



ACADÉMIE DES TECHNOLOGIES

POUR UN PROGRÈS RAISONNÉ, CHOISI ET PARTAGÉ

COMMUNICATION

VERS UNE TECHNOLOGIE DE LA CONSCIENCE ?

Académie des technologies

Vers une technologie de la conscience ?

Communication présentée à l'Académie
en juin 2012

Imprimé en France
ISBN : 978-2-7598-1009-3

Tous droits de traduction, d'adaptation et de reproduction par tous procédés, réservés pour tous pays. La loi du 11 mars 1957 n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article 41, d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective », et d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation intégrale, ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite » (alinéa 1^{er} de l'article 40). Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du code pénal.

© EDP Sciences 2013

UNE ACADEMIE DES TECHNOLOGIES POUR UN PROGRÈS RAISONNÉ, CHOISI ET PARTAGÉ

L'Académie des technologies, créée en 2000, est, depuis 2006, un Établissement public administratif auprès du ministère de l'Enseignement supérieur et de la recherche.

L'Académie des technologies a pour vocation d'être l'institution de référence et l'intermédiaire privilégié entre le monde de la recherche, les pouvoirs publics et les acteurs socio-économiques sur les questions technologiques. Les technologies sont abordées dans une approche transversale et prospective, prenant en compte les risques, l'impact sur l'environnement et la santé, les aspects économiques et sociétaux.

L'Académie des technologies rassemble à ce jour 275 académiciens élus, couvrant de très larges domaines de compétences : chercheurs, entrepreneurs et industriels, économistes et avocats, philosophes des sciences et des techniques, urbanistes et architectes, physiciens, chimistes, ingénieurs, astronautes, médecins et chirurgiens, spécialistes des technologies de l'information et de la communication, agronomes et spécialistes du génie agroalimentaire, etc. Cette grande variété de compétences en fait un lieu d'expertise et de réflexion interdisciplinaire sur les bouleversements technologiques et les grands défis auxquels la société se trouve confrontée.

Elle contribue ainsi à bâtir une Europe de la connaissance et de l'innovation compétitive, condition de la création de richesse et d'emplois.

UNE EXPERTISE COLLECTIVE, ANCRÉE AU SEIN MÊME DES CHOIX POLITIQUES EN MATIÈRE DE TECHNOLOGIES INNOVANTES

L'Académie des technologies mène ses travaux en toute indépendance, en associant à ses réflexions le secteur de la production, les milieux de la recherche scientifique, le monde politique et social et les acteurs socio-économiques. Elle développe de nombreux partenariats avec d'autres académies en France et à l'étranger.

Elle participe au développement des réflexions menées au niveau international ou européen. Elle assure le Secrétariat général d'EURO-CASE, qui regroupe les académies technologiques européennes de 21 pays.

Outre les nombreuses publications depuis sa création (une soixantaine d'ouvrages), les académiciens vont à la rencontre des décideurs, des acteurs et du public, à Paris et dans les régions de France à travers des colloques, des actions thématiques régionales, etc. Des rencontres-débats sont organisées régulièrement avec des personnalités du monde économique, politique, industriel... Les publications font l'objet de conférences-débats où est conviée la presse. Un grand débat public est organisé une fois par an sur un sujet d'actualité (changements climatiques, économies d'énergie, principe de précaution...).

PUBLICATIONS DE L'ACADÉMIE

Les travaux de l'Académie des technologies sont l'objet de publications réparties en quatre collections¹ :

- Les rapports de l'Académie : ce sont des textes rédigés par un groupe de l'Académie dans le cadre du programme décidé par l'Académie et suivi par le Comité des travaux. Ces textes sont soumis au Comité de la qualité, votés par l'Assemblée, puis rendus publics. On trouve dans la même collection les avis de l'Académie, également votés en Assemblée, et dont le conseil académique a décidé de la publication sous forme d'ouvrage papier. Cette collection est sous couverture bleue.

¹ - Les ouvrages de l'Académie des technologies publiés entre 2008 et 2012 peuvent être commandés aux Éditions Le Manuscrit (<http://www.manuscrit.com>). La plupart existent tant sous forme matérielle que sous forme électronique.
- Les titres publiés à partir de janvier 2013 sont disponibles en librairie et sous forme de ebook payant sur le site de EDP sciences (<http://www.edition-sciences.com>). À échéance de six mois ils sont téléchargeables directement et gratuitement sur le site de l'Académie.
- Les publications plus anciennes n'ont pas fait l'objet d'une diffusion commerciale, elles sont consultables et téléchargeables sur le site public de l'Académie www.academie-technologies.fr, dans la rubrique « Publications ». De plus, l'Académie dispose encore pour certaines d'entre elles d'exemplaires imprimés.

- ▶ Les communications à l'Académie, rédigées par un ou plusieurs Académiciens. Elles sont soumises au Comité de la qualité et débattues en Assemblée. Non soumises à son vote elles n'engagent pas l'Académie. Elles sont rendues publiques comme telles, sur décision du Conseil académique. Cette collection est publiée sous couverture rouge.
- ▶ Les « Dix questions à ... et dix questions sur ... » : un auteur spécialiste d'un sujet est sélectionné par le Comité des travaux et propose dix à quinze pages au maximum, sous forme de réponses à dix questions qu'il a élaborées lui-même ou après discussion avec un journaliste de ses connaissances ou des collègues (Dix questions à ...). Ce type de document peut aussi être rédigé sur un thème défini par l'Académie par un académicien ou un groupe d'académiciens (Dix questions sur ...). Dans les deux cas ces textes sont écrits de manière à être accessibles à un public non-spécialisé. Cette collection est publiée sous une couverture verte.
- ▶ Les grandes aventures technologiques françaises : témoignages d'un membre de l'Académie ayant contribué à l'histoire industrielle. Cette collection est publiée sous couverture jaune.
- ▶ Par ailleurs, concernant les Avis, l'Académie des technologies est amenée, comme cela est spécifié dans ses missions, à remettre des Avis suite à la saisine d'une collectivité publique ou par auto saisine en réaction à l'actualité. Lorsqu'un avis ne fait pas l'objet d'une publication matérielle, il est, après accord de l'organisme demandeur, mis en ligne sur le site public de l'Académie.
- ▶ Enfin, l'Académie participe aussi à des co-études avec ses partenaires, notamment les Académies des sciences, de médecine, d'agriculture, de pharmacie ...

Tous les documents émis par l'Académie des technologies depuis sa création sont répertoriés sur le site www.academie-technologies.fr. La plupart sont peuvent être consultés sur ce site et ils sont pour beaucoup téléchargeables.

Dans la liste ci-dessous, les documents édités sous forme d'ouvrage imprimé commercialisé sont signalés par une astérisque. Les publications les plus récentes sont signalées sur le site des éditions. Toutes les publications existent aussi sous forme électronique au format pdf et pour les plus récentes au format ebook.

AVIS DE L'ACADÉMIE

1. Brevetabilité des inventions mises en œuvre par ordinateurs : avis au Premier ministre – juin 2001
2. Note complémentaire au premier avis transmis au Premier ministre – juin 2003
3. Quelles méthodologies doit-on mettre en œuvre pour définir les grandes orientations de la recherche française et comment, à partir de cette approche, donner plus de lisibilité à la politique engagée ? – décembre 2003
4. Les indicateurs pertinents permettant le suivi des flux de jeunes scientifiques et ingénieurs français vers d'autres pays, notamment les États-Unis – décembre 2003
5. Recenser les paramètres susceptibles de constituer une grille d'analyse commune à toutes les questions concernant l'énergie – décembre 2003
6. Commentaires sur le Livre Blanc sur les énergies – janvier 2004
7. Premières remarques à propos de la réflexion et de la concertation sur l'avenir de la recherche lancée par le ministère de la Recherche – mars 2004
8. Le système français de recherche et d'innovation (SFRI). Vue d'ensemble du système français de recherche et d'innovation – juin 2004
 - Annexe 1 – La gouvernance du système de recherche
 - Annexe 2 – Causes structurelles du déficit d'innovation technologique. Constat, analyse et proposition.
9. L'enseignement des technologies de l'école primaire aux lycées – septembre 2004
10. L'évaluation de la recherche – mars 2007
11. L'enseignement supérieur – juillet 2007
12. La structuration du CNRS – novembre 2008
13. La réforme du recrutement et de la formation des enseignants des lycées professionnels – Recommandation de l'Académie des technologies – avril 2009
14. La stratégie nationale de recherche et l'innovation (SNRI) – octobre 2009
15. Les crédits carbone – novembre 2009
16. Réduire l'exposition aux ondes des antennes-relais n'est pas justifié scientifiquement : mise au point de l'Académie nationale de médecine, de l'Académie des sciences et de l'Académie des technologies – décembre 2009
17. Les biotechnologies demain – juillet 2010
18. Les bons usages du Principe de précaution – octobre 2010
19. La validation de l'Acquis de l'expérience (VAE) – janvier 2012
20. Mise en œuvre de la directive des quotas pour la période 2013–2020 – mars 2011

21. Le devenir des IUT – mai 2011
22. Le financement des start-up de biotechnologies pharmaceutiques – septembre 2011
23. Recherche et innovation : Quelles politiques pour les régions ? – juillet 2012
24. La biologie de synthèse et les biotechnologies industrielles (blanches) – octobre 2012
25. Les produits chimiques dans notre environnement quotidien – octobre 2012
26. L'introduction de la technologie au lycée dans les filières d'enseignement général – décembre 2012
27. Évaluation de la recherche technologique publique – février 2013
28. L'usage de la langue anglaise dans l'enseignement supérieur – mai 2013

RAPPORTS DE L'ACADÉMIE

1. Analyse des cycles de vie – octobre 2002
2. Le gaz naturel – octobre 2002
3. Les nanotechnologies : enjeux et conditions de réussite d'un projet national de recherche – décembre 2002
4. Les progrès technologiques au sein des industries alimentaires – Impact sur la qualité des aliments / La filière lait – mai 2003
5. *Métrologie du futur – mai 2004
6. *Interaction Homme-Machine – octobre 2004
7. *Enquête sur les frontières de la simulation numérique – juin 2005
8. Progrès technologiques au sein des industries alimentaires – la filière laitière, rapport en commun avec l'Académie d'agriculture de France – 2006
9. *Le patient, les technologies et la médecine ambulatoire – avril 2008
10. *Le transport de marchandises – janvier 2009 (version anglaise au numéro 15)
11. *Efficacité énergétique dans l'habitat et les bâtiments – avril 2009 (version anglaise au numéro 17)
12. *L'enseignement professionnel – décembre 2010
13. *Vecteurs d'énergie – décembre 2011 (version anglaise au numéro 16)
14. *Le véhicule du futur – septembre 2012 (publication juin 2013)
15. *Freight systems (version anglaise du rapport 10 le transport de marchandises) – novembre 2012
16. *Energy vectors – novembre 2012 (version anglaise du numéro 13)

17. *Energy Efficiency in Buildings and Housing – novembre 2012 (version anglaise du numéro 11)
18. * Première contribution de l'Académie des technologies au débat national sur l'énergie / First contribution of the national academy of technologies of France to the national debate on the future of energies supply – ouvrage bilingue, juillet 2013
19. *Les grands systèmes socio-techniques / Large Socio-Technical Systems – ouvrage bilingue, juillet 2013

COMMUNICATIONS DE L'ACADÉMIE

1. *Prospective sur l'énergie au ^{xxi} siècle, synthèse de la Commission énergie et environnement – avril 2004, MàJ décembre 2004
2. Rapports sectoriels dans le cadre de la Commission énergie et environnement et changement climatique :
3. Les émissions humaines – août 2003
 - Économies d'énergie dans l'habitat – août 2003
 - Le changement climatique et la lutte contre l'effet de serre – août 2003
 - Le cycle du carbone – août 2003
 - Charbon, quel avenir ? – décembre 2003
 - Gaz naturel – décembre 2003
 - Facteur 4 sur les émissions de CO₂ – mars 2005
 - Les filières nucléaires aujourd'hui et demain – mars 2005
 - Énergie hydraulique et énergie éolienne – novembre 2005
 - La séquestration du CO₂ – décembre 2005
 - Que penser de l'épuisement des réserves pétrolières et de l'évolution du prix du brut ? – mars 2007
4. Pour une politique audacieuse de recherche, développement et d'innovation de la France – juillet 2004
5. *Les TIC : un enjeu économique et sociétal pour la France – juillet 2005
6. *Perspectives de l'énergie solaire en France – juillet 2008
7. *Des relations entre entreprise et recherche extérieure – octobre 2008
8. *Prospective sur l'énergie au ^{xxi} siècle, synthèse de la Commission énergie et environnement, version française et anglaise, réactualisation – octobre 2008
9. *L'énergie hydro-électrique et l'énergie éolienne – janvier 2009
10. *Les Biocarburants – février 2010
11. *PME, technologies et développement – mars 2010.

12. *Biotechnologies et environnement – avril 2010
13. *Des bons usages du Principe de précaution – février 2011
14. L'exploration des réserves françaises d'hydrocarbures de roche mère (gaz et huile de schiste) – mai 2011
15. *Les ruptures technologiques et l'innovation – février 2012
16. *Risques liés aux nanoparticules manufacturées – février 2012
17. *Alimentation, innovation et consommateurs – juin 2012
18. Vers une technologie de la conscience – juin 2012
19. Profiter des ruptures technologiques pour gagner en compétitivité et en capacité d'innovation – juin 2012
20. Les produits chimiques au quotidien – novembre 2012
21. Profiter des ruptures technologiques pour gagner en compétitivité et en capacité d'innovation – novembre 2012
22. Dynamiser l'innovation par la recherche et la technologie – novembre 2012
23. La technologie, école d'intelligence innovante. Pour une introduction au lycée dans les filières de l'enseignement général – octobre 2012

DIX QUESTIONS POSÉES À...

1. *Les déchets nucléaires – 10 questions posées à Robert Guillaumont – décembre 2004
2. *L'avenir du charbon – 10 questions posées à Gilbert Ruelle – janvier 2005
3. *L'hydrogène – 10 questions posées à Jean Dhers – janvier 2005
4. *Relations entre la technologie, la croissance et l'emploi – 10 questions à Jacques Lesourne – mars 2007
5. *Stockage de l'énergie électrique – 10 questions posées à Jean Dhers – décembre 2007
6. *L'éolien, une énergie du XXI^e siècle – 10 questions posées à Gilbert Ruelle – octobre 2008
7. *La robotique – 10 questions posées à Philippe Coiffet, version franco-anglaise – septembre 2009
8. *L'intelligence artificielle – 10 questions posées à Gérard Sabah – septembre 2009
9. *La validation des acquis de l'expérience – 10 questions posées à Bernard Decomps – juillet 2012

GRANDES AVENTURES TECHNOLOGIQUES

1. *Le Rilsan – par Pierre Castillon – octobre 2006
2. *Un siècle d'énergie nucléaire – par Michel Hug – novembre 2009

HORS COLLECTION

1. Libérer Prométhée – mai 2011

CO-ÉTUDES

1. Progrès technologiques au sein des industries alimentaires – La filière laitière. Rapport en commun avec l'Académie d'agriculture de France – mai 2004
2. Influence de l'évolution des technologies de production et de transformation des grains et des graines sur la qualité des aliments. Rapport commun avec l'Académie d'agriculture de France – février 2006
3. *Longévité de l'information numérique – Jean-Charles Hourcade, Franck Laloë et Erich Spitz. Rapport commun avec l'Académie des sciences – mars 2010, EDP Sciences
4. *Créativité et Innovation dans les territoires – Michel Godet, Jean-Michel Charpin, Yves Farge et François Guinot. Rapport commun du Conseil d'analyse économique, de la Datar et de l'Académie des technologies – août 2010 à la Documentation française
5. *Libérer l'innovation dans les territoires. Synthèse du Rapport commun du Conseil d'analyse économique, de la Datar et de l'Académie des technologies. Créativité et Innovation dans les territoires Édition de poche – septembre 2010 – réédition novembre 2010 à la Documentation française
6. *La Métallurgie, science et ingénierie – André Pineau et Yves Quéré. Rapport commun avec l'Académie des sciences (RST) – décembre 2010, EDP Sciences.
7. Les cahiers de la ville décarbonée en liaison avec le pôle de compétitivité Advancity
8. Le brevet, outil de l'innovation et de la valorisation – Son devenir dans une économie mondialisée – Actes du colloque organisé conjointement avec l'Académie des sciences le 5 juillet 2012 éditions Tec & doc – Lavoisier

Vj k'ŕ ci g'kpvglqpcn' 'gh'dncpm

AVERTISSEMENT

Le fait que les publications de l'Académie des technologies soient regroupées en quatre collections distinctes découle d'un classement interne des textes par les instances académiques.

Les avis et rapports de l'Académie engagent celle-ci, dès lors que les textes, préalablement visés par le comité de la qualité, ont été soumis à débat et ont donné lieu à vote favorable par l'Assemblée. Les avis constituent des réponses de l'Académie à des saisines d'autorités, notamment gouvernementales ; ils ne sont publiés qu'avec l'accord du destinataire.

Les communications à l'Académie, d'une part, font l'objet de présentations à l'Assemblée et de débats, d'autre part, sont visées par le comité de la qualité ; elles ne sont pas soumises à un vote et il revient au Conseil académique de décider de l'opportunité de leur publication. Ces textes engagent la seule responsabilité de leurs auteurs.

Les annexes des rapports et des communications, visées également par le Comité de la qualité, sont signées et engagent la seule responsabilité de leurs auteurs (souvent des experts non membres de l'Académie) qui peuvent en disposer. Elles sont le plus souvent réunies avec les corps de texte votés afin de constituer des publications complètes et à jour au moment d'être mises sous presse.

Le lecteur est invité à visiter le site Internet de l'Académie :

www.academie-technologies.fr où apparaissent non seulement les textes votés, les « communications », les « dix questions posées à ... » et la série « Grandes aventures technologiques françaises » dans leur version intégrale pour ceux qui sont libres de droits mais aussi des textes qui ne font pas (ou pas encore) l'objet d'une publication dans l'une ou l'autre des quatre collections.

Les travaux de l'Académie se poursuivant sur certaines thématiques, des versions plus récentes de textes et/ou d'annexes sont régulièrement mises en ligne .

SOMMAIRE

01	Constitution du groupe de travail
03	Résumé
07	Abstract
11	Avant-propos
15	Les points que nous n'abordons pas
17	Documents disponibles
19	Prolégomènes
19	Introduction
22	Poser la bonne question
23	Une machine consciente, pour quoi faire ?
27	Généralités sur la conscience
28	Recensement des questions générales à propos de la conscience
30	Fonctionnalités attachées à la notion de conscience
37	Modélisations scientifiques et implémentables
37	Qu'est-ce qu'un modèle ?
57	Vers un nouveau modèle
57	Proposition de synthèse
61	Fonctionnalités que réaliserait un tel système
62	Quelle validation pour un tel modèle ?

65	Applications
67	Recommandations
67	Recommandations générales
68	Suites souhaitables à donner à ces travaux
69	Aspects éthiques
69	Statut juridique d'un éventuel robot intelligent et conscient
70	Types d'intégration dans la société ?
71	Quels marchés ? Quelle importance pour l'économie ?
71	Influence sur l'emploi et la formation
73	Conclusion
77	Bibliographie
81	Pourquoi un groupe de travail « Conscience » à l'Académie des Technologies ?
83	Premier point : Réalités rêvées ou bâties selon les technologies disponibles ou à anticiper
84	Deuxième point : échéancier
85	Troisième point : quelle autorisation d'emploi
87	Conclusions
89	Glossaire

Vj k' r ci g' k p v g p v k p c m { ' i g h v' d n e p m

CONSTITUTION DU GROUPE DE TRAVAIL

Membres de l'Académie :

*Laurent Alexandre,
Sigrid Avrillier,
Alain Berthoz,
Danièle Blondel,
Yves Caseau,
Philippe Coiffet, président,
Jean-Pierre Dupuy,
Michel Frybourg,
Jean-Charles Hourcade,*

*Jean-Pierre Marec,
Jean-Claude Millet,
Paul Parnière,
Dominique Peccoud,
Marc Pélegri,
Pierre Perrier,
Gérard Sabah, président,
Joseph Sifakis,
Erich Spitz.*

Participants extérieurs à l'Académie :

Claude Mangeot (médecin thérapeute cognitif)

Experts auditionnés :

*Henri Condé,
Peter F. Dominey,
Nayla Farouki,*

*Marc Jeannerod,
Dominique Laplane.*

*La conscience est un **être**
pour lequel il est dans son **être**
question de son **être**
en tant que cet **être**
implique un **être** autre que lui.*

Jean-Paul Sartre

*La seule façon d'exister pour la conscience
c'est d'avoir conscience qu'elle existe.*

Jean-Paul Sartre

RÉSUMÉ

Réussir l'inclusion des processus de traitement d'information présents dans les organismes vivants sur des substrats artificiels, quelle qu'en soit la nature, constitue sûrement l'un des défis technologiques les plus en vue actuellement. L'Académie des technologies se devait de mettre ce sujet à l'ordre du jour de ses travaux.

Le groupe de travail qui a élaboré cette communication s'est ainsi posé la question générale suivante : peut-on doter des machines d'une certaine forme de conscience à l'instar de ce que manifestent l'homme ou les animaux supérieurs ?

La définition et la nature de la conscience sont de vieux problèmes qui ont produit une immense littérature, d'abord dans les domaines de la philosophie, de la métaphysique et de la théologie, puis de la psychologie et de la sociologie, enfin, avec la science et la technologie modernes, de la biologie, de la génétique, de la théorie de l'évolution, de l'automatique et de l'informatique. Malgré cet énorme réservoir de connaissances, nul ne semble avoir pu répondre de façon satisfaisante aux questions entourant la genèse et le fonctionnement de la conscience.

Le groupe de travail, après avoir tenté de revenir sur ce débat général, s'est vu contraint, par évidence, de se limiter à une problématique réduite et réaliste, mais lourde de conséquences pratiques au cas où une réponse positive pourrait être donnée à la question : *peut-on établir un modèle d'entité, implémentable sur un ordinateur, qui ferait apparaître, dans son interaction avec le monde, des propriétés qui sont attribuées à la conscience humaine par les spécialistes, alors que l'on n'a pas encore réussi à synthétiser ces propriétés sur les machines passées et présentes ?*

Syntagme

En analyse syntaxique, ensemble de mots constituant une catégorie intermédiaire entre les catégories lexicales et la phrase (par exemple : groupe nominal, formé d'un article d'un nom et d'un adjectif, ou groupe verbal, formé d'un verbe et de ses compléments).

Syntaxe

Le rôle de la syntaxe est d'expliciter les rôles des différents mots et des **syntagmes** dans une phrase ou un énoncé, ainsi que les relations qu'ils entretiennent.

Téléologie

Théorie qui suppose que toute chose a une finalité.

Turing (machine de)

Modèle abstrait du fonctionnement des ordinateurs, créé par Alan Turing afin de formaliser la notion d'algorithme.

Ce modèle se fonde sur quatre éléments :

- ▶ un ruban (supposé de longueur infinie) composé de cases où sont écrits des symboles ;
- ▶ un élément qui lit et écrit les symboles sur le ruban, et se déplace à gauche ou à droite ;
- ▶ un registre qui mémorise l'état courant de la machine ;
- ▶ une table qui précise, selon le contexte, quel symbole écrire, comment se déplacer et quel est le nouvel état. Si, dans un état donné, aucune action n'existe, la machine s'arrête.

Valeurs

Parmi les dizaines de significations potentielles de ce terme, on ne retient dans cette étude que le sens d'Edelman : forces biologiques primaires (comme le besoin d'alimentation, la reproduction ou la production d'adrénaline) autour desquelles

se produisent implicitement des renforcements ou des inhibitions [Edelman parle de « centres de valeurs » pour désigner les aires cérébrales capables de diffuser dans l'ensemble du cerveau puis de l'organisme des neurotransmetteurs génériques, incitatifs ou inhibiteurs, qui renforcent les réactions globales de l'organisme].
[En particulier, rien à voir avec le sens moral].

Vitalisme

Tradition philosophique pour laquelle le vivant n'est pas réductible aux lois physico-chimiques. Elle envisage la vie comme de la matière, animée d'un principe (une force vitale), qui s'ajouterait pour les êtres vivants aux lois de la matière. Selon cette conception, c'est cette force occulte qui insufflerait la vie à la matière.

En biologie, ce cadre théorique a été un moment fécond, car il dégagait le vivant du mécanisme et des explications causales réductrices du **cartésianisme**, sans pour autant revenir au surnaturel.

Volonté

Souvent associé à intentionnalité : un acte volontaire implique une intention.

La volonté permet de tempérer, maîtriser, gouverner ou inhiber ses désirs.

Avoir de la volonté implique de la détermination et de la persistance dans la suite d'actions visant à réaliser son objectif.

von Neumann (architecture de, machine de)

Ordinateur formé de quatre composants : l'unité de traitement arithmétique et logique, l'unité de contrôle, la mémoire (qui contient à la fois les données et le programme), les dispositifs d'entrée-sortie. Avec une telle architecture, un ordinateur peut modifier ses instructions durant l'exécution. Cette faculté (utilisée par les virus) est inutile avec les ordinateurs actuels.