

CLAUDE-FRANÇOIS PICARD

Chronique sur la théorie de l'information

RAIRO. Informatique théorique, tome 12, n° 2 (1978), p. 145-148

<http://www.numdam.org/item?id=ITA_1978__12_2_145_0>

© AFCET, 1978, tous droits réservés.

L'accès aux archives de la revue « RAIRO. Informatique théorique » implique l'accord avec les conditions générales d'utilisation (<http://www.numdam.org/conditions>). Toute utilisation commerciale ou impression systématique est constitutive d'une infraction pénale. Toute copie ou impression de ce fichier doit contenir la présente mention de copyright.

NUMDAM

Article numérisé dans le cadre du programme
Numérisation de documents anciens mathématiques

<http://www.numdam.org/>

Théorie de l'Information

CHRONIQUE SUR LA THÉORIE DE L'INFORMATION (*)

par Claude-François PICARD ⁽¹⁾

Communiqué par la Rédaction

La théorie de l'information s'est dégagée, voici 30 ans, de recherches concernant la transmission de messages à longues distances, et a subi déjà plusieurs mutations.

Les divers modèles faisant l'objet d'études au titre de la théorie de l'information peuvent être présentés par l'un des schémas suivants :

— une source d'information émet des messages qui sont codés en vue de leur transmission par une ligne puis décodés à l'arrivée par le récepteur en vue de leur utilisation ultérieure; le problème se complique dès que la ligne de transmission est sujette à des parasites qui brouillent le message et nuisent à sa bonne réception;

— un informateur émet une proposition à un écouteur : l'énoncé de cette proposition permet d'attribuer une propriété à un objet, ce qui constitue l'information reçue par l'écouteur; inversement il est possible d'interroger un correspondant pour obtenir une information de la réponse;

— la mesure de la complexité d'un message ou la longueur minimale d'un programme sur ordinateur permettant l'évaluation d'une fonction donnée.

La théorie des codes est née du besoin de protection du message contre les erreurs de brouillage (volontaires ou non) ou contre les indiscretions et c'est la théorie de l'information qui prévoit la capacité d'une ligne c'est-à-dire la quantité de messages qu'elle peut transmettre convenablement. De nombreuses solutions sont proposées pour résoudre le problème du codage à débit élevé et une haute protection peut être obtenue par la technique du codage en blocs qui consiste à transmettre des paquets de symboles résistant bien aux atteintes des nuisances.

(*) Reçu janvier 1978.

(1) Structures de l'information, Groupe de Recherche du C.N.R.S. associé à l'Université Pierre-et-Marie-Curie, Paris.

L'information dont il s'agit peut correspondre à la connaissance du résultat d'une expérience ou à l'analyse d'une situation complexe; l'objet de l'informatique consiste en une modification de la présentation d'un phénomène, et traiter une information signifie alors modifier l'apparence d'un phénomène pour en expliciter les relations internes. La notion de structure, si riche d'applications dans les sciences se retrouve ici où un résultat n'est utile que par ses relations structurelles avec d'autres. Opérer une classification dans une collection d'objets, c'est reconnaître des apparentements, mettre en évidence des différences, c'est aussi effectuer une mise en ordre, une structuration des objets donnés et qui peuvent être divers (réponses à une enquête, formes cardiaques sur des radiographies, symptômes cliniques provoqués par une intoxication, fragments d'amphores, chroniques des tremblements de terre). Kampé de Fériet a dit *cette possibilité d'ordonner une classe quelconque de propositions nous paraît être la racine profonde de toute théorie de la mesure de l'information*. Une théorie de la classification et de la mise en ordre aussi bien que le choix rationnel d'une décision en vue d'entreprendre une action à l'issue d'une suite d'événements ne peuvent être élaborées sans une mesure préalable du degré de cohérence. La fréquence d'apparition de certains phénomènes est à la source de la quantification; c'est pourquoi la théorie de l'information s'est créée comme un chapitre du calcul des probabilités; 15 années séparent la première apparition de la mesure d'information probabiliste de Shannon et de Wiener de la première attaque du problème à l'aide de méthodes non probabilistes. Ce n'est qu'en 1967 que Kampé de Fériet et Bruno Forte d'une part, Kolmogoroff et Martin Löf de l'autre ont dégagé la notion d'information d'événement, puis d'information d'expérience dans un environnement où le nombre d'objets d'une classe avait priorité incontestée par rapport à la fréquence d'apparition de ces objets (signes ou symboles par exemple).

De grandes voies se sont donc dégagées et quelques principes ont été énoncés. L'information retirée d'une expérience est d'autant plus grande que le résultat est plus précis; elle est insensible à la technique de mise en ordre; c'est la borne inférieure du nombre minimal de tests nécessaires pour obtenir un diagnostic ou de questions à poser pour résoudre un problème mathématiquement bien posé.

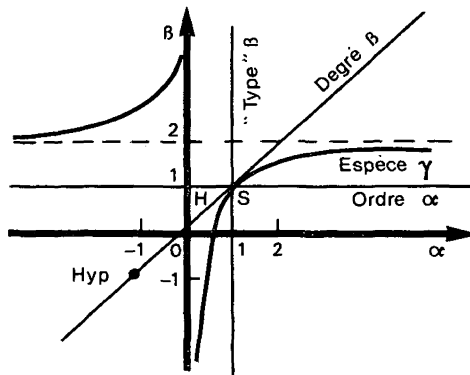
La Théorie de l'Information, que le dernier rapport de conjoncture du C.N.R.S. plaçait déjà dans le cadre de l'Informatique Théorique au même titre que la Théorie des Automates, le codage et l'analyse des algorithmes a donné récemment lieu à deux sortes de débats en milieu informatique : un Colloque International du C.N.R.S. sur les Développements Récents de la Théorie de l'Information et leurs Applications (Cachan, juillet 1977) et un

atelier au Congrès A.F.C.E.T. (Versailles, novembre 1977) consacré aux Applications de la Théorie de l'Information en Informatique. En particulier cette dernière rencontre a mis en évidence quelques applications nouvelles aux classements, pronostics, diagnostics, classifications et enquêtes et organisation des programmes tandis que le Colloque avait davantage insisté sur le rôle des équations fonctionnelles pour décrire les propriétés axiomatiques des mesures d'information et sur la nature algébrique de certaines recherches dont le lien avec l'application est parfois plus direct qu'on ne s'imagine.

Je remercie les Professeurs M. Nivat et J. F. Perrot d'accepter dans la R.A.I.R.O.-Informatique Théorique de prendre quelques articles concernant la Théorie de l'Information. Il est clair que cette tentative a pour but d'élargir le domaine de l'Informatique Théorique sans le dénaturer. Le Comité de Rédaction propose donc de consacrer à la Théorie de l'Information quelques articles chaque année, de préférence groupés sur certains numéros. Qu'il me soit permis de le remercier... et de proposer une courte remarque personnelle dont l'un des buts est une tentative d'unification de diverses mesures.

UN SCHEMA EXPLICATIF

Depuis plusieurs années, il y avait une sorte de jungle dans diverses informations probabilistes. Certaines ont été replacées par Kampé de Fériet, Benvenuti et B. Forte dans le cadre de la théorie de la mesure, aussi parlons-



nous de *mesures* d'informations. Afin d'y voir plus clair, j'ai proposé (à diverses occasions telles que séminaires, cours ou Colloques en 1977) un *schéma* permettant d'illustrer la liaison entre diverses mesures d'information.

L'information d'ordre α et de type β dépendant de deux paramètres, il est séduisant d'utiliser le plan (α, β) pour tracer des courbes intéressantes. On trouve ainsi les droites d'ordre α ($\beta = 1$), de « type » β ($\alpha = 1$), et de degré β ($\alpha = \beta$); les points de Shannon ($\alpha = \beta = 1$) et de Hartley ($\alpha = 0, \beta = 1$), les limites de l'information de Renyi [$(\beta = 1); \log_2(1/p_{\max})$ pour $\alpha = +\infty$ et $\log_2(1/p_{\min})$ pour $\alpha = -\infty$]; l'information hyperbolique de Kampé de Fériet, au facteur de normalisation près, pour $\alpha = \beta = -1$ et l'information d'espèce γ (à un facteur près) telle que $\alpha = 1/\gamma$ et $\beta + \gamma = 2$ qui correspond aux deux branches de l'hyperbole $\beta = 2 - (1/\alpha)$.

On trouve ainsi ordonnées dans ce plan les quatre informations (α, β) : $(1/2, 0)$, $(1, 1)$, $(2, 2)$, $(\infty, 2)$ qui ont été étudiées pour leurs applications aux pseudoquestionnaires et aux plans d'inspection. Il est remarquable que deux critères d'ordre des informations (1° plus grand domaine où une question domine ses voisines et 2° relation d'ordre analytique entre les mesures d'information mutuelle) préservent l'ordre de ces quatre mesures tel qu'il apparaît sur le schéma.

Le nombre de questions d'un questionnaire arborescent peut alors être considéré comme l'information d'ordre 0 et de type 0 : à la base des questions (nombre d'issues) correspond l'unité de mesure d'information.