it individually under this License, provided you insert a copy of this License into the extracted document, and follow this License in all other respects regarding verbatim copying of that document.

## 7.AGGREGATION WITH INDEPENDENT WORKS

A compilation of the Document or its derivatives with other separate and independent documents or works, in or on a volume of a storage or distribution medium, is called an "aggregate" if the copyright resulting from the compilation is not used to limit the legal rights of the compilation's users beyond what the individual works permit. When the Document is included in an aggregate, this License does not apply to the other works in the aggregate which are not themselves derivative works of the Document.

If the Cover Text requirement of section 3 is applicable to these copies of the Document, then if the Document is less than one half of the entire aggregate, the Document's Cover Texts may be placed on covers that bracket the Document within the aggregate, or the electronic equivalent of covers if the Document is in electronic form. Otherwise they must appear on printed covers that bracket the whole aggregate.

## 8.TRANSLATION

Translation is considered a kind of modification, so you may distribute translations of the Document under the terms of section 4. Replacing Invariant Sections with translations requires special permission from their copyright holders, but you may include translations of some or all Invariant Sections in addition to the original versions of these Invariant Sections. You may include a translation of this License, and all the license notices in the Document, and any Warranty Disclaimers, provided that you also include the original English version of this License and the original versions of those notices and disclaimers. In case of a disagreement between the translation and the original version of this License or a notice or disclaimer, the original version will prevail.

If a section in the Document is Entitled "Acknowledgements", "Dedications", or "History", the requirement (section 4) to Preserve its Title (section 1) will typically require changing the actual title.

## 9.TERMINATION

You may not copy, modify, sublicense, or distribute the Document except as expressly provided for under this License. Any other attempt to copy, modify, sublicense or distribute the Document is void, and will automatically terminate your rights under this License. However, parties who have received copies, or rights, from you under this License will not have their licenses terminated so long as such parties remain in full compliance.

## 10.FUTURE REVISIONS OF THIS LICENSE

The Free Software Foundation may publish new, revised versions of the GNU Free Documentation License from time to time. Such new versions will be similar in spirit to the present version, but may differ in detail to address new problems or concerns. See <http://www.gnu.org/copyleft/>.

Each version of the License is given a distinguishing version number. If the Document specifies that a particular numbered version of this License "or any later version" applies to it, you have the option of following the terms and conditions either of that specified version or of any later version that has been published (not as a draft) by the Free Software Foundation. If the Document does not specify a version number of this License, you may choose any version ever published (not as a draft) by the Free Software Foundation.

## How to use this License for your documents

To use this License in a document you have written, include a copy of the License in the document and put the following copyright and license notices just after the title page:

Copyright (c) YEAR YOUR NAME.

Permission is granted to copy, distribute and/or modify this document under the terms of the GNU Free Documentation License, Version 1.2

or any later version published by the Free Software Foundation;

with no Invariant Sections, no Front-Cover Texts, and no Back-Cover Texts.

A copy of the license is included in the section entitled "GNU

Free Documentation License".

If you have Invariant Sections, Front-Cover Texts and Back-Cover Texts, replace the "with...Texts." line with this:

with the Invariant Sections being LIST THEIR TITLES, with the

Front-Cover Texts being LIST, and with the Back-Cover Texts being LIST.

If you have Invariant Sections without Cover Texts, or some other combination of the three, merge those two alternatives to suit the situation.

If your document contains nontrivial examples of program code, we recommend releasing these examples in parallel under your choice of free software license, such as the GNU General Public License, to permit their use in free software.