

INTERNATIONAL STANDARD NORME INTERNATIONALE



2382 / XVI

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION • МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ • ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION

Data processing — Vocabulary — Section 16 : Information theory

First edition — 1978-12-01

Traitement de l'information — Vocabulaire — Chapitre 16 : Théorie de l'information

Première édition — 1978-12-01

UDC/CDU 681.3 : 001.4

Ref. No./Réf. n° : ISO 2382/XVI-1978 (E/F)

Descriptors : data processing, information theory, vocabulary / **Descripteurs** : traitement de l'information, théorie de l'information, vocabulaire.

Price based on 15 pages/Prix basé sur 15 pages

FOREWORD

ISO (the International Organization for Standardization) is a worldwide federation of national standards institutes (ISO member bodies). The work of developing International Standards is carried out through ISO technical committees. Every member body interested in a subject for which a technical committee has been set up has the right to be represented on that committee. International organizations, governmental and non-governmental, in liaison with ISO, also take part in the work.

Draft International Standards adopted by the technical committees are circulated to the member bodies for approval before their acceptance as International Standards by the ISO Council.

International Standard ISO 2382/XVI was developed by Technical Committee ISO/TC 97, *Computers and information processing*, and was circulated to the member bodies in November 1977.

It has been approved by the member bodies of the following countries :

Australia	Israel	South Africa, Rep. of
Belgium	Italy	Spain
Brazil	Japan	Switzerland
Czechoslovakia	Mexico	United Kingdom
Egypt, Arab Rep. of	Netherlands	U.S.S.R.
France	New Zealand	Yugoslavia
Germany, F.R.	Romania	

The member body of the following country expressed disapproval of the document on technical grounds :

U.S.A.

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 confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique correspondant. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO, participent également aux travaux.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour approbation, avant leur acceptation comme Normes internationales par le Conseil de l'ISO.

La Norme internationale ISO 2382/XVI a été élaborée par le comité technique ISO/TC 97, *Calculateurs et traitement de l'information*, et a été soumise aux comités membres en novembre 1977.

Les comités membres des pays suivants l'ont approuvée :

Afrique du Sud, Rép. d'	France	Roumanie
Allemagne, R.F.	Israël	Royaume-Uni
Australie	Italie	Suisse
Belgique	Japon	Tchécoslovaquie
Brésil	Mexique	U.R.S.S.
Égypte, Rép. arabe d'	Nouvelle-Zélande	Yougoslavie
Espagne	Pays-Bas	

Le comité membre du pays suivant l'a désapprouvée pour des raisons techniques :

U.S.A.

Data processing gives rise to numerous international exchanges of both intellectual and material nature. These exchanges often become difficult, either because of the great variety of terms used in various fields or languages to express the same concept, or because of the absence of or the imprecision of useful concepts.

To avoid misunderstandings due to this situation and to facilitate such exchanges, it is advisable to select terms to be used in various languages or in various countries to express the same concept and to establish definitions providing satisfactory equivalents for the various terms in different languages.

In accordance with the directions given to the ISO sub-committee in charge of the Vocabulary, the work on it has been mainly based on the usage to be found in the *Vocabulary of information processing** established and published by the International Federation for Information Processing and the International Computation Centre, and in the *USA Standard vocabulary for information processing*** established, published, and revised by the American National Standards Institute. The sub-committee also considered various international documents or drafts issued by ISO Technical Committee 97 and its sub-committees and other international organizations (such as the International Telecommunication Union) and national drafts or standards.

The definitions have been drawn up with the objective of achieving a proper balance between precision and simplicity. The main objective of this Vocabulary is to provide definitions that can be understood to have the same meaning by all concerned. It may thus be felt that some definitions are not sufficiently precise, do not include all cases, do not take into account certain exceptions, or are in conflict with established uses in particular fields of application.

In addition, the Vocabulary consists of several sections prepared over a long period of time and it may be that the preparation of the later sections introduces inconsistencies with the earlier ones.

These imperfections will be eliminated as far as possible in later editions. This procedure allows for immediate publication of needed sections and permits an element of flexibility in the preparation of a comprehensive vocabulary in view of the dynamics of language.

* North Holland Publishing Company — AMSTERDAM 1966.

** This standard has been replaced by the *American National Dictionary for Information Processing*.

Le traitement de l'information donne lieu à de très nombreux échanges internationaux d'ordre intellectuel ou matériel qui sont souvent rendus difficiles soit par la diversité des termes employés dans différents milieux ou dans différentes langues pour exprimer une même notion, soit par l'absence ou l'imprécision des définitions des notions utiles.

Pour éviter les malentendus ayant leur origine dans le vocabulaire et faciliter les échanges, il convient de procéder à un choix des termes à employer dans les différentes langues ou dans les différents pays pour désigner la même notion, et de rédiger des définitions assurant une équivalence pratiquement satisfaisante entre ces différents termes.

Conformément aux directives reçues par le sous-comité de l'ISO chargé de l'étude du Vocabulaire, les travaux correspondants ont été essentiellement basés sur l'usage codifié dans le *Vocabulary of information processing** établi et publié par l'International Federation for Information Processing et le Centre international de calcul, et dans le *USA Standard vocabulary for information processing*** établi, publié et révisé par l'American National Standards Institute. Le sous-comité s'est appuyé en outre sur différents documents ou projets internationaux issus du comité technique 97 de l'ISO et de ses sous-comités ou d'autres organisations internationales (telles que l'Union internationale des télécommunications), ainsi que sur des normes ou projets nationaux.

Les définitions ont été conçues de façon telle qu'un équilibre raisonnable entre la précision et la simplicité soit atteint. L'objectif principal de ce Vocabulaire est de fournir des définitions qui puissent être reconnues comme ayant le même sens par tout lecteur concerné. Quelques définitions peuvent donc sembler insuffisamment précises, ne pas inclure tous les cas, ne pas tenir compte de certaines exceptions ou être en contradiction avec les usages établis dans des domaines d'application particuliers.

De plus, le Vocabulaire est constitué de plusieurs chapitres dont l'élaboration s'est étalée sur une grande période de temps et la réalisation de nouveaux chapitres peut introduire des incohérences dans les anciens chapitres.

Ces imperfections seront éliminées dans la mesure du possible dans les éditions ultérieures. Cette procédure permet de publier rapidement les chapitres les plus attendus et introduit un élément de souplesse dans la réalisation d'un vocabulaire étendu et devant s'adapter à la dynamique de la langue.

* North Holland Publishing Company — AMSTERDAM 1966.

** Cette norme a été remplacée par l'*American National Dictionary for Information Processing*.

CONTENTS

	Page
1 General	1
1.1 Introduction	1
1.2 Scope	1
1.3 Field of application	1
2 Principles and rules followed	1
2.1 Definition of an entry	1
2.2 Organization of an entry	1
2.3 Classification of entries	1
2.4 Selection of terms and wording of definitions	2
2.5 Multiple meanings	2
2.6 Abbreviations	2
2.7 Use of parentheses	2
2.8 Use of (square) brackets	2
2.9 Use of terms printed in italic typeface in definitions and use of asterisks	2
2.10 Spelling	2
2.11 Organization of the alphabetical index	2
3 Terms and definitions	
16 Information theory	3
16.01 General terms	3
16.02 Messages and their communication	3
16.03 Basic quantitative terms	4
16.04 Derived quantitative terms	7
4 Alphabetical index	
English	12
French	14

SOMMAIRE

	Page
1 Généralités	1
1.1 Introduction	1
1.2 Objet	1
1.3 Domaine d'application	1
2 Principes d'établissement et règles suivies	1
2.1 Définition de l'article	1
2.2 Constitution d'un article	1
2.3 Classification des articles	1
2.4 Choix des termes et des définitions	2
2.5 Pluralité de sens ou polysémie	2
2.6 Abréviations	2
2.7 Emploi des parenthèses	2
2.8 Emploi des crochets	2
2.9 Emploi dans les définitions de termes écrits en caractères italiques et de l'astérisque	2
2.10 Mode d'écriture et orthographe	2
2.11 Constitution de l'index alphabétique	2
3 Termes et définitions	
16 Théorie de l'information	3
16.01 Termes généraux	3
16.02 Messages et leur communication	3
16.03 Termes quantitatifs principaux	4
16.04 Termes quantitatifs dérivés	7
4 Index alphabétique	
Anglais	12
Français	14

STANDARDSISO.COM : Click to view the full PDF of ISO 2382-16:1978

Data processing — Vocabulary — Section 16 : Information theory

1 GENERAL

1.1 Introduction

This section of the Vocabulary (which will comprise some twenty sections) mainly deals with information theory according to Shannon. It contains both the fundamental terms for a general introduction to information theory and derived quantitative terms which may be considered as the most useful for practical applications.

One form of mathematical notation is used consistently within this document. It is not the purpose of this document either to standardize this notation or to set a precedent for other publications.

1.2 Scope

The Vocabulary is intended to facilitate international communication in data processing. It presents in two languages terms and definitions of selected concepts relevant to the field of data processing and identifies relationships between the entries.

In order to facilitate their translation into other languages, the definitions are drafted so as to avoid, as far as possible, any peculiarity attached to a language.

1.3 Field of application

The Vocabulary deals with the main areas of data processing, including the principal processes and types of equipment used, the representation, organization and presentation of data, the programming and operation of computers, input-output devices and peripheral equipment, as well as particular applications.

2 PRINCIPLES AND RULES FOLLOWED

The sub-clauses under this heading included in ISO 2382/I are equally applicable to this section. They are not reproduced here. The corresponding sub-clause headings are the following :

2.1 Definition of an entry

2.2 Organization of an entry

2.3 Classification of entries

Traitement de l'information — Vocabulaire — Chapitre 16 : Théorie de l'information

1 GÉNÉRALITÉS

1.1 Introduction

Le présent chapitre du Vocabulaire (qui comprendra une vingtaine de chapitres) traite essentiellement de la théorie de l'information selon Shannon. Il rassemble les termes fondamentaux constituant une introduction générale à la théorie de l'information et les termes quantitatifs qui s'en déduisent et pouvant être considérés comme étant les plus utiles pour les applications pratiques.

Les notations mathématiques ont été unifiées dans le présent document selon un certain modèle. Cette unification ne doit pas être considérée comme constituant une normalisation de ces notations ou un précédent qui devrait être suivi dans d'autres cas.

1.2 Objet

Le Vocabulaire a pour objet de faciliter les échanges internationaux dans ce domaine. Il présente un ensemble bilingue de termes et de définitions ayant trait à des notions choisies, et définit les relations pouvant exister entre différentes notions.

Les définitions ont été établies de manière à ne présenter que peu de particularités attachées à une langue donnée, en vue de faciliter leur transposition dans d'autres langues.

1.3 Domaine d'application

Le Vocabulaire traite des principaux domaines du traitement de l'information, des principaux procédés et types de machines employés, de la représentation et de la forme des données, de la programmation et de l'exploitation des calculateurs, des entrées-sorties et organes périphériques, et de certaines applications.

2 PRINCIPES D'ÉTABLISSEMENT ET RÈGLES SUIVIES

Les textes des paragraphes ci-après, inclus dans l'ISO 2382/I, s'appliquent également au présent chapitre. Ils ne sont pas reproduits ici. Les titres des paragraphes correspondants sont les suivants :

2.1 Définition de l'article

2.2 Constitution d'un article

2.3 Classification des articles

2.4	Selection of terms and wording of definitions	2.4	Choix des termes et des définitions
2.5	Multiple meanings	2.5	Pluralité de sens ou polysémie
2.6	Abbreviations	2.6	Abréviations
2.7	Use of parentheses	2.7	Emploi des parenthèses
2.8	Use of (square) brackets	2.8	Emploi des crochets
2.9	Use of terms printed in italic typeface in definitions and use of asterisks	2.9	Emploi dans les définitions de termes écrits en caractères italiques et de l'astérisque
2.10	Spelling	2.10	Mode d'écriture et orthographe
2.11	Organization of the alphabetical index	2.11	Constitution de l'index alphabétique

STANDARDSISO.COM : Click to view the full PDF of ISO 2382-16:1978

3 TERMS AND DEFINITIONS

16 INFORMATION THEORY

16.01 GENERAL TERMS

16.01.01

information theory**communication theory** (deprecated in this sense)

The branch of learning concerned with the study of *measures of information* and their properties.

16.01.02

communication theory

The mathematical discipline dealing with the probabilistic features of the transmission of *messages* in the presence of *noise* and any other disturbances.

16.01.03

measure of information

A suitable function of the probability of occurrence of an event or of a sequence of events from a *set* of possible events.

NOTE — In information theory, the term "event" is to be understood as used in the theory of probability. For instance, an event may be :

- the presence of a given *element* of a set;
- the occurrence of a specified *character*, or of a specified word in a given *position* of a *message*.

16.02 MESSAGES AND THEIR COMMUNICATION

16.02.01

message (in information theory and communication theory)

An *ordered* series of *characters* intended to convey *information*.

16.02.02

message source**information source**

That part of a communication system from which *messages* are considered to originate.

16.02.03

message sink

That part of a communication system in which *messages* are considered to be received.

3 TERMES ET DÉFINITIONS

16 THÉORIE DE L'INFORMATION

16.01 TERMES GÉNÉRAUX

16.01.01

théorie de l'information**théorie des communications** (déconseillé dans ce sens)

Discipline théorique traitant des *mesures de l'information* et de leurs propriétés.

16.01.02

théorie des communications

Discipline mathématique traitant des aspects probabilistes de la transmission de *messages* en présence de *bruit* et éventuellement d'autres perturbations.

16.01.03

mesure de l'information

Fonction appropriée de la probabilité de réalisation d'un événement, ou d'une suite d'événements, pris(e) parmi un *ensemble* connu d'événements possibles.

NOTE — En théorie de l'information, le mot «événement» a le sens qu'il prend dans le calcul des probabilités. Un événement peut être, par exemple :

- la présence d'un *élément* donné d'un *ensemble*;
- l'existence d'un *caractère* déterminé, ou d'un mot déterminé, dans une position donnée d'un *message*.

16.02 MESSAGES ET LEUR COMMUNICATION

16.02.01

message (en théorie de l'information et en théorie des communications)

Suite *ordonnée* de *caractères* destinée à communiquer des informations.

16.02.02

source de messages**source d'information**

Partie d'un ensemble de communication d'où l'on considère que les *messages* sont issus.

16.02.03

collecteur de messages

Partie d'un ensemble de communication où l'on considère que les *messages* sont reçus.

16.02.04

channel (in communication theory)

That part of a communication system that connects the *message source* with the *message sink*.

NOTES

1 A *coder* may be inserted between the message source and the input to the channel, and a *decoder* between the output of the channel and the message sink. Generally, these two units are not considered as being parts of the channel. In certain cases, however, they may be considered as parts of the message source and message sink, respectively.

2 In information theory according to Shannon the channel can be characterized by the set of conditional probabilities of occurrence of all the *messages* received at the message sink when a given *message* emanates from the message source.

16.02.05

symmetric binary channel

A *channel* that is designed to convey messages consisting of binary *characters* and that has the property that the conditional probabilities of changing any one character to the other character are equal.

16.02.06

stationary message source

stationary information source

A *message source* from which each *message* has a probability of occurrence independent of the time of its occurrence.

16.03 BASIC QUANTITATIVE TERMS

16.03.01

decision content

A logarithmic measure of the number of decisions needed to select a given event among a finite number of mutually exclusive events; in mathematical notation, this measure is :

$$H_0 = \log n$$

where n is the number of events.

Examples : See examples at the end of 16.03.

NOTES

1 The note in 16.01.03 is applicable to this definition.

2 The base of the logarithm determines the unit used.

3 The decision content is independent of the probabilities of the occurrence of the events. However, in some applications, it is assumed that these probabilities are equal.

16.02.04

voie (en théorie des communications)

Partie d'un ensemble de communication qui relie la *source de messages* au *collecteur de messages*.

NOTES

1 Un *codeur* peut être situé entre la source de message et l'entrée de la voie, et un *décodeur* peut être situé entre la sortie de la voie et le collecteur de message. Ces deux organes ne sont pas considérés en général comme faisant partie de la voie. Dans certains cas, ils peuvent être considérés comme faisant partie respectivement de la source et du collecteur.

2 En théorie de l'information selon Shannon, la voie peut être caractérisée par l'ensemble des probabilités conditionnelles d'apparition de tous les *messages* reçus au collecteur de messages lorsqu'un message déterminé est émis par la source.

16.02.05

voie binaire symétrique

Voie de communication destinée à la transmission de *messages* composés de *caractères *binaires* et dont les propriétés sont telles que les probabilités conditionnelles du changement de l'un quelconque des caractères en l'autre sont égales.

16.02.06

source de messages stationnaire

source d'information stationnaire

Source de messages dont chaque *message* a une probabilité de réalisation indépendante de l'instant de cette réalisation.

16.03 TERMES QUANTITATIFS PRINCIPAUX

16.03.01

quantité de décision

Mesure logarithmique du nombre de décision élémentaires distinctes qui doivent être prises pour choisir un événement donné parmi un nombre fini d'événements s'excluant mutuellement; mathématiquement, cette mesure est :

$$H_0 = \log n$$

où n est le nombre des événements.

Exemple : Des exemples sont donnés à la fin de 16.03.

NOTES

1 Le mot «événement» a, dans cette définition, le sens indiqué dans la note de l'article 16.01.03.

2 La base du logarithme détermine l'unité employée.

3 La quantité de décision est indépendante des probabilités de réalisation des événements. Dans certaines applications cependant, ces probabilités sont considérées comme étant égales.

16.03.02**information content**

A *measure of information* conveyed by the occurrence of an event of definite probability; in mathematical notation, this measure $I(x_i)$ for the event x_i is expressed as the logarithm of the reciprocal of the probability $p(x_i)$ that the particular event will occur, i.e. :

$$I(x_i) = \log \frac{1}{p(x_i)} = -\log p(x_i)$$

Exemple : See examples at the end of 16.03.

16.03.03**entropy****mean information content****average information content****negentropy** (deprecated)

The mean value of the *measure of information* conveyed by the occurrence of any one of a finite number of mutually exclusive and jointly exhaustive events of definite probabilities; in mathematical notation, this mean $H(x)$ for a set of events $x_1 \dots x_n$ with the probabilities $p(x_1) \dots p(x_n)$ equals the mathematical expectation, or mean value, of the *information content* $I(x_i)$ of the individual events, i.e. :

$$\begin{aligned} H(x) &= \sum_{i=1}^n p(x_i) I(x_i) = \sum_{i=1}^n p(x_i) \log \frac{1}{p(x_i)} \\ &= - \sum_{i=1}^n p(x_i) \log p(x_i) \end{aligned}$$

Exemple : See examples at the end of 16.03.

16.03.04**relative entropy**

The ratio H_r of the *entropy* H to the *decision content* H_0 ; in mathematical notation :

$$H_r = \frac{H}{H_0}$$

16.03.05**redundancy** (in information theory)

The amount R by which the *decision content* H_0 exceeds the *entropy* H ; in mathematical notation :

$$R = H_0 - H$$

NOTE — Usually, *messages* can be represented with fewer *characters* by using suitable codes; the redundancy may be considered as a measure of the decrease of the average length of the messages accomplished by coding.

16.03.02**quantité d'information**

Mesure de l'information apportée par la réalisation d'un événement de probabilité définie; mathématiquement, cette mesure $I(x_i)$ est exprimée par le logarithme de l'inverse de la probabilité $p(x_i)$ de réalisation de l'événement x_i :

$$I(x_i) = \log \frac{1}{p(x_i)} = -\log p(x_i)$$

Exemple : Un exemple est donné à la fin de 16.03.

16.03.03**entropie****négentropie** (terme déconseillé)

Valeur moyenne de la *mesure de l'information* apportée par la réalisation de l'un quelconque d'un ensemble fini et exhaustif d'événements s'excluant mutuellement et de probabilités définies; mathématiquement, cette mesure $H(x)$ est l'espérance mathématique de la quantité d'information $I(x_i)$ de chacun des événements $x_1 \dots x_n$ de probabilités de réalisation $p(x_1) \dots p(x_n)$:

$$\begin{aligned} H(x) &= \sum_{i=1}^n p(x_i) I(x_i) = \sum_{i=1}^n p(x_i) \log \frac{1}{p(x_i)} \\ &= - \sum_{i=1}^n p(x_i) \log p(x_i) \end{aligned}$$

Exemple : Un exemple est donné à la fin de 16.03.

16.03.04**entropie relative**

Rapport H_r de l'*entropie* H à la *quantité de décision* H_0 , exprimé mathématiquement par :

$$H_r = \frac{H}{H_0}$$

16.03.05**redondance** (en théorie de l'information)

Excès R de la *quantité de décision* H_0 sur l'*entropie* H , exprimé mathématiquement par :

$$R = H_0 - H$$

NOTE — En pratique, l'usage de *codes* convenables permet de représenter des *messages* avec un nombre réduit de *caractères*; la redondance peut être considérée comme une mesure de la diminution de la longueur moyenne des messages ainsi réalisée au moyen du codage.

16.03.06

shannon

binary unit of information content

bit (strongly deprecated in this sense)

A unit of logarithmic *measure of information* equal to the *decision content* of a *set* of two mutually exclusive events expressed as a logarithm to base two.

Example : The decision content of a *character set* of eight *characters* equals 3 shannons ($\log_2 8 = 3$).

16.03.07

hartley

decimal unit of information content

A unit of logarithmic *measure of information* equal to the *decision content* of a *set* of ten mutually exclusive events expressed as a logarithm to base 10.

Example : The decision content of a *character set* of eight *characters* equals 0,903 hartley ($\log_{10} 8 = 0,903$).

16.03.08

natural unit of information content

NAT (abbreviation)

A unit of logarithmic *measure of information* expressed as a Napierian logarithm.

Example : The *decision content* of a *character set* of eight *characters* equals $\log_e 8 = 2,079 = 3 \log_e 2$ natural units of information content.

EXAMPLES

Let a, b, c be the *characters* of a *character set* consisting of three elements, and let the probabilities of their occurrence within any *message*, from a given *message source*, be specified as follows :

$$p(a) = \frac{1}{2} \quad p(b) = p(c) = \frac{1}{4}$$

1 The *decision content* of this character set is :

$$H_0 = \begin{cases} \log_2 3 = 1,580 \text{ shannons} \\ \log_{10} 3 = 0,477 \text{ hartley} \\ \log_e 3 = 1,098 \text{ natural units} \end{cases}$$

2 The *information content* of these characters are :

$$I(a) = \begin{cases} \log_2 2 = 1 \text{ shannon} \\ \log_{10} 2 = 0,301 \text{ hartley} \\ \log_e 2 = 0,693 \text{ natural unit} \end{cases}$$

$$I(b) = I(c) = \begin{cases} \log_2 4 = 2 \text{ shannons} \\ \log_{10} 4 = 0,602 \text{ hartley} \\ \log_e 4 = 1,386 \text{ natural units} \end{cases}$$

16.03.06

shannon

unité binaire de quantité d'information

logon

bit (à proscrire dans ce sens)

Unité logarithmique de *mesure de l'information* égale à la *quantité de décision* sur un *ensemble* de deux événements s'excluant mutuellement, exprimée par un logarithme de base deux.

Exemple : La quantité de décision sur un *jeu de caractères* à huit *caractères* est égale à 3 shannons ($\log_2 8 = 3$).

16.03.07

hartley

unité décimale de quantité d'information

Unité logarithmique de *mesure de l'information* égale à la *quantité de décision* sur un *ensemble* de dix événements s'excluant mutuellement, exprimée par un logarithme de base dix.

Exemple : La quantité de décision sur un *jeu de caractères* à huit *caractères* est égale à 0,903 hartley ($\log_{10} 8 = 0,903$).

16.03.08

unité naturelle de quantité d'information

NAT (abréviation)

Unité logarithmique de *mesure de l'information* exprimée par un logarithme népérien.

Exemple : La *quantité de décision* sur un *jeu de caractères* à huit *caractères* est égale à 2,079 unités naturelles de quantité d'information ($\log_e 8 = 2,079 = 3 \log_e 2$).

EXEMPLES

Soit a, b, c : les *caractères* d'un *jeu de caractères* à trois caractères et soit :

$$p(a) = \frac{1}{2} \quad p(b) = p(c) = \frac{1}{4}$$

les probabilités de leur réalisation dans tous les *messages* possibles issus d'une *source de messages* donnée.

1 La *quantité de décision* de ce jeu de caractère est :

$$H_0 = \begin{cases} \log_2 3 = 1,580 \text{ shannons} \\ \log_{10} 3 = 0,477 \text{ hartley} \\ \log_e 3 = 1,098 \text{ unités naturelles} \end{cases}$$

2 Les *quantités d'information* de ces caractères sont :

$$I(a) = \begin{cases} \log_2 2 = 1 \text{ shannon} \\ \log_{10} 2 = 0,301 \text{ hartley} \\ \log_e 2 = 0,693 \text{ unité naturelle} \end{cases}$$

$$I(b) = I(c) = \begin{cases} \log_2 4 = 2 \text{ shannons} \\ \log_{10} 4 = 0,602 \text{ hartley} \\ \log_e 4 = 1,386 \text{ unités naturelles} \end{cases}$$

3 If the occurrences of the three characters within any message are mutually independent, then the *entropy* of the *message source* is :

$$H = \frac{1}{2} \log 2 + \frac{1}{4} \log 4 + \frac{1}{4} \log 4$$

$$= \begin{cases} 1,5 \text{ shannons} \\ 1,5 \times 0,301 = 0,452 \text{ hartley} \\ 1,5 \times 0,693 = 1,040 \text{ natural units} \end{cases}$$

4 The *redundancy* of the *message source* is :

$$H_0 - H = \begin{cases} 0,080 \text{ shannon} \\ 0,025 \text{ hartley} \\ 0,058 \text{ natural unit} \end{cases}$$

16.04 DERIVED QUANTITATIVE TERMS

16.04.01

relative redundancy

The ratio r of the *redundancy* R to the *decision content* H_0 ; in mathematical notation :

$$r = \frac{R}{H_0} = \frac{H_0 - H}{H_0}$$

16.04.02

conditional information content

A *measure of information* conveyed by the occurrence of an event of definite conditional probability, given the occurrence of another event; in mathematical notation, this measure $I(x_i|y_j)$ for an event from the set $x_1 \dots x_n$ that is dependent on the occurrence of another event from the set $y_1 \dots y_m$ equals the logarithm of the reciprocal of the conditional probability $p(x_i|y_j)$ of the occurrence of the event x_i given the occurrence of the event y_j :

$$I(x_i|y_j) = \log \frac{1}{p(x_i|y_j)}$$

16.04.03

joint information content

A *measure of information* conveyed by the occurrence of two events of definite joint probability; in mathematical notation, this measure $I(x_i, y_j)$ for two particular events x_i, y_j from the sets $x_1 \dots x_n$ and $y_1 \dots y_m$ equals the logarithm of the reciprocal of the joint probability $p(x_i, y_j)$ of the occurrence of both events :

$$I(x_i, y_j) = \log \frac{1}{p(x_i, y_j)}$$

3 Si les réalisations de ces trois caractères dans tous les messages possibles sont indépendantes les unes des autres, l'*entropie* de la *source de messages* est :

$$H = \frac{1}{2} \log 2 + \frac{1}{4} \log 4 + \frac{1}{4} \log 4$$

$$= \begin{cases} 1,5 \text{ shannons} \\ 1,5 \times 0,301 = 0,452 \text{ hartley} \\ 1,5 \times 0,693 = 1,040 \text{ unités naturelles} \end{cases}$$

4 La *redondance* de la *source de messages* est :

$$H_0 - H = \begin{cases} 0,080 \text{ shannon} \\ 0,025 \text{ hartley} \\ 0,058 \text{ unité naturelle} \end{cases}$$

16.04 TERMES QUANTITATIFS DÉRIVÉS

16.04.01

redondance relative

Rapport r de la *redondance* R à la *quantité de décision* H_0 ; mathématiquement, ce rapport est :

$$r = \frac{R}{H_0} = \frac{H_0 - H}{H_0}$$

16.04.02

quantité d'information conditionnelle

Mesure de l'information apportée par la réalisation d'un événement ayant une probabilité conditionnelle déterminée, lorsque s'est réalisé un autre événement; mathématiquement, cette mesure, notée $I(x_i|y_j)$ pour un événement de l'ensemble $x_1 \dots x_n$ dont la réalisation dépend de celle d'un autre événement de l'ensemble $y_1 \dots y_m$, est exprimée par le logarithme de l'inverse de la probabilité conditionnelle $p(x_i|y_j)$ de réalisation de l'événement x_i lorsque s'est réalisé l'événement y_j :

$$I(x_i|y_j) = \log \frac{1}{p(x_i|y_j)}$$

16.04.03

quantité d'information conjointe

Mesure de l'information apportée par la réalisation d'un couple d'événements ayant une probabilité de réalisation simultanée déterminée; mathématiquement, cette mesure, notée $I(x_i, y_j)$ pour les deux événements particuliers x_i et y_j des ensembles $x_1 \dots x_n$ et $y_1 \dots y_m$, est exprimée par le logarithme de l'inverse de la probabilité $p(x_i, y_j)$ de réalisation simultanée des deux événements :

$$I(x_i, y_j) = \log \frac{1}{p(x_i, y_j)}$$

16.04.04

conditional entropy

mean conditional information content

average conditional information content

The mean of the *measure of information* conveyed by the occurrence of any one of a finite set of mutually exclusive and jointly exhaustive events of definite conditional probabilities, given the occurrence of the events of another set of mutually exclusive events; in mathematical notation, this mean $H(x|y)$ for a set of events $x_1 \dots x_n$ which are dependent on the occurrence of events from another set $y_1 \dots y_m$ with joint probabilities $p(x_i, y_j)$ of the occurrence of both events x_i, y_j equals the mathematical expectation of the *conditional information content* $I(x_i, y_j)$ of all pairs of events :

$$\begin{aligned} H(x|y) &= \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m p(x_i, y_j) I(x_i|y_j) \\ &= \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m p(x_i, y_j) \log \frac{1}{p(x_i|y_j)} \end{aligned}$$

16.04.05

equivocation

The *conditional entropy* of the occurrence of specific *messages* at the *message source* given the occurrence of specific messages at a *message sink* connected to the message source by a specific *channel*.

NOTES

1 If x_i is the input message at the message source and y_j the output message at the message sink, the equivocation is noted as the conditional entropy $H(x|y)$, as expressed by the formula in entry 16.04.04.

2 The equivocation is the mean additional *information content* that must be supplied per message at the message sink to correct the received messages affected by a noisy channel.

16.04.06

irrelevance

prevarication

spread

The *conditional entropy* of the occurrence of specific *messages* at a *message sink* given the occurrence of specific messages at the *message source* connected to the message sink by a specified *channel*.

NOTE — If x_i is the input message at the message source and y_j the output message at the message sink, the irrelevance $H(y|x)$ is expressed by the formula :

$$H(y|x) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m p(y_j, x_i) \log \frac{1}{p(y_j|x_i)}$$

16.04.04

entropie conditionnelle

néguentropie conditionnelle (terme déconseillé)

Moyenne de la *mesure de l'information* apportée par la réalisation de l'un quelconque d'un ensemble fini et exhaustif d'événements s'excluant mutuellement et ayant des probabilités conditionnelles déterminées lorsque s'est réalisé un événement d'un autre ensemble d'événements s'excluant mutuellement; mathématiquement, cette moyenne, notée $H(x|y)$ pour un ensemble d'événements $x_1 \dots x_n$ dont la réalisation dépend de celle des événements d'un autre ensemble $y_1 \dots y_m$, avec probabilités $p(x_i, y_j)$ de réalisation simultanée des couples d'événements x_i, y_j , est exprimée par l'espérance mathématique de la *quantité d'information conditionnelle* $I(x_i, y_j)$ étendue à tous les couples d'événements :

$$\begin{aligned} H(x|y) &= \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m p(x_i, y_j) I(x_i|y_j) \\ &= \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m p(x_i, y_j) \log \frac{1}{p(x_i|y_j)} \end{aligned}$$

16.04.05

équivoque

Entropie conditionnelle de la réalisation de *messages* déterminés par une *source de messages* lorsque l'on connaît les messages reçus par un *collecteur de messages* relié à la source par une *voie* spécifiée.

NOTES

1 Si x_i est le message émis par la source de messages et y_j le message reçu au collecteur, l'équivoque est notée comme l'*entropie conditionnelle* $H(x|y)$ exprimée selon la formule de l'article 16.04.04.

2 L'équivoque est la moyenne par message de la *quantité d'information* supplémentaire qui doit être fournie à la source de message pour corriger les messages reçus après leur altération par une voie affectée de *bruit*.

16.04.06

altération

mesure de l'incertitude

dispersion

Entropie conditionnelle de la réception de *messages* déterminés par un *collecteur de messages* lorsque l'on connaît les *messages* issus d'une *source de messages* reliée au collecteur par une *voie* spécifiée.

NOTE — Si x_i est le message émis par la source et y_j le message reçu au collecteur, l'incertitude de $H(y|x)$ est exprimée par la formule

$$H(y|x) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m p(y_j, x_i) \log \frac{1}{p(y_j|x_i)}$$

16.04.07

transinformation (content)
transferred information
transmitted information
mutual information

The difference between the *information content* conveyed by the occurrence of an event and the *conditional information content* conveyed by the occurrence of the same event, given the occurrence of another event; in mathematical notation :

if x_i, y_j is a pair of events such as an input *message* x_i and an output message y_j ,

$p(x_i, y_j)$ the joint probability of the occurrence of both events x_i and y_j ,

$p(x_i|y_j)$ the conditional probability of the occurrence of the event x_i , given the occurrence of the event y_j ,

$p(y_j|x_i)$ the conditional probability of the occurrence of the event y_j given the occurrence of the event x_i ,

$p(x_i)$ the probability of the occurrence of event x_i ,

$p(y_j)$ the probability of the occurrence of event y_j ,

then this difference $T(x_i|y_j)$ for the pair of events x_i, y_j is expressed as :

$$\begin{aligned} T(x_i|y_j) &= \log \frac{1}{p(x_i)} - \log \frac{1}{p(x_i|y_j)} = \log \frac{p(x_i|y_j)}{p(x_i)} \\ &= \log \frac{p(x_i, y_j)}{p(x_i) p(y_j)} = \log \frac{p(y_j|x_i)}{p(y_j)} = T(y_j|x_i) \end{aligned}$$

16.04.08

mean transinformation (content)
average transinformation (content)

The mean of the *transinformation content* conveyed by the occurrence of any one of a finite number of mutually exclusive and jointly exhaustive events, given the occurrence of the events of another set of mutually exclusive events; in mathematical notation, the mean transinformation content, T , for a set of events $x_1 \dots x_n$ which are dependent on the occurrence of events from another set $y_1 \dots y_m$ with joint probabilities $p(x_i, y_j)$ of the occurrence of both events x_i, y_j , equals the mathematical expectation of the transinformation content $T(x_i|y_j)$ of all pairs of events :

$$T = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m p(x_i, y_j) T(x_i|y_j)$$

NOTE — The mean transinformation content is also equal to the difference between the *entropy* of one of the two sets of events and the *conditional entropy* of this set relative to the other. For instance, in transmitting one *message*, the difference between the *entropy* at the *message source* and the *equivocation* is equal to the difference between the entropy at the *message sink* and the *irrelevance*, i.e. :

$$T = H(x) - H(x|y) = H(y) - H(y|x)$$

16.04.07

transinformation
(quantité d')information mutuelle

Excès de la *quantité d'information* apportée par la réalisation d'un événement sur la *quantité d'information conditionnelle* liée à cette réalisation lorsque l'on connaît la réalisation d'un autre événement; mathématiquement, si l'on note :

x_i, y_j une paire d'événements tels qu'un *message* émis x_i et un message reçu y_j ,

$p(x_i, y_j)$ la probabilité de réalisation simultanée de x_i et y_j ,

$p(x_i|y_j)$ la probabilité conditionnelle de réalisation de x_i lorsque y_j est réalisé,

$p(y_j|x_i)$ la probabilité conditionnelle de réalisation de y_j lorsque x_i est réalisé,

$p(x_i)$ la probabilité de réalisation de x_i ,

$p(y_j)$ la probabilité de réalisation de y_j ,

Cet excès $T(x_i|y_j)$ pour la paire d'événements x_i, y_j est exprimée par :

$$\begin{aligned} T(x_i|y_j) &= \log \frac{1}{p(x_i)} - \log \frac{1}{p(x_i|y_j)} = \log \frac{p(x_i|y_j)}{p(x_i)} \\ &= \log \frac{p(x_i, y_j)}{p(x_i) p(y_j)} = \log \frac{p(y_j|x_i)}{p(y_j)} = T(y_j|x_i) \end{aligned}$$

16.04.08

transinformation moyenne
(quantité d')information mutuelle moyenne

Moyenne de la *transinformation* apportée par la réalisation de l'un quelconque d'un ensemble fini et exhaustif d'événements s'excluant mutuellement, lorsque s'est réalisé un événement d'un autre ensemble d'événements s'excluant mutuellement; mathématiquement, la transinformation moyenne, notée T pour un ensemble d'événements $x_1 \dots x_n$ dont la réalisation dépend de celle des événements d'un autre ensemble $y_1 \dots y_m$, avec les probabilités $p(x_i, y_j)$ de réalisation simultanée des couples d'événements x_i, y_j , est exprimée par l'espérance mathématique de la transinformation $T(x_i|y_j)$ étendue à tous les couples d'événements :

$$T = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m p(x_i, y_j) T(x_i|y_j)$$

NOTE — La transinformation moyenne est aussi égale à l'excès de l'*entropie* de l'un des ensembles d'événements sur l'*entropie conditionnelle* de cet ensemble par rapport à l'autre ensemble. Par exemple, lorsque l'on transmet un *message*, la différence entre l'*entropie* à la *source de messages* et l'*équivoque*, et la différence entre l'*entropie* au *collecteur de message* et l'*altération* sont égales et exprimées par :

$$T = H(x) - H(x|y) = H(y) - H(y|x)$$

16.04.09

mean entropy (per character)

mean information content (per character)

average information content (per character)

information rate (per character)

The mean per *character* of the *entropy* for all possible *messages* from a *stationary message source*; in mathematical notation, if H_m is the entropy of the set of all sequences of m characters from the source, then this mean per character H' is :

$$H' = \lim_{m \rightarrow \infty} \frac{H_m}{m}$$

NOTES

- 1 The mean entropy per character may be expressed in a unit such as a *shannon* per character.
- 2 The limit of H_m/m may not exist if the source is not stationary.

16.04.10

(average) information rate

The *mean entropy per character* per time unit; in mathematical notation, this rate H^* equals the mean entropy per character H' divided by the mathematical expectation τ of the duration τ_i of any one character x_i from the character set $x_1 \dots x_n$:

$$H^* = \frac{H'}{\tau}$$

$$\text{where } \tau = \sum_{i=1}^n \tau_i p(x_i)$$

NOTE — The average information rate may be expressed in a unit such as a *shannon* per second.

16.04.11

mean transinformation content (per character)

The mean per *character* of the *mean transinformation content* for all possible *messages* from a *stationary message source*; in mathematical notation, if T_m is the mean transinformation content for all pairs of corresponding input and output sequences of m characters, then this mean per character T' is :

$$T' = \lim_{m \rightarrow \infty} \frac{T_m}{m}$$

NOTE — The mean transinformation content per character may be expressed in a unit such as a *shannon* per character.

16.04.09

entropie moyenne (par caractère)

Moyenne par *caractère* de l'*entropie* étendue à tous les *messages* issus d'une *source de messages stationnaire*; mathématiquement, si l'on note H_m l'entropie de l'ensemble de toutes les suites de m caractères issues de la source, cette moyenne H' est exprimée par :

$$H' = \lim_{m \rightarrow \infty} \frac{H_m}{m}$$

NOTES

- 1 La valeur de l'entropie moyenne par caractère peut être exprimée à l'aide d'une unité telle que le *shannon* par caractère.
- 2 La limite de H_m/m pourrait ne pas exister si la source n'était pas stationnaire.

16.04.10

débit (moyen) d'entropie

entropie moyenne (par unité de temps)

Entropie moyenne par caractère par unité de temps; mathématiquement, cette moyenne par unité de temps notée H^* est exprimée par le quotient de l'entropie moyenne par caractère H' par l'espérance mathématique τ de la durée τ_i d'un caractère x_i de l'ensemble $x_1 \dots x_n$:

$$H^* = \frac{H'}{\tau}$$

$$\text{où } \tau = \sum_{i=1}^n \tau_i p(x_i)$$

NOTE — La valeur de débit moyen d'entropie peut être exprimée à l'aide d'une unité telle que le *shannon* par seconde.

16.04.11

transinformation moyenne (par caractère)

Moyenne par *caractère* de la *transinformation moyenne* étendue à tous les *messages* issus d'une *source de messages stationnaire*; mathématiquement, si l'on note T_m la *transinformation moyenne* de toutes les paires de suites de m caractères correspondantes émises et reçues, cette moyenne T' par caractère est exprimée par :

$$T' = \lim_{m \rightarrow \infty} \frac{T_m}{m}$$

NOTE — La valeur de la transformation moyenne par caractère peut être exprimée à l'aide d'une unité telle que le *shannon* par caractère.

16.04.12**(average) transinformation rate**

The *mean transinformation content per character* per time unit; in mathematical notation, this rate T^* equals the mean transinformation content per character T' divided by the mathematical expectation τ of the mean duration τ_{ij} of any compound event (x_i, y_j) :

$$T^* = \frac{T'}{\tau}$$

$$\text{where } \tau = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \tau_{ij} p(x_i, y_j)$$

NOTE — The average transinformation rate may be expressed in a unit such as a *shannon* per second.

16.04.13**channel capacity**

The measure of the ability of a given *channel* subject to specific constraints to transmit *messages* from a specified *message source* expressed either as the maximum possible *mean transinformation content per character* or as the maximum possible *average transinformation rate*, which can be achieved with an arbitrary small probability of errors by use of an appropriate *code*.

16.04.12**débit (moyen) de transinformation****transinformation moyenne (par unité de temps)**

Transinformation moyenne par caractère par unité de temps; mathématiquement, cette moyenne notée T^* est exprimée par le quotient de la transinformation moyenne par caractère T' par l'espérance mathématique τ de la durée moyenne τ_{ij} de tout événement composé (x_i, y_j) :

$$T^* = \frac{T'}{\tau}$$

$$\text{où } \tau = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \tau_{ij} p(x_i, y_j)$$

NOTE — La valeur du débit moyen de transinformation peut être exprimée à l'aide d'une unité telle que le *shannon* par seconde.

16.04.13**capacité d'une voie**

Mesure de l'aptitude d'une *voie* soumise à des contraintes spécifiées à transmettre les *messages* d'une *source de messages* donnée, exprimée soit par la valeur maximale de la transinformation moyenne par caractère, soit par la valeur, maximale du *débit moyen de transinformation*, qui peut être atteinte avec une probabilité d'erreurs arbitrairement petite grâce à l'emploi d'un *code* approprié.