

Out of Control

The New Biology of Machines, Social Systems and the Economic World

Résumé du livre de Kevin Kelly

Références : Basic Books, the Perseus Books Group

ISBN 0-201-48340-8

Date : 1994

Plan du livre « Out of Control »

- 1 : L'union de l'organique et du créé
- 2 : L'esprit de ruche
- 3 : Des machines avec une attitude
- 4 : Assembler la complexité
- 5 : Co-évolution
- 6 : Le flux naturel
- 7 : L'émergence du contrôle
- 8 : Systèmes fermés
- 9 : Vers l'équilibre de la biosphère
- 10 : Écologie industrielle
- 11 : Économies en réseau
- 12 : Argent électronique

- 13 : Les jeux de Dieu
- 14 : Dans la bibliothèque de la forme
- 15 : Évolution artificielle
- 16 : L'avenir du contrôle
- 17 : Un univers ouvert
- 18 : La structure du changement organisé
- 19 : Post Darwinisme
- 20 : Les papillons endormis
- 21 : Le flux montant
- 22 : La machinerie de la prédiction
- 23 : Ensembles, trous et espaces

24 : Les neuf lois de Dieu

1 : l'union de l'organique et du créé (the made and the born)

➤ **Vers une civilisation néo-biologique**

- l'union du vivant et du fabriqué...
- ...nourrit des complexités supérieures

➤ **Le triomphe de la bio-logique**

- les vivisystèmes...
- ...partagent des propriétés communes (les lois de Dieu)

➤ **Apprendre à abandonner la possession de nos créations**

- quand l'union du vivant et du fabriqué sera complète, nos fabrications auto-évolueront, s'auto-adapteront, hors de notre contrôle : C'est l'enjeu

2 : l'esprit de ruche / de groupe

➤ **L'intelligence collective**

- un essaim d'abeilles
- le comportement d'une foule, un groupe d'oiseaux volant en formation
- ➔ les groupes sont plus intelligents que la personne la plus intelligente en leur sein
- comportement de tout vivisystème, organique ou créé

➤ **Une main invisible**

- plus est différent.
- loi des vivisystèmes : les complexités de plus haut niveau ne peuvent être déduites ou inférées de leurs éléments constitutifs
- le plus : séquentiel, ou patchwork d'opérations parallèles (**modèle en réseau**)

➤ **Les + des vivisystèmes** : adaptables, évolutifs, résilients, sans frontière, génèrent de la nouveauté

➤ **Les - des vivisystèmes** : non optimaux, non contrôlables, non prévisibles, non compréhensibles, non immédiats

3 : des machines avec une attitude

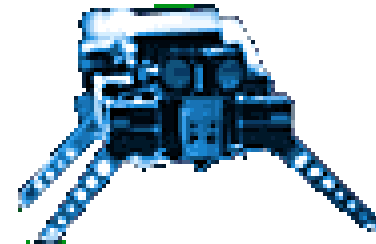
Mark Pauline, Survival Research Labs



- Le but ultime de SRL est de faire des machines autonomes

Qui ne se sent pas un peu craintif du jour où les machines nous répondront?

Rodney Brooks, le tenant du « fast, cheap and out of control »



- Inventeur de la « subsumption architecture » (ou architecture de subsidiarité) appliquée à la robotique
- Similarité entre robots et êtres humains

4 : assembler la complexité

➤ **Expériences de recréation d'écosystèmes perdus :**

- **La savane de Packard** dans les environs de Chicago
- **Pimm et Drake : expériences avec micro -organismes marins**
- **Wingate** : recréation de **l'écologie** d'une **île tropicale** (Bermudes)
- **Campbell-Purdy** : création de **mini habitats** dans les **zones désertiques** au Maroc et en Algérie

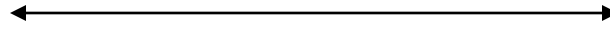
➤ **Leçons :**

- Comme pour tout système complexe, il faut dérouler les différents séquençements pour déterminer les émergences (non prévisibilité des émergences, un séquençement différent peut conduire à des émergences différentes)
- Importance des éléments constitutifs (d'un écosystème) et du « manuel d'assemblage » (prise en compte de la dimension temporelle)
- Les écosystèmes peuvent être détruits beaucoup plus vite qu'ils n'ont été créés
- Loi des rendements croissants : la vie encourage un environnement qui encourage plus de vie
- Importance de la compréhension du séquençement des opérations pour comprendre l'émergence d'un écosystème en équilibre

Ces leçons peuvent être appliquées à la création de machines complexes

5 : co-évolution

Caméléon



Miroir

Consommateur



Marketing

Papillon



Fleur « nourricière »

Gens



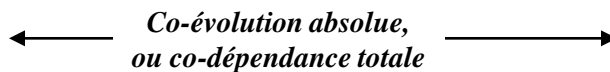
Gens

Compagnies



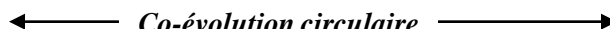
Concurrents

Acacias (au Mexique)



Fourmis

Renard



Lièvre

Dans l'ère des réseaux, les moyens denses de communication créent les conditions d'une co-évolution émergente, d'une auto-organisation spontanée et de coopérations win / win.

5 : co-évolution

Le dilemme du prisonnier

		Prisonnier B	
		Coopère (reste silencieux)	Trahit (avoue)
Prisonnier A	Coopère (reste silencieux)	<p>A et B ont une amende pour possession d'armes à feu</p> <p>A: \ominus B: \ominus</p> <p style="font-size: 1.5em;">R R</p>	<p>B est libéré & le témoignage de B est utilisé pour inculper A qui prend le maximum</p> <p>A: \ominus B: \oplus</p> <p style="font-size: 1.5em;">I T</p>
	Trahit (avoue)	<p>A est libéré & le témoignage de A est utilisé pour inculper B qui prend le maximum</p> <p>A: \oplus B: \ominus</p> <p style="font-size: 1.5em;">T I</p>	<p>A & B sont inculpés, mais prennent une peine légère pour les récompenser d'avoir avoué</p> <p>A: \ominus B: \ominus</p> <p style="font-size: 1.5em;">P P</p>

T: Tentation R: Récompense P: Peine I: Inculpation

$$T > R > P > I$$

6 : le flux naturel

➤ **L'équilibre est mort**

- la nature / vie est en constante évolution
- un flux incessant est la norme
- le changement est éternel

➤ **Le phénomène de la vie est irréversible**

- la complexité de la dynamique vitale excède la complexité de toutes les forces de destruction
- un système qui s'auto-organise vers plus de complexité accroît sa propension à vivre (liveness)

➤ **La vie infiltre l'ensemble de l'univers terrestre**

- terre / mer / air
- autres planètes...

➤ **Elimination des discontinuités**

- Copernic : terre vs. reste de l'univers; Darwin, être humain vs. reste du monde organique; Freud, conscient / inconscient
- et maintenant : homme / machine? L'organique et le créé?

7 : émergence du contrôle

- L'histoire de l'automatisation est l'histoire d'un **chemin sans retour d'un contrôle par l'homme vers un contrôle par la machine** :
 - Ktesibios : inventeur du premier objet auto-régulé, auto-contrôlé, s'auto-gouvernant : la montre à eau
 - La chasse d'eau
 - Heron : le gobelet inépuisable
 - Drebbel : le thermostat, Watt / Mead : le moteur à vapeur
 - Ingénieurs allemands : le télégraphe
 - Black / Bell : le téléphone
 - Farcot : les servomécanismes
 - Wiener : la cybernétique
 - Pierre de Latil : penser par la machine

- Investir dans des machines qui peuvent s'auto-adapter, auto-évoluer, croître sans supervision humaine est la prochaine avancée au niveau technologique. Donner aux machines la liberté est le seul moyen d'exercer un contrôle intelligent

8 : systèmes fermés

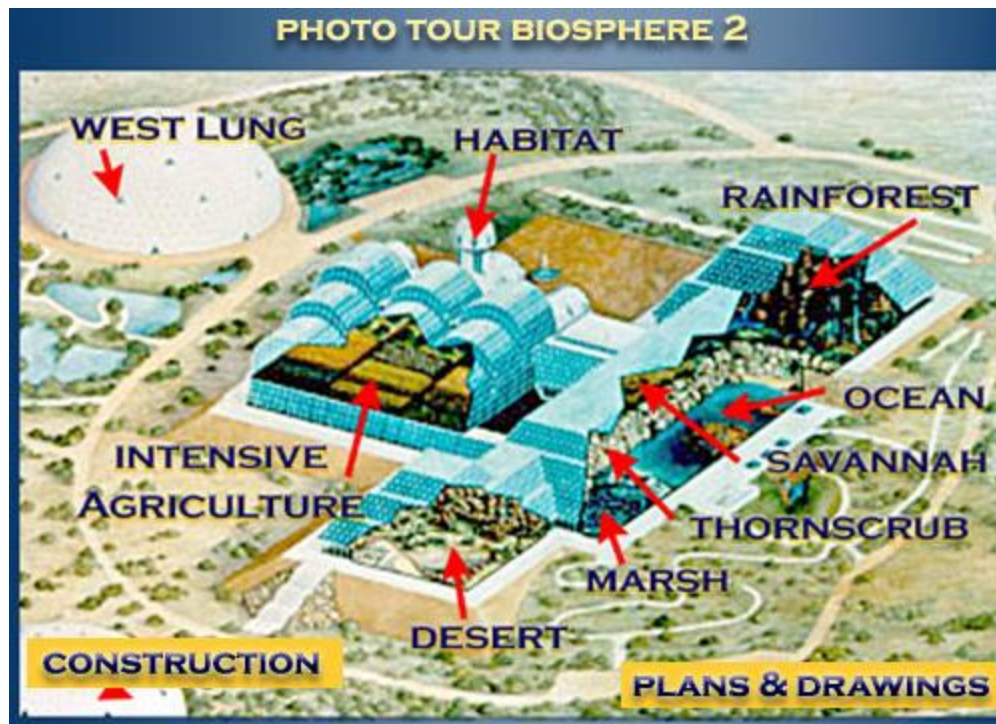
➤ De nombreuses expériences de micro-systèmes écologiques fermés :

- Steinhart Aquarium, flasques de Folsome
- Ecosphères
- expériences sur l'être humain
 - 1961 : Shepelev
 - dans les années 70 / 80 : Bios3, CELSS, Breadboard projet
 - Space Biosphere Ventures, Bio2
 - « Jules Verne et H.G. Wells auraient rêvé d'une journée comme celle-ci »
Herald Tribune, 1991 (jour d'entrée des Biosphériens dans la biosphère)



www.ecospheres.com
en vente en VPC. 1er prix ~ 70\$

8 : systèmes fermés Biosphère 2



9 : vers l'équilibre de la biosphère

- Récit des efforts menés par les 8 biosphériens pour faire atteindre à Bio2 un état d'équilibre garant de son autonomie, de son auto-stabilisation
 - régulation de la croissance des espèces risquant de conduire la biosphère au chaos
 - régulation du niveau d'émission de CO2 dans l'atmosphère :
 - créations de saisons artificielles
 - modification de la température des océans, du PH
 - ...
- Analyse des symbioses entre la « technosphère » mécanique faisant fonctionner Bio2 et la biosphère
 - liens de dépendance entre la technologie et la reproduction de la biosphère
 - mariage de l'écologie et de la technique
- Prévisions : à l'époque de la rédaction d'Out of Control :
 - multiplication des biosphères de toutes tailles avec espèces multiples
 - dans chaque cité, à fin d'expérimentation et d'éducation (Mark Nelson)
- Réalisations (aujourd'hui) :
 - acquisition de savoir
 - projet « Mars sur terre » lancé par le consortium pilotant Bio2 destiné à préparer une mission humaine sur Mars

10 : écologie industrielle

Savane



Chasseurs



Agriculture



Industrie



Ere post-industrielle

- Pure biologie
- Domestication de la nature
- Domestication de la machine
- Union de la nature et de la machine

Circuits fermés, pas de déchets, 0 pollution, démantèlement, shift vers technologies bio-compatibles

11 : économies en réseau

Vision de Kelly sur les économies en réseau (1994)

- Distribution géographique des entreprises
- Technologies adaptatives (temps réel)
- Flexibilité fabrication
- Customisation de masse (Benetton...)
- Ecologie industrielle (circuits fermés, pas de déchets,...)
- Globalisation de tous les business
- ECR
- Vers une industrie du savoir
- Retours croissants
- Argent électronique
- Economie souterraine

Que peut-on en dire (2005)

Oui
Oui
Oui
Oui
Oui / Non
Non
Oui
Oui
Oui / Non
Oui
?

12 : argent électronique

- la dématérialisation des transactions financières :
 - est étroitement liée au développement du Net
 - va générer :
 - une instantanéité accrue de ces transactions avec l'acte d'achat / de vente
 - un accroissement des actes d'achat / de vente
 - un développement des économies « souterraines »

13 : Les jeux de Dieu

- La création du jeu fait partie de notre culture, et ces derniers ont fortement évolué
- Les jeux de simulation permettent
 - à l'homme de jouer à Dieu (SimCity)
 - de placer l'individu dans l'hyper réalité (simulations d'entraînement militaire, jeux informatiques)
- Memorex Warfare (programme militaire) et Counter Strike (jeu en réseau)
- Un protocole standard permet la création d'univers beaucoup plus puissants
- Team is better than mobs, l'intelligence distribuée est un levier puissant d'évolution
- Les simulations informatiques:
 - outil de formation puissant
 - des applications pratiques

- Les simulations actuelles et futures sont ouvertes
- Leurs créateurs perdent en partie le contrôle sur leur évolution
- L'évolution est portée par la communauté (mob/god)

14 : « The library of form »

- La librairie (univers) de Borges
 - Regroupement de tous les livres qui ont été ou pourraient être écrits
 - Rangements par rapprochement
 - La Méthode comme technique exploratoire de la librairie
 - La librairie des formes
 - Parallèle avec la réflexion humaine :
 - Conception par accouplement : design, musique, invention, marketing
 - Pas de limite à la créativité
 - Ni background, ni opinion
 - Des applications possibles
-
- La prochaine étape dans l'évolutionnisme sera de partir d'une forme créée par l'homme et de le faire évoluer par accouplement et sélection
 - Qui est l'artiste : le créateur de la forme originelle ou le programmeur ? Propriété intellectuelle ?

15 : L'évolution artificielle

- La machine à évolution de Tom Ray
 - Création d'un monde virtuel
 - Mutation, adaptation, co-évolution
 - Evolution obtient de meilleurs résultats que l'homme
- Hills : « 2 manières de créer des choses complexes, ingénierie et évolution. Cette dernière est celle qui produit les choses les plus complexes »
- En évolution, une génération fixe l'échelle de temps
 - Homme = 30 ans
 - Créature de Hills = 1 fraction de seconde
- Bellcore scientists experience : Lamarck // Darwin
- Evolutionary deal : we trade power for control

- L'évolution artificielle est la fin de l'hégémonie de l'ingénieur, elle permettra de :
 - concevoir des choses (vivisystèmes) que nous ne savons pas concevoir
 - De les faire tendre vers le « sans erreur »
 - Permettra leur maintenance que l'homme sera incapable de faire
- La rançon est une perte de contrôle par l'homme des ces vivisystèmes

16 : L'avenir du contrôle

- Le futur du design passera par l'informatique (Computer Assisted design)
 - Modélisation de l'humain
 - L'animation permet de séquencer les gestes humains
 - Possibilité d'informatiser les expressions et comportements humains
 - OZ : L'hyper réalité au service du roman
 - Triptyque : personnages virtuel / environnement virtuel / histoire
 - "Comment peut on imposer une destinée à un utilisateur sans rogner sa liberté"
 - Apporter la connaissance à des personnages virtuels
 - Plus il apprend, plus il acquiert de l'indépendance (Out of Control)
 - Vers une notion de co-contrôle
 - L'homme doit céder une partie de son pouvoir
 - Trouver un mode de gestion appropriée pour partager le pouvoir et faire en sorte que la machine soit au service de l'homme et non l'inverse
-
- Le concepteur doit partager le contrôle sur la destinée de sa création avec cette dernière :
 - Partenariat
 - Contrôle Cyborgien
 - Co-contrôle

17 : Un univers ouvert

- La nature est sans limite car elle possède deux voies d'évolution :
 - Production de gènes sur la base des premiers créés
 - Création de gènes nouveaux, nombreux et variables
- La simplicité est une volonté humaine
- L'évolution est un outil qui peut être associé à l'ingénierie. Elle est utile pour trois choses:
 - Comment obtenir quelque chose dont on ne connaît pas le moyen d'y accéder
 - Comment aller vers quelque chose que l'on n'imagine pas
 - Comment ouvrir de nouveaux champs de recherche
- Hyperlife :
 - Vers une nouvelle définition de la « vie »
 - Le rapprochement homme - machine comme vecteur de développement

- La conséquence d'un génome ouvert est une évolution ouverte et sans limite.
- L'évolution nous permettra de découvrir des choses que nous ne soupçonnons pas dans des environnements que nous n'imaginons pas.

18 : The structure of organised change

- « The charter of Washington Evolutionary Systems Society » : tous les systèmes sont évolutionnistes. (ex : business firms, objectivity)
- La technologie introduit le concept de révolution comme mode de changement courant
- Permettre à la technologie d'évoluer seule —————> nécessite des capacités d'adaptation
- La nature et le corps humain n'ont pas d'historiques – communication unilatérale entre le gène et le corps
 - Le corps possède une certaine capacité d'adaptation (ex : altitude)
 - Il existe différents niveaux d'adaptation
- Les différents stades d'évolution de l'évolution :
 - Auto-genèse des systèmes
 - Contrôle génétique
 - Culture Mémétique
 - Réplication
 - Somatique plasticité
 - Évolution auto dirigée

➤ L'évolution évolue et le changement change...

19 : Post Darwinism

Darwinism

- Mutation : Tous les êtres vivants présentent des variations organiques (et donc une capacité à varier)
- Sélection naturelle et lutte pour l'existence (struggle for life)
- Les nouvelles espèces sont issues de variations linéaires et croissantes, indépendantes et aléatoires

Post Darwinism

- Systèmes vivants : constitués d'éléments interdépendants évoluant en réponse au stimuli de leur environnement
- Co-évolution : Les changements de chacun engendrent une évolution de l'environnement.
- Ces changements ne sont pas dus seulement à la sélection naturelle...

Les 4 dynamiques nécessaires à l'évolution artificielle selon K. Kelly :

Symbiose : Échange informationnelle simplifié qui permet la convergence de lignes distinctes (origine de la complexité organique)

Mutations orientées : Mutations non aléatoires et mécanismes transversaux avec communication directe avec l'environnement

Saltationisme : Groupe de fonctions, plusieurs niveaux hiérarchiques de contrôle, modularisation des composants, processus adaptables permettant la modification simultanée des clusters

Auto-organisation : Développement orienté vers certaines formes qui deviennent des standards dominants

D'après Kelly, la planète n'a pas été peuplée par des espèces indépendantes évoluant en parallèle mais plutôt par des éléments interdépendants du système.

Nos actions façonnent le système, et le système façonne nos actions.

20 : Les papillons endormis

- The model of life (S Kauffman) : a circular loop
 - W Fontana : a linear set of functions co-producing the initial function
 - Applicable to : life, inventions, society, Internet, the universe
 - In a soup polymers acting on polymers to produce polymers and at a certain threshold producing an egg⇒ **Life is inevitable !?**
 - For life to be adaptable a minimum of agents is needed
 - But also a minimum of links per node → a minimum exchange of information
 - > 2 per node adaptability emerges
 - At a threshold a peak occurs
 - Beyond this threshold adaptability diminishes
 - The value of the peak is independent of the number of agents
 - Life begins as a pool of interacting polymers :
 - Self-tuned so that maximum evolvability can take place
 - Cells also learns to tune their internal connectivity
 - Each step is at the edge of chaos at optimal flexibility and evolvability
- ⇒ **The butterflies of chaos (small causes large effect) seem to be sleeping**

21 : Le flux montant

- Existe-t-il une tendance de l'évolution ou un chemin tracé?
 - Neodarwinisme
 - Post – Darwinisme
 - Orthogenesiste
- D'après Mark Bedau et Norman Packard, il existe des tendances de l'évolution
- Les 7 grandes tendances de Kelly :
 - L'irréversibilité et l'augmentation de:
 - la complexité
 - le nombre d'individus
 - la co-dépendance
 - la diversité
 - la spécialisation
 - la capacité à évoluer

- L'évolution continue engendre la complexité et la diversité

22 : La machinerie à prévoir

- Par définition les vivsystèmes sont imprévisibles (lions, marchés financiers, évolution de la population, l'intelligence)
 - D'après Farmer, la complexité a deux faces :
 - Inhérente : véritable complexité d'un système - imprévisible
 - Apparente : celle que l'on peut estimer grâce à l'information et aux modèles
 - Les trois poches de Modis : Les invariants, les courbes de croissance et les vagues cycliques
 - La modélisation du système terrestre – The limits to growth (Meadows) :
 - Les limites du modèle : scénarios fermés, suppositions fausses, utilisation de moyennes mondiales, pas de module d'apprentissage et l'incapacité du modèle à se développer de manière illimitée
 - Les pré-requis d'un modèle efficace : jouer des scénarios très diversifiés, utiliser des hypothèses plus flexibles, intégrer l'intelligence distribuée, intégrer les diversités géographiques et si possible démontrer une complexité croissante
-
- Les prévisions d'évolution sont possibles à court terme, pas encore à long terme
 - La prévision requiert de la flexibilité

23 : Ensembles, trous, espaces

- La connaissance des sciences :
 - Un système de distribution parallèle – ni centre ni chef
 - Son évolution passe par le mapping de nos ignorances (les trous)
- L'importance d'apporter des réponses claires aux questions aussi simples fussent-elles pour évoluer
 - Qu'est ce que l'émergence ou la complexité?
- L'évolution de la connaissance passe par:
 - La mise en réseau de l'information et de la connaissance
 - Un nouveau mode de pensée – Intelligence Artificielle

- L'évolution de la science nécessite :
 - L'explication de nos ignorances
 - Un nouveau mode de pensée (Intelligence Artificielle)
 - Un réseau partagé de la connaissance (Internet)

24 : Les 9 lois de Dieu, pour faire quelque chose à partir de rien

- Distribuer les agents
- Contrôler de bas en haut
- Encourager l'effet boule de neige
- Faire croître la complexité à partir d'ensemble simples
- Maximiser la diversité
- Accepter vos erreurs
- Ne pas chercher d'optimum, avoir des objectifs multiples
- Chercher un déséquilibre permanent
- Changer les changements eux-mêmes

« Out of Control »: Conclusions

- Kevin Kelly est présenté dans les années 90 comme un gourou de la nouvelle économie.
- Pour Kelly, l'univers du biologique devient technologique, la technologie intervenant jusque dans les processus fondamentaux de création de la vie (OGM, clonage...). Parallèlement, le monde de la technologie devient biologique, les systèmes fabriqués complexes émulant les systèmes vivants et créant des environnements similaires à ceux que l'on retrouve dans la nature (l'Internet, l'économie...). On assiste à une convergence de l'univers du vivant avec celui du fabriqué.

« Out of Control »: Conclusions (suite)

- Alors que la cybernétique est née après la deuxième guerre mondiale, comme la science du contrôle, Kelly prêche pour **une contrecybernétique**, un renoncement aux velléités de contrôle et de pilotage en prédisant que les systèmes - naturels, technologiques, sociaux - engendreront leurs propres formes d'auto-développement, d'auto-organisation, d'auto-évolution. Sa vision s'appuie sur la conception que « bientôt, le monde du créé sera comme le monde du vivant: autonome, adaptable, créatif et par conséquent hors de notre contrôle ».
- Le dénominateur commun de ces "vivisystèmes" est une **absence de contrôle centralisé imposé**, une forte autonomie des agents qui les composent, une forte connectivité entre ces agents et des processus de causalité non linéaires et en réseau interagissant entre les sous-ensembles.

« Out of Control »: Conclusions (suite)

- De tels vivisystèmes peuvent être observés en examinant la réémergence d'une savane, la construction d'un écosystème artificiel tel que Biosphère 2, le développement des réseaux informatiques, les expérimentations de vie artificielle, l'émergence de l'Internet et de la « nouvelle économie ».
- Kelly est fasciné par les systèmes en réseau - biologiques, mécaniques, ou sociaux - qu'il décrit en faisant référence aux « essaims » ou à l'esprit qui anime des ruches (d'insectes, d'abeilles...).
- Il montre que les concepts et métaphores dérivés de processus naturels infiltrent nos univers technologiques et sociaux et que ces modèles clarifient bon nombre de processus et de phénomènes.
- Pour Kelly, le but est « d'extraire la logique des biosystèmes », d'étudier les systèmes complexes dans la nature et de les émuler afin de rendre notre technologie plus complexe, de lui permettre de résoudre des tâches de plus en plus difficiles, et ainsi permettre à nos machines de s'auto-gouverner, d'apprendre, d'évoluer et d'atteindre à une certaine forme d'indépendance.

« Out of Control »: Conclusions (fin)

- 2 ouvrages publiés à peu près simultanément portent le titre d'«Out of Control» :
 - Zbigniew Brzezinski, conseiller politique de Carter, 1993, pour qui notre XXème siècle, malgré les potentialités qu'il recelait, est le siècle Out of Control, le siècle des plus grands génocides, de l'institutionnalisation de la cruauté, du chaos, de l'effervescence désordonnée...
 - Kevin Kelly, Editeur de Wired, gourou de la nouvelle économie, 1994, pour qui Out of control signifie une libération positive des énergies d'un univers auto-organisé, posant ainsi une note optimiste sur une terminologie fortement connotée négativement. Pour Kelly, le concept devient un trait positif d'une effervescence économique et technologique qui émule la nature et qui précisément bénéficie de ce manque de contrôle