

L'information *et le sens*

La transmission et l'utilisation d'un signifié

Introduction

- « *Information* » : dans sa « *Théorie de l'Information* », *Shannon* utilise ce terme dans son *acception technique* : *codage, canal, transmission, bruit...*; le livre de *Gleick* est en grande partie consacré à développer ces aspects techniques ou scientifiques
- Mais l'acception *usuelle* de ce terme est plutôt liée à la communication entre humains d'un « *sens* », volontairement non pris en compte par Shannon (*car inutile dans le cadre délimité de sa théorie*)
- Depuis le 20^{ème} siècle, le terme a pris des *acceptions plus larges* :
 - *L'information génétique ou immunitaire*
 - *Les échanges d'informations dans les écosystèmes naturels*
 - *Le traitement de l'information, les ordinateurs, Internet...*

Objectifs

1. *Apporter un éclairage complémentaire à l'ouvrage de Gleick en questionnant la place du sens dans l'information*
2. *Clarifier le concept d'information dans son acception la plus générale*
 - En tentant de définir des *concepts unifiés* (*sens, source, destinataire ...*) valables pour les différents types d'information
 - *Par ex : Quel peut bien être le « sens » d'un code génétique ?*
 - En mettant en évidence certaines *propriétés générales de l'information*
 - *Avec ou sans intentionnalité*
 - *Relations avec l'action*
 - *Bruits (techniques ou subjectifs) ...*

Le besoin de sens

- Résumé historique

- Depuis les temps reculés, les hommes ont éprouvé le besoin de transmettre des messages à des correspondants plus ou moins lointains
 - Des messages par roulements de tambours dans la forêt africaine (*Gleick chapitre 1 : « Des tambours qui parlent »*)
 - Le télégraphe de Chappe (*chapitre 4 : « Un système nerveux pour la Terre »*)
 - La communication par fils (*Morse, téléphone...*) (*chapitre 6*)
- Ces messages étaient *motivés* par le fait de transmettre un *sens utile*
 - Soit utile *pour la source* (*une invitation, un ordre, un argument...*)
 - Soit utile *pour le destinataire* (*alertes, prévisions, curiosité ...*)

Concepts principaux

- L'information en général consiste à faire parvenir un *sens* (je dirai aussi un « signifié »), d'une *source* vers un ou plusieurs *destinataire(s)*
- Ce processus implique un *dispositif de transmission (signal, codage, support physique)* :
le « signifiant »
- Il sera nécessaire de définir ces termes de *manière unifiée* pour *toutes les acceptions* de l'information

Signifié et Signifiant

Origine et extensions

- Pour analyser ce processus, j'ai repris les notions linguistiques de *Signifiant* et de *Signifié*
- Pour Ferdinand de Saussure (1857-1913), inventeur de la linguistique :
 - Le *Signifié* désigne « *le concept, c'est-à-dire la représentation mentale d'une chose* »
 - Le *Signifiant* désigne « *l'image acoustique d'un mot* »
- Ces concepts linguistiques peuvent être étendus à d'autres domaines non langagiers
 - Le concept de *Signifié* comme *représentation mentale* peut s'étendre naturellement à de nombreuses situations : c'est ce que l'émetteur du message *veut dire (ou signifie)* : c'est son « *objectif* », son « *projet* »
 - L'image acoustique, le *Signifiant*, peut, par extension naturelle, être assimilé à un *signal codé* se propageant sur un *support physique* (*air, fil électrique, faisceau hertzien, transmission mécanique...*) permettant de transmettre le *Signifié* d'une source vers un destinataire

Signifié et Signifiant dans les différentes configurations de l'information

Les diverses configurations de l'information

- Information avec conscience

- Humain ou animal → Humain ou animal (HH)
- Humain → Machine ou système (HM)
- Machine ou système → Humain (MH)

- Information sans conscience

- Machine ou système → Machine ou système (MM)

- Exemples

- *Machines* : appareil de mesure, ordinateur, machine-outil...

- *Systèmes* : biologique, informatique, physique, écosystème...

Signifié généralisé : le *Projet*

- L'acte d'informer correspond à un *objectif*, à un *projet*
 - Parfois un projet de la *source* : communiquer un *message*, un *sens*, ou obtenir un *comportement* désiré de la part du destinataire (*pour un humain : une invitation, un accord...; ou pour une machine : un certain travail*)
 - Parfois un projet du *destinataire* : obtenir une information pour apprendre, décider ou agir (*ex : faut-il prendre un parapluie ?*)
- Dans la suite, je propose de généraliser le *signifié* en l'identifiant à ce « *projet* », qu'il soit *conscient* ou non
- Cette généralisation s'applique aussi bien à un *humain* qu'à une *machine* ou un *système* quelconque

Signifiant généralisé : le dispositif matériel

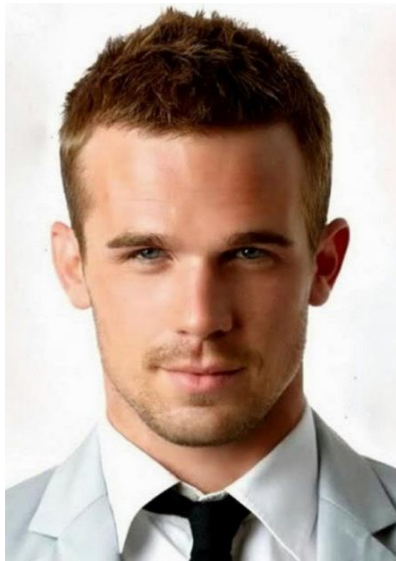
- Le *Signifiant* est l'ensemble des *moyens physiques* permettant, *en pratique*, de transférer ce signifié vers le destinataire, en vue de *réaliser l'objectif* ou le *projet* en cours. Le signifiant comporte les éléments suivants :
 - Un *support physique* (*mécanique, chimique, électromagnétique...*)
 - Un *signal codé* représentant le signifié et résidant sur ce support (*vibrations de l'air, vecteurs chimiques, ondes hertziennes...*)
 - Des dispositifs d'émission et de réception permettant de *coder* et *décoder* ce signal et d'en *restituer le signifié*
- Enfin, le *destinataire* peut éventuellement *parachever l'objectif* par ses propres moyens, en prenant une *décision* et en effectuant une *action* tenant compte du signifié reçu
 - Dans certains cas (*ex : commande mécanique...*) l'action peut directement être exécutée par le dispositif signifiant

Humain → Humain : le Signifié

Le destinataire « comprend »

Signifié
(objectif, projet)

Je veux les
inviter à dîner



Source (humain)

« Venez donc
dîner à la
maison ! »

Codage de
l'information



Action (selon décision)

Signifiant
(canal, signal, moyens physiques)



Interprétation, décision



Destinataire (humain)
Restitution du **signifié**

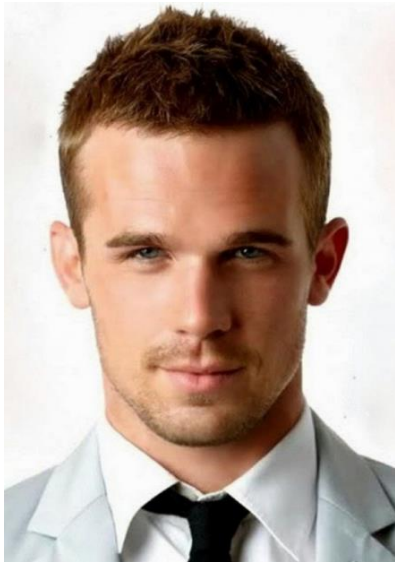
Humain → Machine : le Signifié

Le destinataire obéit mais ne « comprend » pas

Signifié (objectif)



Je veux tourner à droite

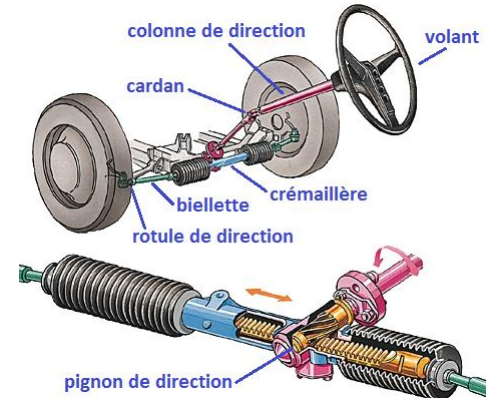


Source (humain)

Signifiant
(moyens physiques)



Codage de l'information



Restitution du **signifié**
= réalisation de l'objectif

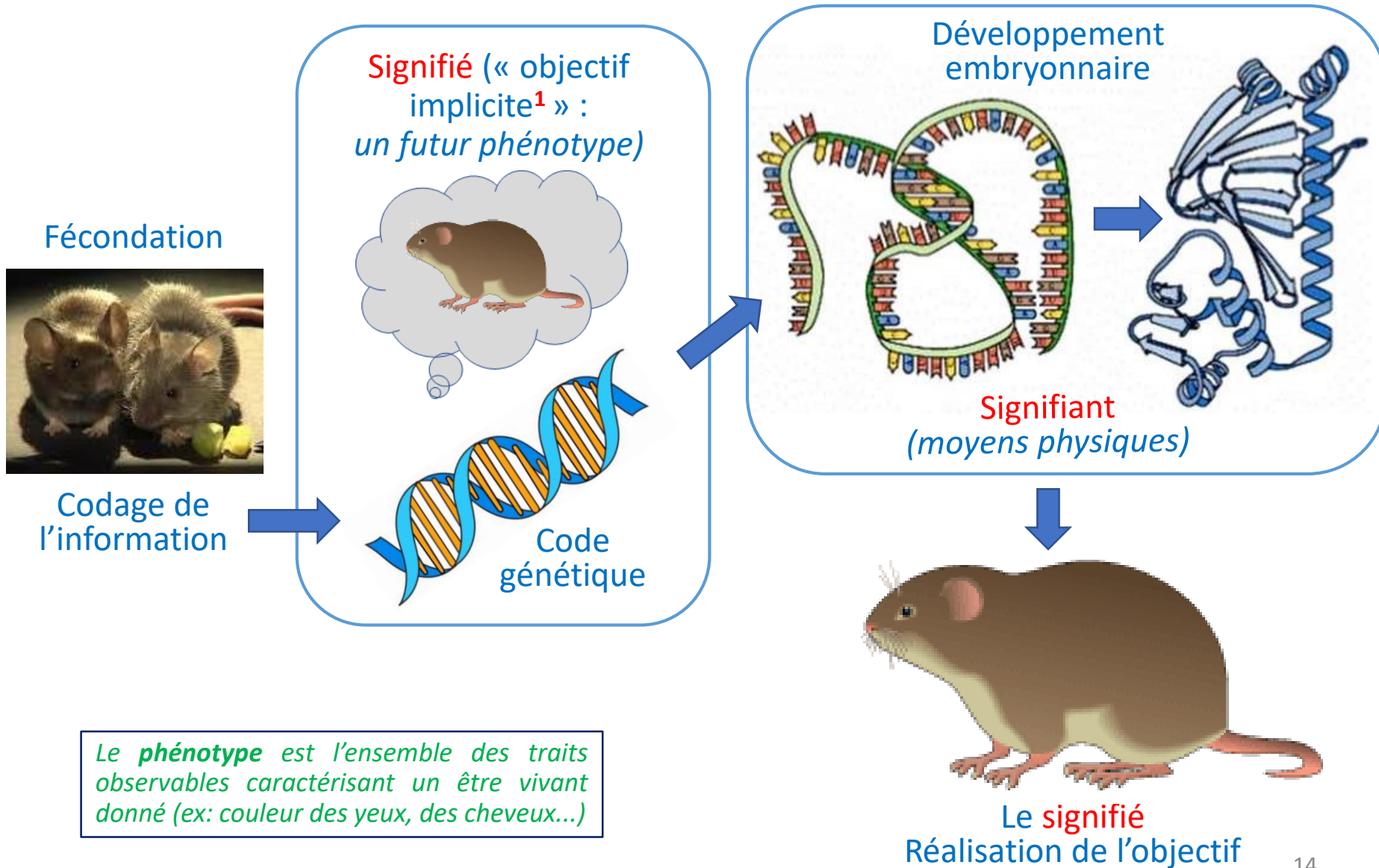
Machine → Humain

Exemples



Cas non-humain : le Signifié

Aucun des agents ne « comprend »



¹ « Objectif implicite » : résultat qui va être obtenu, sans impliquer *d'intentionnalité* (v. slides suivantes)

Objectifs implicites

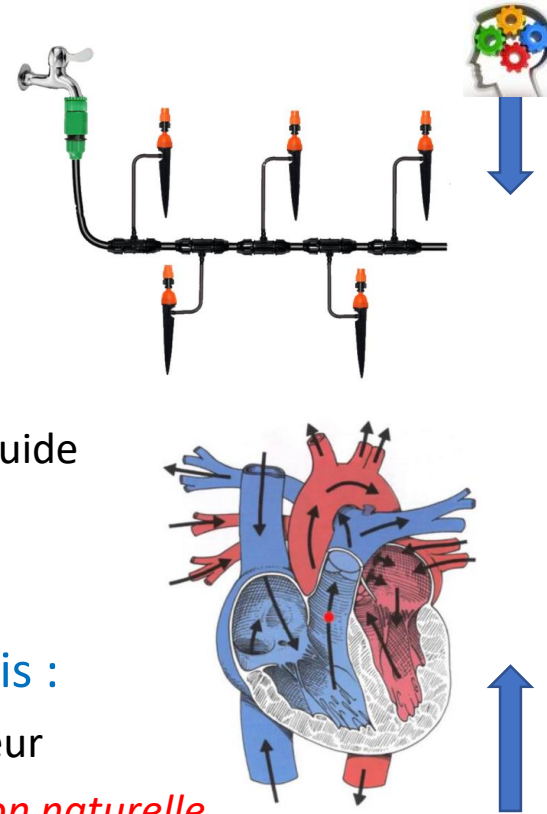
Qu'est-ce qu'un objectif implicite ?

(sans intentionnalité)

- C'est la constatation objective d'un *comportement déterminé* qui n'est pas dû à une *volonté délibérée*
- Le *Signifié* peut être la considération d'un *objectif implicite*
 - *Système immunitaire* : L'élimination effective de corps étrangers dans un organisme
 - *Ecosystème naturel* : survie à long terme des organismes
 - *Physique* : l'attraction mutuelle de deux corps...

Objectifs avec ou sans intentionnalité ? - 1

- Considérons deux systèmes de pompage hydraulique
 - Un système d'arrosage automatique
 - ❖ Le cœur d'un organisme biologique
- On dira que
 - Le système d'arrosage est là *POUR* arroser les plantes
 - Une valve de ce système est là *POUR* éviter un reflux du liquide
 - ❖ Le cœur est là *POUR* pomper le sang dans l'organisme
 - ❖ La valve mitrale est là *POUR* éviter le reflux du sang
- Ces expressions semblent impliquer une intention, mais :
 - Le système d'arrosage reflète bien *l'intention* de son créateur
 - ❖ Le cœur ne reflète *aucune intention*, il résulte de la *sélection naturelle*
- C'est que l'arrosage a été conçu « *Top-Down* » par un créateur, tandis que le cœur résulte d'un processus « *Bottom-Up* », par l'évolution darwinienne des organismes
 - Ainsi, deux processus fondamentalement différents donnent *l'impression, justifiée ou non* selon le cas, que les deux systèmes et leurs organes répondent à une *finalité* (« *POUR* » pomper...)



Objectifs avec ou sans intentionnalité ? - 2

- Finalité ou non ?

- Le vocabulaire utilisé est le même et est de nature finaliste (la valve est là *POUR* éviter le reflux...) : il *semble* refléter une *intention*, un *finalisme*
- Suivant que le système ait été voulu ou ait évolué spontanément, il y a ou non *intentionnalité*
- Or, le système non-intentionnel est tout aussi *efficace*, car toutes les tentatives inefficaces ont été *éliminées* par la sélection naturelle. Il *semble* de ce fait, à tort, *intentionnel*

- Peut-on éviter cette confusion du vocabulaire ?

- Il y a un risque : l'emploi du terme « *POUR* » ou d'autres termes connotés de la même manière : « *PROJET* », « *OBJECTIF* », « *FONCTION* »... peuvent prêter à confusion sur le caractère *finaliste* de certains systèmes naturels
- Ces cas sont très difficiles à distinguer dans le langage sans utiliser de *laborieuses périphrases* ; on se contentera de mettre des *guillemets* dans le cas non-intentionnel :
 - Le valve d'arrosage est là *pour* éviter le reflux du liquide
 - ❖ La valve mitrale est là « *pour* » éviter le reflux du sang (« *tout se passe comme si...* »)

La théorie de Shannon et le sens

- Shannon avait baptisé sa théorie « *A theory of communication* », *improprement* renommée depuis « *Théorie de l'information* »
- Cette théorie concerne la *transmission technique* d'un message dans un canal
- Shannon déclarait que « *le sens n'était pas pertinent pour sa théorie* »
 - En effet, Shannon n'avait *pas besoin du sens* pour théoriser la transmission d'un *message* formé d'une *succession de symboles*
- Dans le cadre de l'information générale, avec signifié, le processus de Shannon peut donc être considéré comme une *étape intermédiaire* dans le processus de transmission du signifié d'une source vers un destinataire

Information : transfert d'un signifié

La transmission de Shannon est une étape de ce processus



La source



Le signifié



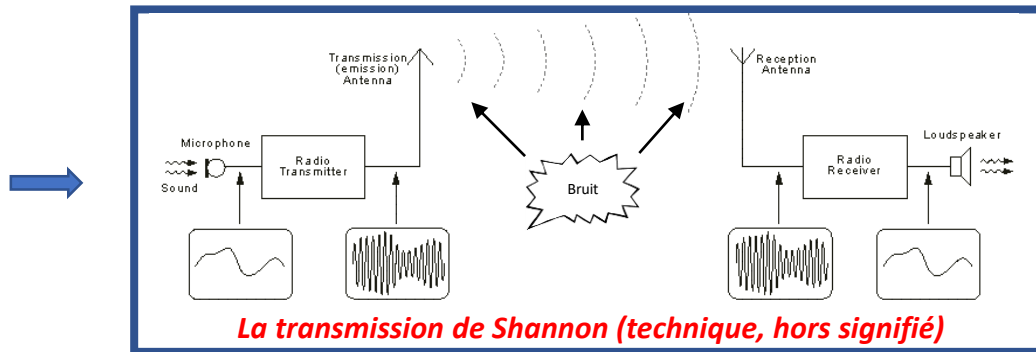
Codage 1



Décodage audio



Codage 2



Destinataire final



Décodage mental (*restitution du signifié*)



Le signifié

Information et Action

L'information est souvent suivie d'une *action* du destinataire

- Dans de nombreux cas, l'information est communiquée *dans le but* d'obtenir ou de préparer un comportement ou une action *de la part du destinataire*
 - *Signaler* la présence d'ennemis ou de nourriture, pour déclencher une *réaction*
 - Donner un *ordre* pour qu'il soit exécuté (*par un humain, un animal, une machine*)
 - De la part du destinataire, la *recherche d'une information* est *parfois* destinée à rendre pertinente une *action* projetée
- Dans le cas d'un *destinataire non-humain*, une information va *presque toujours* déclencher une action
(👉 *sinon, pourquoi s'adresser à une machine ???*)
 - Une machine recevant une information va *agir* en conséquence
 - Le code génétique va *enclencher* et *contrôler un processus* donnant naissance à un organisme (*phénotype*) déterminé

➤ Slides suivantes : Quelles sont les relations entre Information et Action ?

Traitements
Information → Action

Traitement de l'information

nécessaire au lancement et au contrôle d'une action

- Lorsqu'un destinataire reçoit un signal et le convertit en action, *plusieurs étapes de traitement* (ex : biologiques ou électroniques) sont nécessaires

1. Acquisition et prétraitement du signal par le destinataire

- Aires visuelles ou auditives
- Contrôleur d'entrée

2. Interprétation (restitution du signifié)

- Cortex préfrontal
- Ordinateur...

3. Préparation et prise d'une décision

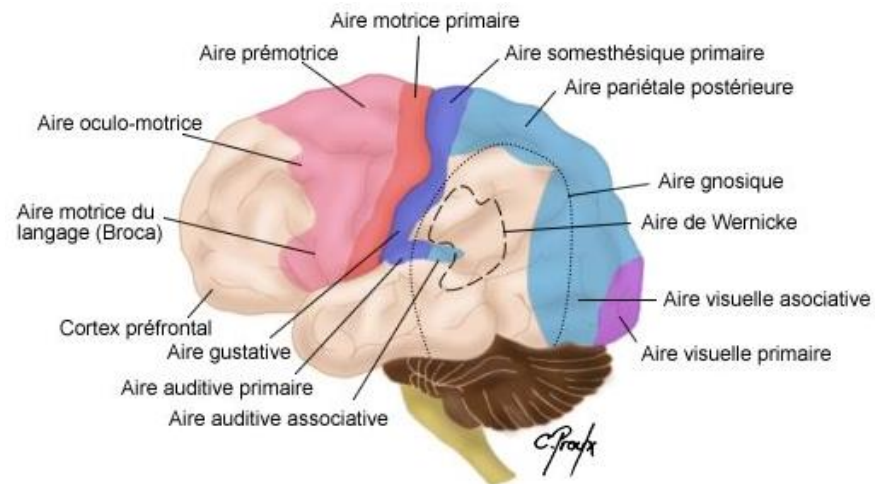
- Cortex préfrontal
- Ordinateur...

4. Lancement et contrôle de l'action

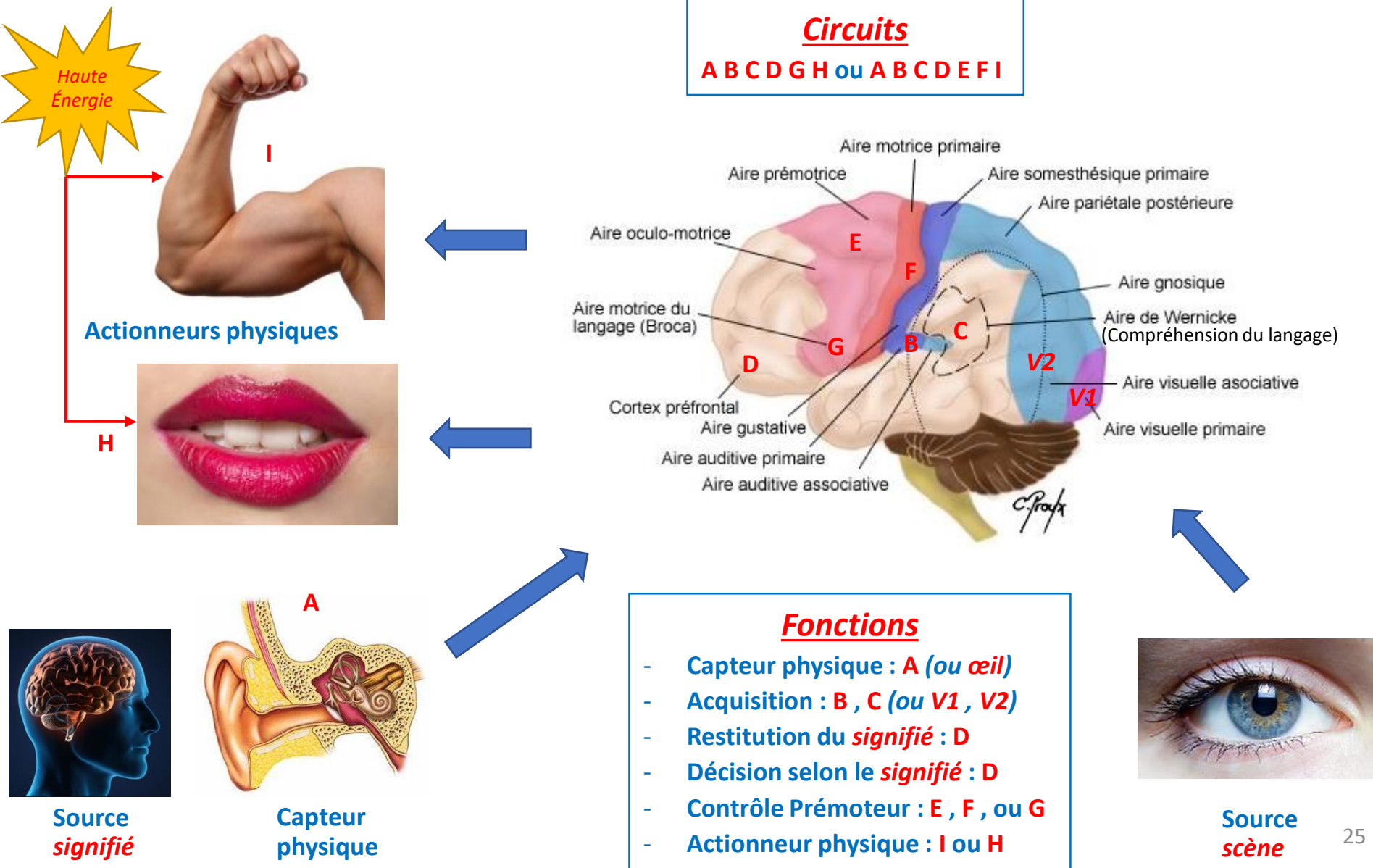
- Cortex prémoteur et moteur
- Contrôleur de sortie

5. Exécution de l'action

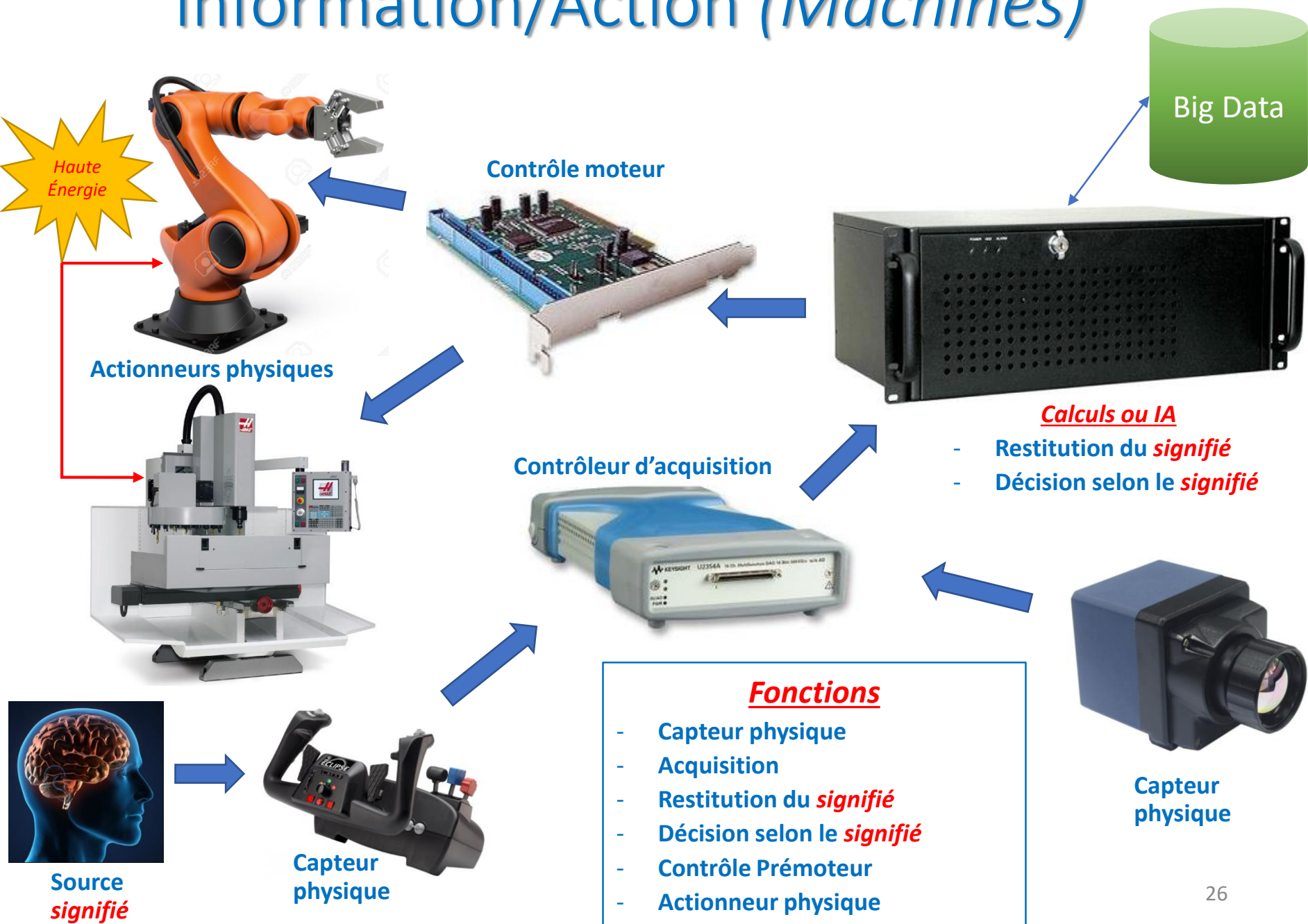
- Muscles
- Moteurs, machines...



Information/Action (*organismes*)



Information/Action (*Machines*)



Information et énergie

Information = Energie « faible »

- Une information n'apporte pas en général l'énergie *suffisante* pour exécuter à elle seule une *action motrice*
 - Une information n'est pas le *moteur* d'une action, elle joue seulement un rôle de *déclenchement*, *d'influence* ou de *contrôle*
- Une source d'énergie annexe *plus puissante* est nécessaire
 - Par exemple : *électricité, énergie musculaire...*
 - Cette énergie va permettre une *amplification* de l'information pour la rendre opérante et *animer physiquement* l'action
- Cependant, pour pouvoir être *transmise et reçue*, une information nécessite un *minimum d'énergie*
 - Sans support matériel et énergétique, un signifié ne peut être *ni transmis ni reçu* et ne peut produire *aucun effet*
 - L'information porte donc une *énergie minimale*, suffisante pour pouvoir être transmise et traitée, mais pas pour alimenter un moteur ou un muscle

Information, Amplification, Action



Amplification



Exemples

- On retrouve ces *deux niveaux d'énergie* dans les circuits électroniques
 - Les *courants forts* alimentent les comportements macroscopiques, actionnent les mécanismes (*imprimantes...*)
 - Les *courants faibles* portent *l'information* qui va déclencher et contrôler ces comportements
- Exécution d'un ordre par un humain
 - L'ordre (vocal, écrit...) apporte une énergie acoustique et neurologique *insuffisante* pour exécuter un *ordre moteur*, comme se déplacer ou porter une charge
 - Il faut *amplifier* l'information et l'exécuter par des *muscles* consommant une *énergie biologique élevée*
- Embryologie
 - Le *code génétique* (ADN) demande peu d'énergie, mais le *développement embryonnaire* en demande plus (*placenta : chaleur, nourriture, durée...*)

Information et bruit

Information et bruit

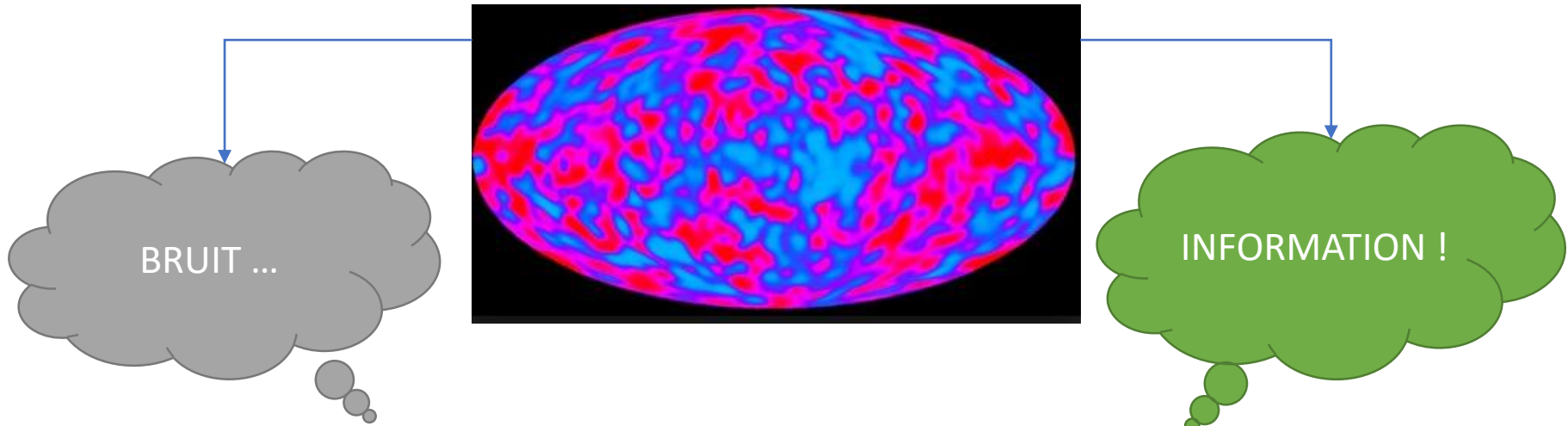
- *L'information* est souvent accompagnée de *bruit*, ou est parfois totalement remplacée par du bruit
- Il convient donc de *distinguer* ces deux notions
 - Ce n'est pas si évident, car le bruit, *de même qu'une information « véritable »*, peut être transmis et reçu, et peut déclencher des actions
- Le bruit est une *distorsion du signifié reçu* par rapport au *signifié émis*, ou par rapport au *signifié attendu*

Deux sortes de bruit

- Il existe *deux sortes de bruits* de natures très différentes
- Un *bruit technique*, due aux *erreurs de transmission* affectant le signifié reçu par rapport au signifié émis (*ce bruit correspond au bruit étudié par Shannon*)
- Un *bruit subjectif*, lorsque le signifié transmis ou reçu n'est pas le signifié désiré :
 - Par un *destinataire humain*, lorsque la nature du signal reçu ne correspond pas à son *objectif* (*ex. slides suivantes*)
 - Ou par une *source humaine*, lorsqu'elle n'arrive pas à exprimer correctement sa pensée, son *objectif*

Exemple : le bruit de fond cosmologique

(Rayonnement « fossile »)



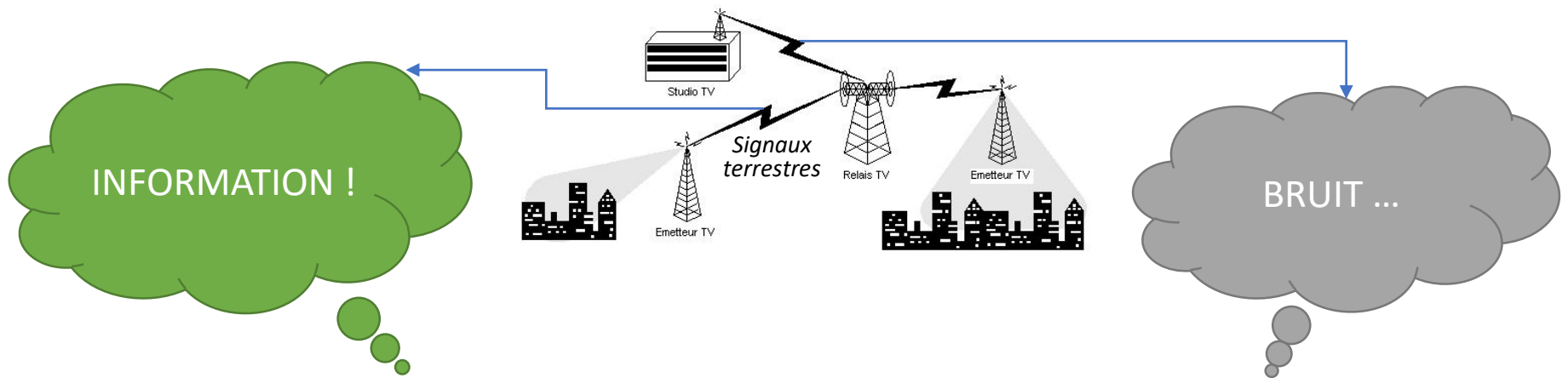
Penzias & Wilson



Георгий Антонович Гамов

Le bruit de fond cosmologique

(Des notions subjectives...)



Penzias & Wilson



Георгий Антонович Гамов

Information « abstraite »
ou « immatérielle »

Information matérielle ou immatérielle ?

- On l'a vu, une information reçue est nécessairement *matérielle* : elle nécessite un *support matériel (le signifiant)* ; elle consomme de *l'énergie* (minimale mais *nécessaire*)
- Mais un même *signifié* peut faire l'objet de différents codages, être véhiculé par *différents signifiants*
 - On peut considérer chaque représentation matérielle comme une « *instance* » particulière du signifié (*une mise en œuvre particulière*)
- Par exemple, pour *roman*, une instance peut être un livre relié, un livre de poche, un disque parlé...
- Cependant, le signifié peut aussi être considéré *indépendamment du signifiant* : le roman existe « *en soi* », de manière *immatérielle*, mais sans un signifiant il ne peut être, *ni lu, ni écouté*
- Dans ce cas le signifié seul, sans signifiant, est une *notion abstraite* : un roman, un projet, une invention, une pièce musicale « *en soi* »...

A quoi sert cette information abstraite ?

- Le *signifié seul* ne peut avoir *aucun effet*, il ne peut être ni utilisé ni transmis, mais il est *conceptuellement important*, car il *représente à lui seul l'ensemble* de ses instances matérielles
- On peut, sinon l'exploiter, du moins y *faire référence* et en étudier les *propriétés générales*, qui sont valables pour *toutes les instances possibles*
 - La *Propriété intellectuelle* protège une catégorie d'objets ou une œuvre de l'esprit sans concerner une instance particulière : elle protège simultanément *toutes les instances possibles, présentes et futures*
 - Un *critique littéraire* peut commenter un *roman* en y référant par son *titre* mais sans en communiquer le *contenu* : il peut ainsi donner une opinion sur l'œuvre « en soi », indépendante du support matériel



→
Fait référence à



Toutes les instances

Valoriser l'information ?

Valorisation de l'information

- Selon la théorie de Shannon, une information a une valeur (« *entropie* ») liée à sa rareté.
- Mais si on considère le *sens*, une valeur devient *infiniment plus difficile* à définir. On pourra cependant considérer *trois composantes principales* d'une telle valeur :
 1. L'*importance* de l'information par ses effets, souvent évaluée *subjectivement*
 - De la part du destinataire : ce que « *ça lui fait* » de recevoir cette information
 - L'importance est *difficile à quantifier*, mais parfois, une valeur quantitative peut être attribuée : c'est le *prix (monétaire)* que le destinataire est prêt à *payer* pour obtenir cette information (*ex : espionnage militaire ou industriel ; presse, scoops...*)
 2. La *nouveauté* de l'information : cette notion reprend celle de Shannon et se combine à la précédente
 - Une information, même importante, mais *déjà connue*, n'a plus aucune valeur ; une information *partiellement connue* prend une valeur de complément ou de confirmation
 3. La *qualité* de l'information : c'est en quelque sorte le *rapport signal sur bruit*, le degré de *fidélité* de l'information au signifié qu'elle est supposée transmettre. Un *mensonge* est une information, mais de faible valeur ; de même pour une information bruitée...
- Il faut ensuite *combinaison ces éléments (formule multiplicative...)*

Ce qu'on pourra retenir...

Résumé : Qu'est-ce que l'information ?

- Une information est constituée d'un *signifié*, émis par une *source*, *codé et transmis* par un *signifiant matériel*, reçu et interprété par un *destinataire*
- Source et destinataire peuvent être des *systèmes quelconques*, non nécessairement dotés de *conscience*
- Le *signifié* est défini comme l'*objectif* ou le *projet (intentionnel ou non)* de la part de la source et/ou du destinataire
- L'information doit être distinguée du *bruit* qui la parasite dans la mesure où l'objectif n'est pas atteint ; on distingue le bruit *technique* et le bruit *subjectif*
- Un *minimum d'énergie* est requis pour *transmettre et recevoir* l'information
- Selon l'objectif, l'information est susceptible de *déclencher*, *influencer* ou *contrôler* une *action motrice* du destinataire, mais dans ce cas elle n'a pas l'*énergie suffisante* pour être la *cause physique principale* de cette action : une *amplification* est nécessaire, précédée d'une *décision*
- L'information peut aussi être considérée *abstraitemment*, *sans signifiant matériel* : mais dans ce cas elle ne peut servir *que de référence (exemple : propriété intellectuelle)*

Fin de la première partie

Suite : « Information génétique »