

1973 \* 2013 \* 2053

# Une journée

# En 2053

Actes de l'Université d'été 2013 de GS1  
À l'occasion des 40 ans du code à barres

Francis Aubert, Éric Ballot, Marie-Hélène Caillol, Olivier Disle, Yvan Measson, Olivier Siegler,  
Préface de Pierre Georget



## Informations légales

---

- Editeur :  
Anticipolis  
47, boulevard des deux corniches  
06300 Nice
- Date de création et d'édition : Janvier 2014
- ISBN : 9782919574124
- Image de couverture : © Female photographer

## Présentation de l'éditeur

---

Lorsque le code-à-barres est apparu dans nos vies il y a 40 ans, comment imaginions-nous le quotidien des individus au début du 21<sup>e</sup> siècle ? Tout, à peu près, avait été envisagé sauf l'émergence d'Internet et le boom du numérique qui ont largement bouleversé nos codes et habitudes de consommation. Tenter aujourd'hui de nous projeter en 2053 n'est pas un exercice facile et certains facteurs, encore inconnus, viendront très certainement modifier notre vision. Mais osons tout de même apporter un coup de projecteur sur ce futur à la fois proche et lointain : comment vivrons-nous en 2053 ? Que mangerons-nous ? Comment ferons-nous nos courses ? Quels seront les grands défis de l'industrie et du commerce ? Quelles places les technologies tiendront-elles dans notre vie de tous les jours ? Quelles relations entretiendrons-nous avec les robots ? Irons-nous vers toujours plus de mondialisation ? Vers quelles formes de gouvernance allons-nous ?

Une Journée en 2053 est la compilation des interventions d'un colloque organisé par GS1 France à l'occasion des 40 ans du code à barres en août 2013, colloque dont la caractéristique fut de réunir avec bonheur un panel de professionnels d'horizons suffisamment divers pour qu'il en ressorte une véritable « vision » de ce à quoi notre société pourrait ressembler en 2053. Cette « vision » s'appuie sur l'analyse de problématiques actuelles auxquelles des hommes et des femmes travaillent à apporter les solutions d'avenir. Six d'entre eux présentent leur « travail-modéleur d'avenir » dans cet ouvrage.

Editions Anticipolis

<http://www.anticipolis.eu>

## Table des matières

---

[Avant-propos](#)

[Préface \(PAR PIERRE GEORGET\)](#)

[On se trompe toujours en imaginant le futur. Et pourtant... \(PAR OLIVIER DISLE\)](#)

[Un paysage politico-institutionnel européen et mondial possible \(PAR MARIE-HÉLÈNE CAILLOL\)](#)

[La crise systémique globale comme fabrique du monde de demain](#)

[Vers quelle gouvernance mondiale tendons-nous ?](#)

[Le global : vers un panier de monnaies en guise de monnaie de réserve internationale](#)

[Globalisation, protectionnisme : à quel stade du cycle en serons-nous en 2053 ?](#)

[Des processus de démocratisation dans le monde à l'horizon 2053](#)

[Quid des États-Unis ?](#)

[Quelle Europe en 2053 ?](#)

[Quels obstacles sur la route vers 2053 ?](#)

[Demain, quels scénarii pour les territoires ? \(PAR FRANCIS AUBERT\)](#)

[Introduction](#)

[Les villes européennes, flots de stabilité dans un champ de tensions d'échange ?](#)

[Le système spatial des villes intermédiaires et de leurs espaces de proximité](#)

[Des scénarii pour penser les évolutions des territoires](#)

[Bibliographie](#)

[Vers un Internet Physique \(PAR ÉRIC BALLOT\)](#)

[Pourquoi un nouveau paradigme logistique ?](#)

[Internet Physique : concevoir l'interconnexion logistique](#)

[Un exemple de simulation dans les PGC](#)

[Quelques applications...](#)

[Le futur se prépare aujourd'hui](#)

[Les robots marchent vers l'autonomie : libérez les robots \(PAR YVAN MEASSON\)](#)

[La recherche de l'efficience](#)

[Robotiser ou humaniser ?](#)

[Évolutions des solutions industrielles](#)

[Autonomie : perception / décision / apprentissage](#)

[En conclusion ...](#)

[Annexe : un peu d'histoire](#)

Alimentation humaine en 2053 – quelle réponse au crash des protéines ? (PAR OLIVIER SIEGLER)

Introduction

1. L'origine et l'ampleur du crash des protéines

2. Les insectes : une réponse au crash des protéines

3. Trois autres réponses possibles au crash des protéines

Conclusion

Notes

Nous remercions collectivement Nathalie Damery de l'ObSoCo pour la part centrale qu'elle a jouée à tous les stades ayant mené à cette compilation de regards sur nos lendemains.

## Avant-propos

---

GS1 a fêté ses 40 ans en 2013. Le 3 avril 1973, industriels et distributeurs choisissaient le code à barres comme système d'identification mondial des produits. L'édition 2013 de l'Université d'été de GS1 France, qui s'est tenue le 30 août 2013 au Collège des Bernardins, a choisi de se projeter dans l'avenir, nous invitant à imaginer notre futur durant « *Une journée en 2053* ». Politique, consommation, commerce, nutrition, nouvelles technologies... : comment vivrons-nous en 2053 ? Quels seront les grands défis de l'industrie et du commerce ?

\*\*\*

## Préface

---

Il y a 40 ans...

...et dans 40 ans ! La symétrie était trop tentante pour ne pas s'y risquer. C'est pourquoi nous vous proposons d'explorer ce que pourrait être « une journée en 2053 ». La question aurait pu être : « *Le code à barres existera-t-il en 2053 ?* » Fidèles à l'esprit des Universités d'été GS1, nous avons rassemblé au sein de cette journée qui se projette dans l'avenir un panel d'expertises aussi large que possible. Les intervenants aborderont chacun la question « d'une journée en 2053 » selon le prisme de leur domaine de recherche : sémiologie, géographie, robotique, économie, anthropologie. L'objectif de cette université est de partager avec vous des savoirs qui nourriront votre réflexion pour préparer l'avenir. L'exercice de prédiction du futur est voué à l'échec. Le futur n'a pas d'avenir, en quelque sorte. « *On se trompe toujours* », comme nous l'explique Olivier Disle. Mais qu'importe. Ce qui nous intéresse ici, ce n'est pas tant la prédiction que les tendances, tirer le fil de ce que nous tenons pour certain aujourd'hui et commencer à tisser la trame de l'avenir.

Mais il me revient de poser brièvement la question d'une journée en 2053 du point de vue de GS1. GS1 est une association dont la mission est de standardiser des technologies pour la chaîne d'approvisionnement. La question pour nous est donc de savoir ce qu'il adviendra des technologies que nous utilisons aujourd'hui, d'envisager celles qui émergeront, ou celles qui sont déjà existantes et nécessiteront une standardisation.

À tout seigneur tout honneur, commençons par le code à barres. Merveilleux outil, mais peu adapté à un monde non seulement multi-connecté, mais aussi instantanément connecté. Orienter une fenêtre de lecture pour scanner un code à barres semblera aussi incongru aux humains de 2053 que de feuilleter un livre papier.

En revanche, le besoin d'identification sera plus grand que jamais. La connexion à tous les objets implique qu'ils soient tous identifiés de façon unique et munis d'un moyen de communication à distance. C'est vrai pour les humains, mais aussi pour les équipements robotisés qui les assistent. Donc, le code à barres sera très vraisemblablement une étiquette radiofréquence. Et d'ici là, on saura sans doute les imprimer comme les codes à barres d'aujourd'hui.

Le deuxième grand domaine d'intervention de GS1 est le partage d'informations sur les objets. Que ce soit pour gérer des transactions commerciales, piloter des opérations de transport ou assurer la sécurité de l'utilisation et de la consommation, les données sur les objets devront être facilement disponibles et assimilables par les machines-robots. Le besoin d'un langage universel du commerce, *a Global Language of Business*, sera encore plus grand qu'aujourd'hui. Le dictionnaire que GS1 construit depuis des années (le GDD, *Global Data Dictionary*), et qui est la base de tous les échanges informatisés, sera un facilitateur essentiel du monde numérique.

Enfin, la grande question sera celle de l'authentification et de la sécurité des données, des produits, des entreprises et des personnes. Si tout est connecté dans un environnement totalement ouvert, nul objet, nulle donnée, nulle entité, ne peut être autorisé à entrer dans le réseau sans être

parfaitement authentifié. C'est le grand défi du monde tout connecté. C'est la condition de sécurité du réseau des réseaux. C'est dans ce domaine que les standards d'interopérabilité sont absolument nécessaires. Et c'est un domaine nouveau d'intervention de GS1.

Et maintenant, envisageons la journée de 2053 !

Pierre Georget

CEO, GS1 France

\*\*\*

**On se trompe toujours  
en imaginant le futur.  
Et pourtant...**

---

Par Olivier Disle

*Toutes les entreprises destinées à imaginer le futur, surtout sur le temps long, semblent vouées à l'échec. Car nous ne pouvons en effet extrapoler qu'à partir de ce qui existe déjà. Ce n'est pas le Concorde qui a changé la société moderne, mais la pilule contraceptive et le numérique.*

*Cependant, en nous appuyant justement sur des représentations anciennes du futur, que pouvons-nous apprendre sur ce type d'exercice ? Quels sont les pièges à éviter ? À quoi correspond l'idée de progrès fondamentalement ? Quels repères pouvons-nous poser pour interpréter tous les travaux que nous allons découvrir ?*

**Olivier Disle**, qui a exercé dans des agences de publicité (Young & Rubicam, Saatchi & Saatchi, BETC), puis de conseil en stratégie de marque (Interbrand), dirige aujourd'hui le Pôle Action marketing de l'ObSoCo (L'Observatoire Société Consommation). Il enseigne à Sciences Po dans le cadre du Master Communication.

*On se trompe toujours en imaginant le futur  
– Olivier Disle. Et pourtant... –*

L'année où le code à barres a été créé, j'avais huit ans et j'ignorais évidemment de quoi il s'agissait.

En 2013, pour le séminaire consacré à ce que pourrait être une journée en 2053, on m'a demandé de présenter en ouverture une petite analyse de la difficulté qu'il y a à imaginer le futur.

Je ne suis pas un spécialiste de la prospective, mais des marques et de la consommation. À de nombreuses reprises, j'ai participé ou animé des séminaires d'innovation pour des marques de lessive, de yaourts, de biscuits « tout choco » ou de réseaux téléphoniques. De ces séances de créativité où l'on s'efforce d'imaginer ce qu'une marque pourrait proposer à ses consommateurs dans l'avenir et de « penser latéralement » comme dirait de Bono, j'ai tiré un certain nombre d'enseignements sur les obstacles à se représenter le futur. Je vous propose d'en parcourir quelques-uns.

Pour illustrer le propos, je suis allé piocher quelques comparaisons avec 1973, l'année de naissance du code à barres. Année où, pour mémoire, il y avait environ 5% de croissance, 300 000 chômeurs et 50 milliards d'équivalent euros de dette publique. Mais l'on était déjà aussi « grognons » qu'aujourd'hui, comme le faisait remarquer Jean-Claude Guillebaud dans *Le Monde* du 28 juillet 2013.

Le principal problème pour imaginer le futur, et surtout le lointain futur, c'est que nous devons lutter contre des biais cognitifs.

Le premier biais, c'est que nous avons toujours tendance à utiliser les référents du présent pour les transposer dans l'avenir. On part d'objets (disons une voiture) ou de pratiques du quotidien (disons se faire un sandwich) et on les « perfectionne ». La voiture va devenir volante comme dans *Fantomas* et pourra disposer de machines à fabriquer les sandwiches à la maison, comme l'imagina Tex Avery dans *La Maison du futur* en 1949. Eh bien, non. Enfin, non, pas toujours.

Mais comment raisonner à partir de ce que l'on ne connaît pas ? Difficile, voire impossible. C'est le problème résumé par la formule : « *We don't know what we don't know.* » Je tire cette expression du film *Zero Dark Thirty*. Au milieu de nulle part, les analystes de la CIA se lamentent sur le fait qu'ils ne savent pas où se trouve Ben Laden. L'un d'eux, stoïque, rajoute que d'ailleurs, on ignore ce qu'on ignore.

– *What's that supposed to mean ?*, lui demande son chef (énervé, le chef).

– *That's a tautology*, lui répond son subordonné (accablé, le subordonné).

Deuxième biais, la difficulté à imaginer de nouveaux besoins. C'est le problème auquel sont confrontées les équipes d'innovation dans les grandes entreprises. Qui aurait pu prévoir le World Wide Web et ses usages ? Même si le fantasme du « tous connectés » est très ancien, il était bien difficile de prévoir ses différentes manifestations et applications. C'est là, pour le coup, qu'intervient la notion de sérendipité (anglicisme tiré de « *serendipity* ») comme la découverte de la tarte tatin ou des rayons X. C'est-à-dire sans le vouloir a priori. Beaucoup d'inventions ou de réalisations sont des « *side projects* ». Quelque chose qu'on a fait en plus sans imaginer que cela pourrait déboucher sur une réalisation concrète. Gmail, la messagerie de Google, était au départ un « *side project* ». Et c'est là qu'intervient également le déterminisme de l'entrepreneur, voire sa subjectivité, qui est, par définition, impossible à prévoir.

On attribue à Terence Conran la formule : « *Les gens ne savent pas ce qu'ils veulent jusqu'au*

*moment où on leur propose.* » Prenons à ce propos l'invention de la messagerie vocale visuelle sur le téléphone mobile. J'ai eu mon premier portable en 1996. Pendant les onze ans qui se sont déroulés avant l'arrivée de l'iPhone, si l'on m'avait demandé ce que pourrait être « un meilleur répondeur sur le mobile », jamais je n'aurais eu l'idée de dire : pouvoir choisir l'ordre dans lequel on écoute ses messages et réécouter des passages sans avoir à réécouter le message en totalité. Des armées de développeurs sous perfusion de Red Bull chez LG, Nokia, SonyEricsson, Palm ou Blackberry, n'ont jamais eu cette idée. Personne ne l'avait eue.

Reprenons des exemples tirés de la création artistique et de la fiction. Quand on demande à un costumier de cinéma d'imaginer les tenues de l'équipage de l'Enterprise dans *Star Trek*, il utilise les matières « modernes » et très seyantes de l'époque, tel le nylon. Ce qui nous donne cet ensemble de pyjamas bariolés totalement ridicules (il y a des fans, cela dit). Et quand on demande à un costumier de faire le même travail pour *Cosmos 1999*, cela nous donne les pattes d'éléphant et des matières façon Woolmark pour le coup hyper années 70. Peut-être que nous rions dans vingt ou trente ans en regardant la tenue ou le fusil de Tom Cruise dans *Oblivion*.

Un autre exemple cinématographique – nous allons dire cela. La difficulté à imaginer le futur est démontrée a contrario dans *Les Visiteurs* de Jean-Marie Poiré où l'on trouve décidément bien stupides le gentil chevalier Godefroy et son habile escuyer Jacquouille. Ils sont bien incapables de comprendre qu'il ne s'agit pas d'une chariote du diable, mais d'une 4L fourgonnette modèle F4, ni d'un Sarrasin, mais d'un postier originaire de l'arc antillais, comme dirait Joël Collado, ou de l'écu d'une grande famille, mais du logo de la Poste.

Alors, essayer d'imaginer le futur, cela va passer par exemple par tenter de prendre conscience de ce qui n'est pas normal ou banal dans ce qui nous entoure. D'essayer de nous dégager des conventions, réflexes, idées reçues, raccourcis de la pensée, syllogismes, pesanteurs, habitudes de notre époque.

Revenons à l'année 1973... Cette année-là, la France a connu son pic historique de morts sur les routes. 16 000 victimes, soit presque un décès chaque demi-heure. L'équivalent de la ville de Morlaix ou du Vésinet, non pas rayé de la carte, mais vidé de ses habitants en 52 semaines. Pouf, terminé ! Plus personne. Et si l'on ne trouvait pas ça nécessairement « normal », on vivait avec (si j'ose dire). Il n'y avait pas de volonté forte de faire changer les choses. C'est d'ailleurs ce seuil de 16 000 morts en 1973 qui a amené l'apparition des premières limitations de vitesse, l'obligation du port de la ceinture à l'avant et du casque sur les deux-roues motorisés. Et il faudra attendre encore trente ans (2002) pour que le pouvoir politique s'attaque résolument au problème. On atteint aujourd'hui 3 645 morts par an. D'un mort par demi-heure, nous sommes passés à toutes les deux heures et demie.

Restons sur des exemples de 1973.

Le bronzage, une bien saine activité à l'époque. Un non-sens à l'heure actuelle si l'on n'est pas bien tartiné de crème, le crâne et les yeux protégés. Et les enfants, ces enfants à la rétine si fragile !

La prévention de la consommation du tabac et de l'alcool... En parcourant les archives de 1973, j'ai revu avec délice le programme des *Dossiers de l'écran* du 8 mai consacré à la « médecine de demain ». Sur le plateau, que des sommités à côté d'Alain Jérôme. Et chacun de savourer sa petite coupette et de fumer cigarette sur cigarette. Un vrai tripot, les *Dossiers de l'écran*. On trouvait cela normal. Aujourd'hui, on glapit. Attention, je ne suis pas en train de juger sur le fond de ce qui est bien ou mal, mais de pointer que c'est chasser de notre tête les « *Bof, et alors ?* » qui nous permet de moins mal imaginer le futur.

Téléphoner au volant, envoyer des textos au volant, publier régulièrement à quel endroit nous nous trouvons et en compagnie de qui sur les réseaux dits « sociaux » : voilà des choses banales à

notre époque qui paraîtront peut-être totalement ineptes demain.

Prendre en compte le contexte. Ce qui conditionne notre façon de voir le réel. Prendre en compte le rôle de l'État dans le développement d'un pays. Nous sommes un pays jacobin, centralisateur, de confiance faible, attendant beaucoup de l'État. Récemment dans un article des *Échos*, le PDG de Total, Christophe de Margerie, s'énervait de la pesanteur du colbertisme en France et du rôle fantasmé que l'État pouvait jouer encore en économie.

En 1973, ce qui fascinait c'était l'industrie. Cette année-là, Georges Pompidou, dans une conférence de presse restée célèbre, s'enflammait contre la réputation et les clichés que véhiculait notre pays : « *Chère vieille France, la bonne cuisine, les Folies Bergère, le Gai Paris, c'est terminé. La France a commencé et a largement entamé une révolution industrielle.* » Oui, mais à l'été 2013, quelques mois avant de mourir, Gérard de Villiers expliquait, lui, qu'il avait choisi un héros autrichien du nom de Malko parce qu'en dehors du vin et du fromage, la France ne vaut rien. Et qu'en diraient Pinault et Arnault sur ces clichés ? Un pays de grandes marques, l'amour des gestes et des savoir-faire comme le soulignait le rapport sur la Marque France. On dirait que la rémanence du Gai Paris est encore forte...

Imaginer, c'est essayer de garder de la fraîcheur, de la faculté d'émerveillement. Avoir en tête cette phrase de Jules Verne dans *Michel Strogoff* et que Georges Perec cite au début des *Choses* : « *Regarde de tous tes yeux, regarde.* » Oui, regarder, s'étonner, comme du fait que le BHV propose un rayon « Email ». Quand j'ai vu cela l'autre jour, j'ai été étonné. Épaté même ! Mais il s'agissait de casseroles en fonte émaillée et pas de courrier électronique.

Malgré tout, je souris en pensant au sens du mot « mac » en 1973 et les phrases qu'on peut entendre aujourd'hui : « *J'ai un super Mac. Je suis super content de mon Mac. Oh, fais voir ton Mac. Oh, il est cool ton Mac.* » Et quid du PC qui évoque désormais un ordinateur lui aussi, pas un parti politique ou une ligne de bus ? Itou, une « liseuse » n'est plus seulement un tableau de Vermeer. On fonctionne de façon réflexe, et inventer c'est essayer de ne pas le faire. C'est désapprendre, se déprogrammer, Dé-conditionner aussi le vocabulaire.

Autre biais cognitif, le fait que le futur est encore assimilé à l'idée de progrès (moins qu'auparavant, mais toujours un peu quand même) et surtout à un progrès radical, visible. L'invention, l'innovation ne sont pas toujours le fait d'une rupture radicale. C'est le plus souvent une addition de petites choses. Personne n'est l'inventeur de l'électricité, de l'automobile ou de l'avion. Comme le fait remarquer Tim Berners-Lee à qui l'on attribue l'invention du www : « *I just had to take the [hypertext](#) idea and connect it to the [TCP](#) and [DNS](#) ideas and – ta-da ! – the [World Wide Web](#).* » Associer le système de noms de domaines au protocole de contrôle de transmissions de fichiers et au lien hypertexte, il fallait y penser. Et le faire.

Bizarrement, le futur peut aussi se construire par une régression technique. Les développeurs informatiques américains ont une expression pour cela : « *Worst is better* », pire c'est mieux. C'est la facilité d'usage qui va primer sur la performance pure. Règle que l'on devrait expliquer à ceux qui rédigent les notices de nos biens d'équipements ménagers. Twitter n'est technologiquement pas un progrès, mais une régression. Une limitation à 140 caractères a permis d'en faire l'outil que l'on connaît.

En 1973, on se concentrait sur la « Caravelle supersonique » que développaient André Turcat et son équipe. Plus vite, plus haut, plus loin. Mais ce n'est pas le Concorde qui a fait progresser l'aviation, plutôt Airbus qui existait déjà en 1973 et attendait vainement ses premiers clients. Il faudra attendre un prêt (!) de six mois à une compagnie aérienne nord-américaine (Eastern Airlines) dirigée par Frank Borman pour que l'A300 soit enfin remarqué et acheté. De leur côté, les ingénieurs et responsables de la Régie Renault avaient-ils la prescience de l'augmentation des prix de

l'essence ? 1973 fut pourtant l'année du lancement de la R5. Alors, finalement, est-il plus aisé de construire que d'imaginer le futur comme le remarque l'informaticien (appelons-le comme cela) Alan Kay : « *It's easier to invent the future than to predict it.* »

J'ai retrouvé un petit film de 1973 présentant l'état des recherches sur la voiture du futur. Design épouvantable, taille ridicule, sécurité inexistante. Peu importe, car ce qu'on découvre dans le reportage, c'est que les trois formes d'innovation que l'on connaît en matière d'automobile aujourd'hui, à savoir le moteur électrique type Autolib', le moteur hybride type... hybride, et le moteur essence, mini-taille type Smart, y étaient présentées.

Même chose pour ce chercheur nord-américain qui avait du mal avec le masculin et le féminin de la langue française, mais qui présentait en 1973 des prototypes de reconnaissance faciale tellement rudimentaire qu'on a peine à se représenter un potentiel d'application dans le futur. Et pourtant... Imaginer le futur permet de sortir des schémas de pensée traditionnels et c'est utile.

Je terminerai cette présentation par un point de vue, disons, plus personnel. C'est toujours plus facile de compliquer que de simplifier. Le monde de 1973 n'était ni meilleur ni pire que le nôtre, mais il était plus simple. Qui lit les conditions particulières d'utilisation quand il procède à une mise à jour sur son ordinateur ? Qui lit les 48 pages en corps 2 de son contrat d'assurance ? Qui utilise toutes les fonctionnalités de ses appareils à domicile ? Les grandes entreprises qui améliorent réellement la vie de leurs clients sont celles qui la simplifient comme Amazon ou Apple. Quitte à les enfermer dans un écosystème dont elles viennent tirer ensuite des loyers.

Feront-elles que le monde de 2053 soit plus simple que celui de 2013 ? J'en doute, mais qui sait ?

\*\*\*

# **Un paysage politico-institutionnel européen et mondial possible**

---

Par Marie-Hélène Caillol

*À partir d'une image de l'Europe et du monde en 2053, réalisée sur la base des travaux du LEAP depuis dix ans, Marie-Hélène Caillol aborde les thèmes suivants : quelle forme de gouvernance et quelles structures institutionnelles pour l'Europe et le monde ? Quelle démocratie ? Comment ces mutations s'opéreront-elles ? Cela se déroulera-t-il conflictuellement ou pacifiquement ? Enfin, quels débats agiteront ces futures sociétés ?*

**Marie-Hélène Caillol** est la présidente du Laboratoire Européen d'Anticipation Politique (LEAP/Europe2020), groupe de réflexion qui a élaboré et formalisé la méthode d'anticipation politique. Fondé en 1997 par Franck Biancheri (1961-2012), il publie notamment le *GEAB (GlobalEurope Anticipation Bulletin)*, une lettre mensuelle sur la crise systémique globale diffusée en quatre langues.

*Un paysage politico-institutionnel européen et mondial possible*  
– Marie-Hélène Caillol –

Il est vrai qu'on se trompe toujours quand on parle de l'avenir, mais que cela ne nous empêche surtout pas de penser demain : il est indispensable de préparer l'avenir si on ne veut pas le subir. En effet, l'avenir ne nous tombe jamais dessus, il est le fruit de nos actes collectifs. C'est nous qui le fabriquons tous les jours et il est donc important d'y penser, de l'imaginer, de l'inventer.

Ceci est d'autant plus vrai que nous vivons dans une ère caractérisée par sa complexité. [Franck Biancheri](#), qui fut le directeur des Études et de la Stratégie de [LEAP](#) jusqu'à son décès en octobre 2012, aimait utiliser l'image du super-tanker pour la navigation duquel, contrairement à celle de petits navires, il s'agit d'anticiper longtemps à l'avance les écueils pour avoir le temps de prendre les décisions qui s'imposent. Notre monde est désormais composé de super-tankers croisant dans les mêmes eaux, et l'anticipation, la projection constante dans l'avenir, s'impose afin d'éviter collisions et erreurs de guidage aux conséquences dramatiques.

Mais pour penser l'avenir, il faut aussi être lucide sur où on en est et d'où l'on vient. Aux XIXe-XXe siècles, on a eu l'impression que préparer demain, c'était formuler une utopie, puis se lancer dedans. Nous sommes arrivés aux idéologies que l'on sait, à savoir tous ces totalitarismes effroyables et inhumains qu'a connus le XXe siècle.

[LEAP](#) a développé une méthode originale pour penser l'avenir, l'« [anticipation politique](#) », consistant à relier l'avenir au présent et au passé afin de repérer les tendances lourdes, mais en s'imposant également de penser les ruptures de tendances : l'histoire n'est pas linéaire, elle n'est pas un simple accroissement éternel des mêmes évolutions.

En outre, nos anticipations sont « politiques » dans la mesure où, sur la base de nos analyses de l'avenir, nous tentons dans un deuxième temps de repérer les brèches, les fenêtres d'opportunité et les points d'appui grâce auxquels on peut espérer influencer cet avenir. Finalement, nous formulons des propositions d'orientation de l'avenir permettant d'affirmer que l'on peut être acteur du futur.

Bien sûr, il nous arrive de nous tromper dans nos anticipations (surtout en terme de datation, en fait). Nous nous évaluons d'ailleurs rigoureusement chaque année, nous autorisant une marge d'erreur (nos anticipations tournent autour des 75-80% de taux de réussite), mais en veillant à ne pas trop nous écarter de la réalité, car cela remettrait en cause toute la pertinence de nos travaux, bien entendu. Une fois cette marge d'erreur assumée, nous espérons participer par nos analyses et nos recommandations à la mise en place d'un avenir souhaitable, le plus souhaitable possible en tout cas.

*Un paysage politico-institutionnel européen et mondial possible  
– Marie-Hélène Caillol –*

## **La crise systémique globale comme fabrique du monde de demain**

[LEAP](#) édite chaque mois un bulletin, le [Global Europe Anticipation Bulletin](#) (GEAB, publié en quatre langues et suivi par des dizaines de milliers de personnes dans le monde entier), qui analyse ce que nous appelons depuis février 2006, la « *crise systémique globale* » en anticipant les prochaines étapes. Nous partirons de ces analyses/anticipations, car 2053 sera fortement déterminé par cette crise et les solutions qui y seront apportées. Telle est d'ailleurs notre seule légitimité à parler d'une date aussi lointaine que 2053.

La crise que nous traversons n'est pas juste une crise économique conjoncturelle ; c'est une crise que nous avons, depuis l'origine, identifiée comme historique. En [février 2006](#), nous l'avons caractérisée comme remettant en cause le monde tel qu'il avait été conçu au sortir de la Seconde Guerre mondiale. Mais assez vite, nous nous sommes aperçus que nous étions sur une remise en question du monde européen qui s'est inventé à la Renaissance avec les grandes découvertes, il y a plus de 500 ans.

En réalité, nous sommes en train de sortir d'une ère de cinq siècles « européens » (y compris dans ses avatars nord-américains ou soviétiques) pour passer à un monde multipolaire. Ce processus est en cours depuis une vingtaine d'années, mais nous vivons actuellement les dernières phases de réalisation de cette multipolarisation, avec sa cohorte de difficultés liées notamment à l'intégration de cette nouvelle réalité dans les institutions de la gouvernance mondiale.

Cette multipolarisation du monde remet en cause l'ensemble du système que nous, Européens, avons inventé au cours des siècles et décennies passés. Le nouveau monde reste à organiser le plus harmonieusement possible et 2053 dépendra du succès de cette réorganisation. Et ce n'est pas parce que le monde ne sera plus singulièrement européen, que nous, habitants du Vieux Continent, ne devons pas continuer à y contribuer ; l'Europe a même une responsabilité particulière dans l'invention du monde de demain, surtout si elle veut en rester un acteur majeur.

*Un paysage politico-institutionnel européen et mondial possible  
– Marie-Hélène Caillol –*

## Vers quelle gouvernance mondiale tendons-nous ?

Concernant le fonctionnement des institutions actuelles de la gouvernance mondiale (système « onusien » au sens large), nous sommes assez récemment parvenus à la conclusion qu'il n'y en avait pas de réforme possible, et finalement même pas de réforme souhaitable parce que tout le système onusien est daté, totalement ancré dans un monde du XXe siècle et structurellement incapable d'intégrer la complexité du monde multipolaire naissant.

À titre d'exemple, ce n'est pas parce que nous aurons réussi, ce qui est très peu probable<sup>[1]</sup>, à modifier la composition du Conseil de sécurité de l'ONU en rajoutant le Brésil, le Mercosur, l'Union Africaine ou l'Afrique du Sud que nous aurons réellement remis l'ONU dans la position de veiller au bon ordre de la planète. Cette conclusion nous amène à une autre : il faut donc complètement réinventer une gouvernance mondiale adaptée aux caractéristiques tout à fait nouvelles du monde de l'après-crise systémique globale.

Or, nous estimons que les tendances existant déjà aujourd'hui et sur la base desquelles le monde de demain doit/va se construire, sont :

– d'une part, le modèle européen : [LEAP](#) affirme ce qui est une évidence pour le reste de la planète, mais que les Européens eux-mêmes ont un peu de mal à comprendre, à savoir que le processus d'intégration européenne mené depuis soixante ans est un véritable modèle, pertinent non seulement pour d'autres expériences d'intégration régionale (Union Africaine, Mercosur, ASEAN, etc.), mais dans l'invention de la gouvernance mondiale de demain ;

– d'autre part, le modèle [BRICS](#) : il s'agit en effet d'une expérience innovante consistant en un club de pays partageant des objectifs et décidant de s'associer, ponctuellement du moins, pour unir leurs forces à des fins communes. En l'occurrence, cette fin commune constituant le moteur premier de l'association des BRICS, c'est précisément la réforme de la gouvernance mondiale en faveur de l'intégration des pays émergents dans les mécanismes de décision internationale.

Ces deux modèles d'organisation politique (« politique » parce qu'augmentant le « pouvoir-faire ») permettent d'imaginer le prochain système de gouvernance mondiale comme un réseau de composantes diverses et variées : nations, entités régionales intégrées (ex : Union Africaine), sous-entités régionales intégrées (ex : CEDEAO), « clubs » transnationaux d'intérêt (type BRICS). À l'inverse du système *de facto* pyramidal qui caractérise le modèle onusien de gouvernance mondiale, un système en réseau permettra d'intégrer la complexité structurelle du monde de demain.

Ce réseau mondial composé des diverses briques constitutives de l'organisation planétaire sera animé par des instances de coordination (ex : Secrétariat de Coordination Globale – SCG – des questions liées à la gestion des déchets nucléaires...), structures légères (composées d'un petit nombre d'employés en comparaison avec le système pléthorique actuel), souples (susceptibles d'être fermées, en particulier si elles sont liées à la réalisation d'un projet précis, par exemple le SCG du nettoyage des mines anti-personnel), thématiques (sécurité alimentaire, commerce,

nucléaire, etc.) et à géométrie variable (ne regroupant que les entités désireuses de s'associer au projet en question).

Il y aura bien sûr des secrétariats plus centraux que d'autres (super-secrétariats), veillant au bon fonctionnement de l'ensemble du système, mais ce sera essentiellement un système décentralisé, *de facto* polycentrique.

Ce système actera les méthodes modernes de communication (Internet, avion et tout ce qui existera en 2053 dans ce domaine) et évitera les grands regroupements d'employés en tours de Babel localisées (New York, Genève...). À l'inverse, les personnes employées dans ce réseau travailleront à distance, susceptibles même de participer à un SCG en tant que représentantes d'une entité nationale ou régionale précise.

Nous imaginons une mise en place graduelle et empirique de ce type de gouvernance sur la période 2015-2025. Bien évidemment, ce mode d'organisation sera toujours d'actualité en 2053.

*Un paysage politico-institutionnel européen et mondial possible  
– Marie-Hélène Caillol –*

## **Le global : vers un panier de monnaies en guise de monnaie de réserve internationale**

Dans le cadre de nos travaux sur la crise, nous avons également abordé la question du [système monétaire international](#), l'actuel étant jugé largement responsable des problèmes mondiaux que nous traversons. Depuis 2009, nous avons identifié comme clé de sortie de crise, la création d'une nouvelle monnaie de référence internationale sur la base d'un panier des monnaies des puissances représentatives de l'économie mondiale (dollar US, euro, yuan, rouble, real...) qui pourrait s'appeler le « global », première monnaie multipolaire, appuyée sur la réalité de l'économie mondiale, et à ce titre légitime à lui servir de monnaie d'échange. Une telle évolution est souhaitable dès aujourd'hui. De gros acteurs (Chine, BRICS...) se sont employés à engager les choses dans cette direction ; malheureusement, on constate pour le moment que d'autres acteurs indispensables aux décisions qui s'imposent pour enclencher le processus bloquent tout. On observe donc à ce jour un repli sur les monnaies régionales, avec notamment le processus d'internationalisation du yuan (processus qui ne dépend de personne d'autre que de la Chine) qui s'avère finalement être une étape utile avant la création d'un panier de monnaies équilibrées entre elles.

Quoi qu'il en soit, en 2053, c'est certain, nous serons passés à autre chose qu'au dollar US et cette autre chose, nous anticipons qu'elle ressemblera fort à une sorte d'euro global.

*Un paysage politico-institutionnel européen et mondial possible*  
– Marie-Hélène Caillol –

## **Globalisation, protectionnisme : à quel stade du cycle en serons-nous en 2053 ?**

Sur un horizon plus court (2015-20), nous anticipons une certaine déglobalisation au profit d'une intensification des échanges intra-régionaux (ASEAN, Mercosur, UE, UA, etc.). Au total, les flux d'échanges vont probablement augmenter, mais leur répartition va continuer à se restructurer géographiquement. Une méfiance vis-à-vis des traités de libre-échange entre grandes régions sera la règle au cours de la prochaine décennie. Mais, d'ici 2053, une gouvernance mondiale renouvelée, ayant appris les leçons des excès de la globalisation du XXe siècle, ramènera la confiance suffisante pour une réouverture « raisonnée » des échanges commerciaux à l'horizon 2053.

*Un paysage politico-institutionnel européen et mondial possible  
– Marie-Hélène Caillol –*

## **Des processus de démocratisation dans le monde à l'horizon 2053**

Au premier abord, on imagine un monde en 2053 dont la complexité croissante, les densités de population et la prégnance de nouveaux modèles politiques venus d'Asie aboutiront probablement à un durcissement des systèmes politiques. Ce durcissement est déjà en cours d'ailleurs : en 1973, lorsque le code à barres a été inventé, la société occidentale était beaucoup plus libre qu'aujourd'hui. Or, les choses ne vont certainement pas s'arranger.

Mais ce point de vue (sur un recul démocratique) est en fait un point de vue occidental. Il y a en réalité tout lieu d'être assez optimiste si l'on calcule la démocratie à l'échelle planétaire. Depuis la chute du Rideau de fer, la démocratie a déjà énormément progressé dans le monde (Russie, Europe centrale et orientale). En Inde, en Amérique du Sud, jusqu'en Afrique, on constate de vrais progrès, pour ne pas dire, dans certains cas, l'émergence de nouveaux modèles de démocratie (Amérique du Sud notamment, que l'on peut considérer par certains aspects comme la gardienne actuelle des principes démocratiques européens). Les zones d'ombre qui subsistent (Corée du Nord, Arabie Saoudite, Chine) sont vouées à s'illuminer. L'acteur central du monde de demain qu'est la Chine semble particulièrement réticent sur ce thème. Mais une Chine qui développe son marché intérieur, voit émerger une classe moyenne, et donc une aspiration au bonheur et à la liberté, sait que la connexion de son système politique avec les citoyens est évidemment au programme des prochaines décennies. Mais lorsqu'on a derrière soi une civilisation vieille de 5 000 ans, on sait prendre le temps.

Sur l'aspect plus institutionnel, à l'horizon 2053, le sommet de l'édifice démocratique sera passé du niveau national au niveau supranational. On élira des représentants des peuples européen, sud-américain, africain, asiatique, etc., directement au suffrage universel ou quelque chose d'équivalent. Nous verrons donc une démocratie supranationale articulée avec les niveaux nationaux, régionaux et locaux de démocratie. Le débat en 2053 sera probablement de savoir comment démocratiser le niveau global.

Soit dit en passant, cette démocratisation des entités supranationales, c'est à nous, Européens, de l'enclencher. Ce serait en effet la conclusion logique au fait d'avoir initié ce modèle d'intégration régionale : parvenir à des modèles d'intégration régionale démocratisés, avec implication des citoyens dans les décisions.

On imagine alors un monde qui sera dirigé par une dizaine ou une vingtaine de TGD (Très Grands Dirigeants), qui se réuniront régulièrement pour prendre de grandes décisions sur la base de véritables mandats populaires. Ces TGD représenteront dans un premier temps un mélange d'entités régionales et de grandes nations (États-Unis, Chine...). Cela dit, d'ici 2053, il est probable que nous aurons assisté à des processus de dislocation géopolitique des grands pays (organisée ou non) refédérés sous la forme d'entités suprarégionales (par exemple, la Réunion des Pays Chinois au lieu de la Chine).

Enfin, l'Internet devrait rendre possible la démocratisation de décisions sectorielles (par profession, groupe culturel, etc., pour des décisions ne concernant qu'eux-mêmes) qui se combinera

certainement à l'édifice démocratique décrit précédemment. Nous obtiendrons ainsi un système démocratique « complexifié », mais opérationnel, composé des niveaux hiérarchiques classiques (supranational, national, local) et de mécanismes transversaux de consultation des citoyens qui auront également la possibilité d'élire leurs représentants par secteur d'activité et de vie.

*Un paysage politico-institutionnel européen et mondial possible  
– Marie-Hélène Caillol –*

## **Quid des États-Unis ?**

Un mot sur les États-Unis avant d'aborder l'Europe. C'est le pays qui a le plus à perdre dans cette transition mondiale, à savoir sa première place. Mais les États-Unis ont encore plus à perdre dans leur résistance au changement. Tout d'abord, on voit comme ils s'épuisent économiquement dans le fait de devoir soutenir l'économie mondiale pour préserver le rôle prééminent de leur monnaie. Cet effort, qui écrase littéralement la société américaine, crée des tensions politiques énormes. La structure États-Unis est déjà remise en question actuellement, avec des États comme le Texas et d'autres qui réfléchissent aux conditions à réunir pour pouvoir faire sécession. Les tendances à la dislocation de l'union des États-Unis sont donc déjà présentes. Elles seront suivies d'un durcissement politique majeur (de type prise de contrôle par l'armée) vers la deuxième moitié des années 2010, début des années 2020 maximum, avec éventuellement un phénomène de quasi-« rideau de fer » tombant sur le pays. Mais ce durcissement ne permettra qu'un temps de bloquer l'inévitable processus de division-recomposition du pays. C'est ainsi que nous nous permettons d'espérer qu'en 2053, les États-Unis seront sortis de cette ornière noire dans laquelle ils sont déjà entrés.

## **Quelle Europe en 2053 ?**

En matière de gouvernance, la Commission européenne et tout le cadre UE qui a présidé aux grandes orientations du projet européen dans les années 1990 et 2000, tout comme dans le cas de l'ONU, seront toujours présents, mais n'auront plus beaucoup d'importance ou d'influence. Le nouveau cadre exécutif européen se sera reconstitué sur la base de la zone Euro.

Cette évolution est déjà en cours : c'est la BCE et l'Eurogroupe qui prennent les décisions importantes concernant la zone Euro, zone Euro qui est le groupe d'États européens liés par le plus fort degré d'intégration, pour lesquels donc il est le plus impérieux de mettre en œuvre un cadre efficace de résolution des problèmes et d'orientation stratégique. L'Euro a *de facto* créé un nouveau « souverain », l'[Euroland](#), d'ores et déjà doté d'un embryon d'architecture institutionnelle (une banque centrale, un mécanisme exécutif, etc.) qu'il reste à compléter... et à démocratiser.

Vers quelle Europe ce système institutionnel nous emmènera-t-il ? D'ici 2053, l'Euroland aura repris la taille de l'UE. Le Royaume Uni, qui aura fait bande à part pendant quelque temps, sera revenu dans le giron (aux conditions du continent cette fois). Au total, l'Euroland sera même sans doute composé de davantage d'États que l'UE actuelle, non pas parce qu'elle se sera étendue géographiquement, mais parce que certains de ses membres se seront divisés suite à des demandes d'indépendance régionale – Catalogne, Écosse... Les premières risquent d'ailleurs de déclencher une vraie vague.

Concernant la géographie institutionnelle de l'Europe, il y a une dizaine d'années, [LEAP](#) a lancé le projet [Euro-Rings](#). Celui-ci militait en faveur d'une polycentralisation des institutions européennes dont nous estimions qu'il fallait les sortir à tout prix de leur ghetto bruxellois pour les répartir dans les grandes capitales symboliques européennes (dont Bruxelles également, bien sûr), au but notamment de les rapprocher des citoyens européens, et de manière plus générale de la réalité. Ce projet visionnaire, qui serait inévitablement allé de pair avec la réforme en profondeur de la gouvernance européenne qui manque tant à l'Europe d'aujourd'hui, n'a bien sûr pas trouvé les leaders politiques pour le porter et est donc resté lettre morte à ce jour (pire, le Parlement européen se bat pour être recentré sur Bruxelles).

En revanche, d'ici 2053, et dans le cadre du transfert d'une gouvernance UE à une gouvernance Euroland, la géographie institutionnelle européenne se déploiera en différents pôles de pouvoir sur l'ensemble du territoire européen. La BCE, institution originelle de l'Euroland, n'est-elle pas elle-même à Francfort et non à Bruxelles ?

En matière démocratique, il y aura directement un personnel politique (individu ou équipe) élu sur la base d'élections à circonscription unique en charge de l'Euroland (espérons même dès 2019).

*Un paysage politico-institutionnel européen et mondial possible  
– Marie-Hélène Caillol –*

## **Quels obstacles sur la route vers 2053 ?**

Pour finir, évoquons tout de même les obstacles qui risquent de surgir sur la voie de ce scénario.

Les tensions géopolitiques inhérentes à la transformation du monde en cours peuvent indéniablement dégénérer en conflits, voire en un conflit globalisé, d'ici la fin de la décennie. D'importants risques de rupture démocratique pèsent également sur l'Occident, aux États-Unis en particulier, mais aussi en Europe.

La bonne nouvelle, c'est que d'ici 2053, ces écueils liés à la crise en cours seront de toute manière derrière nous. Or, nous anticipons qu'avec ou sans grandes ruptures (géopolitiques ou démocratiques), l'avenir vers lequel nous nous dirigeons ressemblera à celui présenté ci-dessus. Les ruptures ne seront que des tentatives de ralentir (ruptures démocratiques) ou d'accélérer (ruptures géopolitiques) l'inévitable processus de multipolarisation du monde et de son organisation.

Certes, 2053 ne sera pas similaire selon qu'on y sera allé grâce aux bonnes prises de décision de nos dirigeants ou à coup de guerres et de grandes catastrophes. Mais sur ces aspects de multipolarité, de caractéristiques de gouvernance, de fonctionnement démocratique, le monde de 2053 ne sera probablement pas très loin de ce qui vient d'être présenté.

Dans tous les cas, il est bon de garder à l'esprit que 2053 sera ce que l'on en fait chaque jour.

\*\*\*

## **Demain, quels scénarii pour les territoires ?**

---

Par Francis Aubert

*Quelle sera l'organisation du territoire dans le futur ? Quatre scénarii sont envisageables : les « communautés incertaines », les « laboratoires verts », les « spécialités en concurrence » et les « satellites interconnectés ». Seront-ils exclusifs les uns des autres ou se compléteront-ils ? Des interrogations fondamentales pour les métiers de la logistique...*

**Francis Aubert** est professeur d'économie régionale à AgroSup Dijon et chercheur à l'INRA (Institut national de la recherche agronomique) au sein du laboratoire CESAER. Il est également directeur de la Maison des Sciences de l'Homme de Dijon et président du groupe Ville Intermédiaire dans le cadre de la mission « Territoires 2040 ».

*Demain, quels scénarii pour les territoires ?*  
– Francis Aubert –

## Introduction

Comment vivrons-nous dans les territoires français et européens en 2053 ? Envisager des éléments d'éclairage d'une telle question suppose de prendre la mesure des logiques de localisation des hommes et des activités dans les temps futurs, ainsi que de la capacité des acteurs locaux à s'organiser et à donner consistance à leurs lieux de vie. Pour affronter une telle ambition, la présentation prend appui sur un programme de prospective conduit par le DATAR, le programme Territoires 2040, et plus spécialement sur la production du groupe qui a centré ses réflexions sur les villes intermédiaires. Cette base permet de fixer un ensemble de données de référence, au regard de la situation actuelle des territoires et des principaux mécanismes qui aident à en comprendre les tendances d'évolution. En nous plaçant en contexte européen, deux plans sont privilégiés pour explorer ces forces qui commandent les transformations des territoires : (i) le plan de l'organisation des villes européennes, en termes sociaux et politiques, (ii) le plan des échanges et des coûts de communication à partir desquels se règlent les positions relatives des espaces en termes techniques et économiques. Les productions issues de ce programme de prospective permettent d'envisager différents scénarii à moyen et long termes dont nous retirons deux figures majeures, l'une centrée sur des systèmes territoriaux fortement intégrés, intitulée « les laboratoires verts », l'autre sur des systèmes urbains au sein desquels les différents territoires prennent place dans des configurations plus ou moins spécialisées, intitulée « les satellites interconnectés ».

*Demain, quels scénarii pour les territoires ?*  
– Francis Aubert –

## **Les villes européennes, îlots de stabilité dans un champ de tensions d'échange ?**

Le champ traité dans le groupe de prospective attaché aux villes intermédiaires est celui des « grandes villes », entendues surtout comme villes qui remplissent une fonction de chef-lieu, qui sont organisatrices de territoires plus vastes aux composantes variées (zones rurales, espaces de nature, voies de communication, linéaires, bourgs, aires de production ou d'entreposage, etc.). Il prend place dans un ensemble de sept systèmes spatiaux traités conjointement dans le cadre du programme Territoires 2040<sup>[2]</sup>, couvrant ainsi les grandes situations spatiales européennes (métropoles, espaces spécialisés – industriels, touristiques, faible densité).

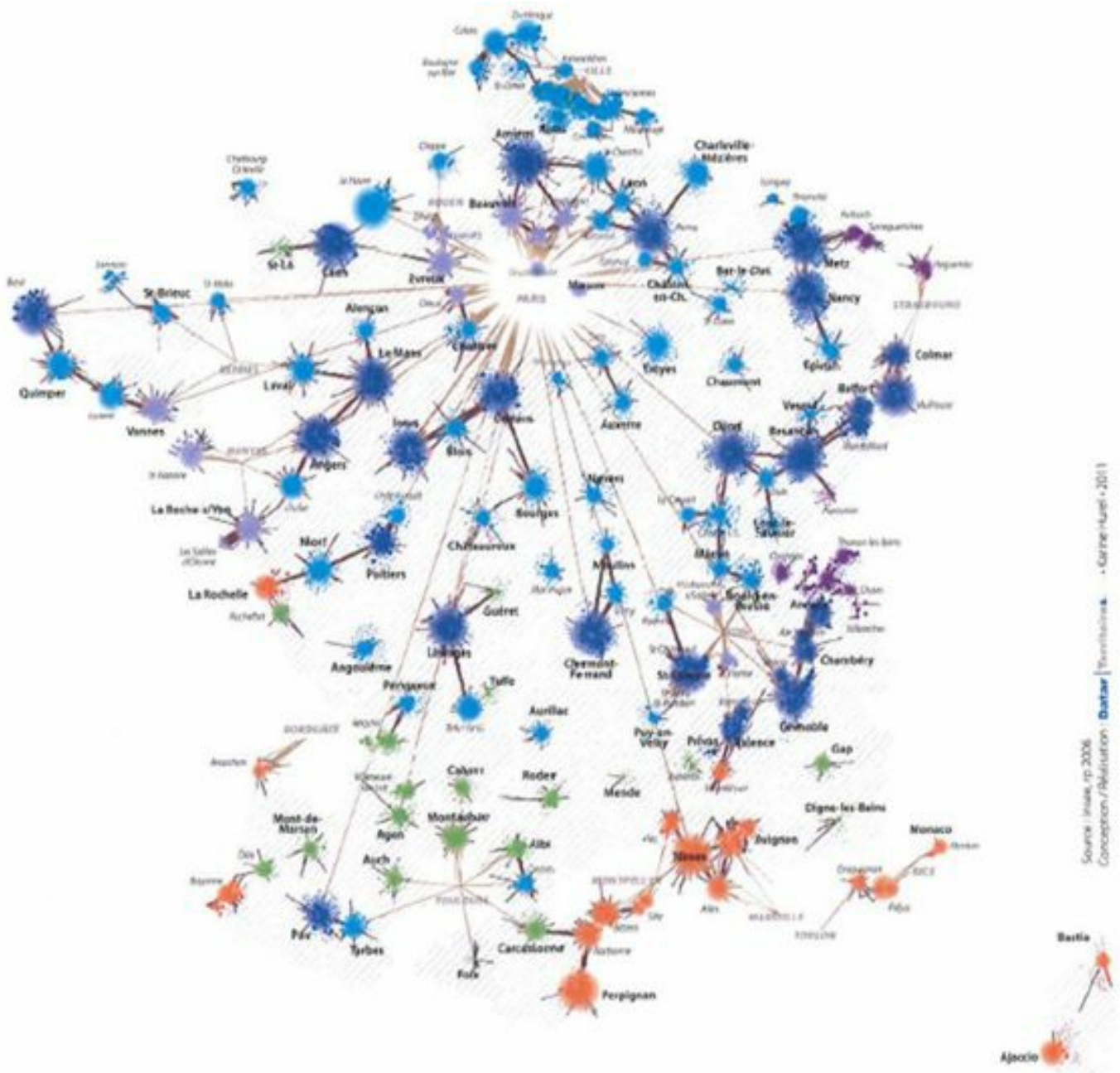
L'intérêt de l'entrée par les villes intermédiaires réside dans la prise en compte de l'armature constitutive du pays, depuis la maille départementale héritée de 1789 jusqu'au tissu urbain du début du XXI<sup>e</sup> siècle, produit de vagues d'urbanisation successives et cumulatives. Nous sommes face à des situations sociales qui s'inscrivent dans le temps long. Le système spatial construit pour l'exercice de prospective prend en compte les villes qui contribuent à l'organisation générale du pays ainsi que leurs espaces de proximité, afin de considérer conjointement les zones complémentaires à partir desquelles se construisent les territoires considérés comme « opérateurs de changement ».

*Demain, quels scénarii pour les territoires ?  
– Francis Aubert –*

## **Le système spatial des villes intermédiaires et de leurs espaces de proximité**



*Un maillage de 150 sites centrés sur une ville de 20 000 habitants au moins, dans une aire urbaine de 20 000 emplois a minima*



**Type d'aire urbaine «intermédiaire»**

*Typologie inspirée de celle réalisée par l'Insee dans La France et ses régions, 2010*

-  tertiaisée
-  transfrontalière
-  littorale
-  péri-métropolitaine
-  industrielle
-  orientation rurale

Chacune de ces villes est au cœur d'un système qui répond, malgré ses singularités propres et les facteurs d'identité régionale, à des enjeux d'organisation communs aux villes européennes (Le Galès, 2011).

Enjeux de centralité d'abord, dans le sens où la construction d'un système territorial sur la ville intermédiaire confère, de fait, à la polarisation un rôle déterminant. On distingue classiquement les pôles, correspondant à de simples agglomérations de population et d'emplois, des centres

proprement dits qui concentrent non seulement ménages et entreprises, mais plus largement les ressources qui forment la capacité d'organisation et de régulation, le pouvoir de décision et de contrôle, la position dans les nœuds d'interactions. Dans ce sens, la plupart des grandes villes sont multipolaires<sup>[3]</sup> et les pôles qui les constituent sont différenciés, la répartition de leurs spécialités concourant à la formation de la centralité de l'ensemble. C'est classiquement sur la double concentration, productive et administrative<sup>[4]</sup>, que se fabrique la centralité urbaine. Dans les évolutions socio-politiques générales, que devient ce double mouvement face aux mouvements de diffusion résidentielle et de décentralisation politique ?

Enjeux de cohésion ensuite, en référence à la sensibilité spatiale des phénomènes de ségrégation sociale. L'espace n'est pas le premier facteur de différenciation sociale, mais non seulement il y contribue par la rente foncière ou la distinction sociale, il constitue aussi un support essentiel des processus de différenciation sociale. Les mécanismes spontanés fabriquent de l'homogénéité sociale à une échelle microterritoriale, en favorisant l'entre soi et la recherche des semblables ; la question de la mixité relève d'un registre volontariste. En amont des questions de répartition, les enjeux liés à la création de valeur sont également à envisager en lien avec l'autonomie de ce type de système, qui n'est pas en position centrale, mais contribue au développement de l'ensemble du territoire. Ainsi, la question des relations entre les villes intermédiaires et leurs espaces de proximité se pose dans les deux sens : comment les villes mobilisent les ressources de ces espaces et comment elles jouent un rôle d'intermédiation pour ces espaces vis-à-vis d'influences ou d'enjeux globaux ? Ainsi, la cohésion s'envisage-t-elle du point de vue social et économique.

Sur le plan des échanges, la réflexion prospective requiert une explicitation des logiques qui président à la localisation des activités et à la division du travail dans l'espace. Sur le temps long, les déterminants de la géographie de la production ont connu deux déplacements majeurs. Initialement en recherche de proximité avec les sites de ressources naturelles, ils se sont déplacés jusqu'aux marchés finaux. La ville est facteur d'attraction par son marché de consommation finale et les économies d'agglomération amplifient le mouvement – la concentration des emplois exerce une attraction sur la main-d'œuvre qui migre vers les centres en accroissant par là même le nombre de consommateurs et la taille de la demande locale. Ce rapprochement du consommateur est très sensible aux coûts de transport et il s'exprime d'autant plus nettement que l'échange impose la coprésence du consommateur et du prestataire, comme dans le cas des services aux personnes. Mais, inversement, dès lors que les marchandises sont « échangeables », c'est-à-dire qu'elles peuvent être produites et consommées en des endroits différents – ce qui est le cas de la grande majorité des biens manufacturés et de plus en plus de services –, les activités tendent à se délocaliser vers les marchés des facteurs les plus avantageux, qu'il s'agisse du facteur travail, de la technologie ou de l'innovation.

La baisse tendancielle et significative des coûts de transport a permis ces mouvements ; ils ont débuté au milieu du XIXe siècle pour suivre une évolution régulière, avec une amplification notable au cours des trente dernières années du XXe siècle, en raison notamment de l'apparition et de la généralisation de la conteneurisation. Le processus général, qui relève de la mondialisation, permet d'uniformiser le prix des marchandises sur des aires de marché sans cesse élargies et de faire jouer à plein les économies d'échelle. En situation extrême, une unité de production, la plus compétitive, approvisionne l'essentiel du marché pour un bien donné. A. Smith nous indiquait déjà que la seule limite à la division du travail tenait à l'étendue du marché ; aujourd'hui, ce processus majeur tient par la faiblesse des coûts de communication. Que se passera-t-il si certaines composantes de ces coûts sont réévaluées, par effet prix sur les ressources non renouvelables, mais aussi par effet de l'augmentation des risques de toute nature, que les contrôles et les assurances habituels

peineraient à couvrir (piratages et prises d'otages d'un côté, sécurité des transactions et confiance des partenaires de l'autre) ? Les hypothèses d'évolution de ces coûts conduisent à envisager des pistes opposées d'extension de la surface des échanges ou, au contraire, de resserrement sur des aires circonscrites.

*Demain, quels scénarii pour les territoires ?*  
– Francis Aubert –

## Des scénarii pour penser les évolutions des territoires

Ces grandes transformations et les mécanismes qui les sous-tendent ne sont pas monotones, mais susceptibles d'inflexions significatives, voire de ruptures radicales. Envisager des figures d'avenir suppose de relâcher un certain nombre d'hypothèses parmi les plus évidentes pour ouvrir des futurs possibles. À partir de l'analyse des processus de transformation des sociétés, de leurs évolutions envisageables et des recompositions probables, la construction des scénarii tend à « forcer le trait », en amplifiant certains caractères des situations futures, tout en respectant le principe de cohérence.

Le travail du groupe Villes intermédiaires a réuni des experts de différents domaines, des organismes de planification urbaine aux économistes des transports, en passant par des représentants des grands ministères en charge du territoire. Il a abouti à la construction de quatre scénarii prospectifs (cf. Territoires 2040, n°4).

	<b>Scénario 1</b>	<b>Scénario 2</b>	<b>Scénario 3</b>	<b>Scénario 4</b>
<b>Hypothèse centrale</b>	État stationnaire qui force les clivages sociaux et leur inscription spatiale	Explosion des coûts de communication qui resserre les circuits territoriaux	Renforcement de la mise en responsabilité de territoires qui exacerbe leur concurrence	Urbanisation à grands pas qui décline les villes intermédiaires en les coupant de leurs territoires
<b>Caractéristiques principales</b>	Tensions & solidarités locales de type communautaire	Autosuffisance, bouclage des systèmes d'échange	Avantages territoriaux et alliances	Métropole attractive, échanges interurbains
<b>Intitulé du scénario</b>	<i>Les communautés incertaines</i>	<i>Les laboratoires verts</i>	<i>Les spécialités en concurrence</i>	<i>Les satellites interconnectés</i>

Le premier scénario, dit des « communautés incertaines », met en jeu les fonctions intégratrices de la ville intermédiaire dans un contexte de ségrégation sociale ; le deuxième, scénario des « laboratoires verts », valorise les relations internes au système pour affronter un changement de régime de développement ; le troisième, scénario des « spécialités en concurrence », envisage les conséquences de la requalification des avantages territoriaux historiques à partir des villes intermédiaires ; en reprenant et amplifiant le processus d'urbanisation, le quatrième scénario, dit des « satellites interconnectés », interroge le devenir de villes en réseau coupées de leur territoire.

Nous prendrons appui ici sur deux scénarios tranchés quant à leurs hypothèses et à leurs implications : les « laboratoires verts » illustrent les effets de chocs sur les coûts de communication

alors que les « satellites interconnectés » parient sur la réussite de la métropole.



touchant à l'énergie et à l'alimentation, deux points clés de l'autonomie des territoires en lien avec des ressources renouvelables. Et, de plus, c'est bien le scénario de la frugalité. L'augmentation des coûts de transport touche de façon différenciée les différentes marchandises, mais elle est généralisée. La structure et le niveau des prix ont évolué de manière à arrêter la progression fulgurante de la consommation finale du début du XXe siècle à l'échelle de la planète. Cela se traduit aussi par de nouvelles disparités sociales résultant de différences de dotation locale, tous les territoires ne sont pas dotés de façon identique de ressources utilisables à des fins de production alimentaire et énergétique. Mais les différences de capacité d'organisation collective interviennent également dans l'apparition de nouvelles divergences territoriales, car les solutions concernent des espaces étendus aux propriétés complémentaires et leur réunion suppose de fortes attitudes de coopération.

Ajoutons enfin que le modèle de production et de consommation de masse qui a prévalu pendant près d'un siècle en s'imposant quasiment sur toute la planète, relativement uniforme dans ses fondements sinon dans ses modalités, n'est pas remplacé par un modèle de substitution, mais par une multitude de combinaisons locales. L'intitulé « laboratoires verts » fait référence à la fois au caractère expérimental des recherches de solutions et à la diversité des options locales.

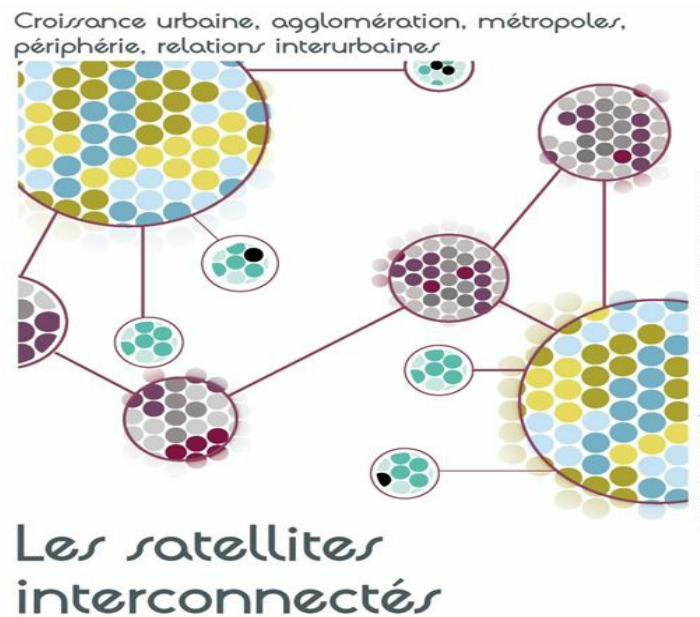
On peut expliciter les principaux éléments du mode de vie correspondant à ce scénario dans le tableau ci-après...

*Comment vit-on en 2053 dans le scénario des « laboratoires verts » ?*

<b>Où vit-on ?</b> (dans quel type d'espace, avec qui ?)	À la ville et à la campagne, dans les différents espaces du système spatial. Une certaine mixité sociale résulte de la multifonctionnalité des espaces.
<b>De quoi vit-on ?</b> (de quelles activités, patrimoine ou transferts ?)	Multiactivité dans chaque foyer, avec une certaine indépendance matérielle et une sobriété dans la consommation. Les transferts sont réorientés, pendant la phase de transition, sur la couverture des risques, puis sur une allocation de base pour assurer les besoins fondamentaux grâce à des droits de tirage sur la production locale.
<b>Quels échanges avons-nous ?</b> (avec qui, à quel endroit, à quelle occasion ?)	Échanges localisés au sein du système, bouclant au plus près production et consommation et recyclage. Reste un ensemble de biens et services, non essentiels, échangés sur de larges espaces.
<b>Comment est-on gouverné ?</b> (par qui, à quelle échelle, sur quel mode ?)	Cadre supra-national drastique et recherche de solutions locales dans le cadre de dispositifs qui multiplient les formes d'association. Cadre local qui contraint, mais aussi qui coordonne, mobilise et adapte les solutions au contexte.
<b>Qu'est-ce que l'on craint et espère ?</b>	Équilibre fragile et sensible aux aléas, notamment sanitaires ; espoir dans la recherche dans les domaines de l'énergie et de la pharmacie. Ce n'est pas un monde en état stationnaire.

C'est un scénario qui met en scène de nombreux changements affectant la vie quotidienne de la population, dans tous les compartiments de la vie sociale. Il est indiscutablement marqué par une relocalisation des modes de production et de consommation, avec ce que cela suppose de nouvelles pratiques sociales et formes d'encadrement des comportements. Le scénario est en effet fortement dépendant de cadres sociaux normatifs au sein desquels se déploient des recherches de solutions adaptées aux contextes locaux, considérés aussi bien en termes techniques que culturels.

## Les « satellites interconnectés » comme scénario de réussite de la métropolisation



L'urbanisation suit un mouvement de fond qui concentre une part sans cesse croissante de la population dans les villes et modifie les modes de vie. Le processus connaît des aléas liés aux effets externes des grandes agglomérations, se manifestant en termes de pollution, d'encombrement, d'insécurité, de santé publique, etc. Il est conditionné par tout un ensemble de conditions technico-économiques, mais aussi sociales et politiques, qui peinent à être remplies au début du XXI<sup>e</sup> siècle. Supposons que ces conditions soient à terme satisfaites et qu'il soit possible de parier pleinement sur la croissance urbaine, en maximisant ses avantages tout en contrôlant ses externalités. En amplifiant l'hypothèse, on peut prolonger le mouvement d'urbanisation sur l'axe du développement métropolitain. La très grande ville, à forme de métropole, constitue l'aboutissement – provisoire – de l'évolution du rapport des hommes à l'espace au cours de la période contemporaine. À tel point que les villes de rang inférieur disparaissent<sup>[6]</sup> ou, tout au moins, sont déclassées dans le nouveau maillage urbain qui relie les métropoles entre elles et assèche les autres échelons de l'organisation urbaine.

La survenue de ce monde suppose, au contraire du précédent, un ensemble de conjectures orientées sur la baisse des coûts de communication et sur des applications du progrès technique favorables aux fortes densités. Dans ce scénario, on contrôle les effets les plus lourds de la très grande artificialisation des milieux par toute une série de solutions techniques propices à la collecte, à l'usage et au recyclage des ressources. Les constructions en très haute qualité environnementale, les écoquartiers et autres options qui prennent à la base les questions d'économie d'énergie, sont traités avec sérieux et efficacité. Ces démarches sont généralisées à tous les compartiments de la vie urbaine qui sont gros consommateurs de ressources, renouvelables ou non, en les recyclant sur place dans la plupart des cas (eau, matériaux de construction, emballages, etc.). L'agriculture urbaine a connu de tels développements techniques que, sans devenir la source principale d'approvisionnement alimentaire des populations métropolitaines, elle assure une couverture des besoins de base pour de nombreuses familles populaires ainsi protégées des aléas matériels. La biodiversité en sort renforcée, l'éducation à l'environnement réhabilitée, et les représentations sociales apaisées dans ces contextes de surdensité.

Un plan est également déterminant de l'évolution vers ce scénario, c'est le plan politique. Il suppose une réussite de la politique de la ville. Une maîtrise effective des problèmes sociaux engendrés par l'agglomération des hommes est en effet indispensable. Sans aller jusqu'à un pouvoir autoritaire qui impose le respect – toujours relatif – des règles de vie en société, il faut envisager une résolution des problèmes sociaux les plus dramatiques, dans leurs manifestations violentes, mais aussi, nécessairement, dans leurs causes. Ce qui signifie une amplification des formes de régulation sociale à l'œuvre, de manière fort dissemblable aujourd'hui selon les villes et les pays. Ce n'est donc pas un scénario du « laisser-faire ».

Les différents développements techniques et organisationnels, qui sont conditions et produits de cette métropolisation, ne tendent pas à autonomiser la grande ville, mais à augmenter son pouvoir de gestion de sa propre croissance. Ils renvoient concomitamment à une amplification des échanges interurbains qui mettent en valeur les complémentarités à l'échelle de la planète. La question qui se pose alors est celle du devenir des autres villes et des espaces intersticiels. Une manière d'entrevoir le devenir des villes intermédiaires passe par la constitution d'alliances entre communautés de la même catégorie pour préserver, voire construire, des avantages consistants face aux métropoles. En position individuelle, la ville intermédiaire est satellisée par la métropole, réduite à des fonctions secondaires d'appui à son propre développement, voire de relégation de rebuts de sa croissance (en termes sociaux et matériels). En revanche, l'association, sur le modèle historique des hanses, peut permettre des fronts efficaces organisés du point de vue de la production et des échanges, sachant que les grands marchés sont métropolitains. La préservation des aménités patrimoniales des villes européennes traditionnelles constitue un fondement à cette organisation du point de vue du cadre de vie. Pour les espaces de faible densité, leur fonction productive demeure, à l'instar des grandes plaines agricoles actuelles, sans développement social. Ce sont des entreprises extérieures qui commandent les choix d'allocation des ressources locales, et le tissu humain est réduit à la simple expression du besoin de main-d'œuvre.

On peut expliciter les principaux éléments du mode de vie correspondant à ce scénario dans le tableau ci-après...

*Comment vit-on en 2053 dans le scénario des « satellites interconnectés » ?*

<p><b>Où vit-on ?</b> (dans quel type d'espace, avec qui ?)</p>	<p>Dans les villes, surtout les plus grandes. Les métropoles sont apaisées, ce qui signifie des modes de vivre ensemble sinon harmonieux, du moins socialement supportables pour les différents groupes sociaux.</p>
<p><b>De quoi vit-on ?</b> (de quelles activités, patrimoine ou transferts ?)</p>	<p>Revenus des activités immatérielles modulés par les effets d'agglomération. Des transferts sociaux conçus dans un souci d'apaisement des tensions sociales.</p>
<p><b>Quels échanges avons-nous ?</b> (avec qui, à quel endroit, à quelle occasion ?)</p>	<p>Échanges entre villes intermédiaires qui jouent la complémentarité et avec les métropoles ; quasiment aucun échange avec les espaces de proximité. Les TER ont disparu, ce sont les grandes liaisons intermétropolitaines qui fonctionnent à plein.</p>
<p><b>Comment est-on gouverné ?</b> (par qui, à quelle échelle, sur quel mode ?)</p>	<p>Le gouvernement des villes est le cœur du système d'action publique ; l'État assure les infrastructures qui relient les villes.</p>
<p><b>Qu'est-ce que l'on craint et espère ?</b></p>	<p>Dans les métropoles, la concurrence prédomine ; dans les villes intermédiaires, le déclassement est craint de tous, car les exemples sont nombreux ; on craint et on redoute à la fois de passer dans l'aire d'influence de la métropole.</p>

Ce scénario est urbano-centré : tout le monde vit en ville. Il requiert force conditions tant matérielles que politiques, sans être improbable. Il met en lumière les interdépendances entre différents plans de détermination, techniques et sociaux. Pour les façons de vivre en 2053, il conduit à des formes très différenciées de vivre la ville qui amplifient les situations actuelles, depuis le grand métropolitain hyper mobile et connecté, emblème de ce monde de mobilité, jusqu'au représentant des classes populaires dominé qui subit les conditions d'une vie très localisée, à la limite de l'épuisement, mais sans solution alternative et qui dispose des bases de repli dans sa communauté.

*Demain, quels scénarii pour les territoires ?*  
– Francis Aubert –

## Bibliographie

- Aubert F., Larmagnac C., Marcelpoil E., 2012, Les villes intermédiaires à l’horizon 2040, *Futuribles*, n°386, juin, 47-64
- Aubert F., Marcelpoil E., Larmagnac C., 2011, Les villes intermédiaires et leurs espaces de proximité, DATAR, *revue Territoires 2040*, n°3 - <http://territoires2040.datar.gouv.fr/spip.php?article87>
- Aubert F., Marcelpoil E., Larmagnac C., 2011, Présentation des scénarios attachés au système spatial des villes intermédiaires et de leurs espaces de proximité, DATAR, *revue Territoires 2040*, n°4 - <http://territoires2040.datar.gouv.fr/spip.php?rubrique48&revue>
- DIACT, 2007, Les villes moyennes françaises. Enjeux et perspectives, *collection travaux*
- ESPON-SMESTO, 2008, The Role of Small and Medium-Sized Towns, *Final report*
- Grolleau G., Syrieix L., Schaer B., 2010, Les « kilomètres alimentaires » : de la compréhension du concept à la complexité de la réalité, *Revue d’Economie Régionale et Urbaine*, A. Colin, n°5, pages 899 à 911
- Le Galès P., 2011, Le retour des villes européennes, *Paris : Presses de Sciences Po*, 2e édition.

\*\*\*

# Vers un Internet Physique

---

Par Éric Ballot

*Un regard dans le passé montre les progrès fulgurants de la logistique. Pour autant, il reste de nombreux progrès et des défis conséquents en matière environnementale. L'Internet Physique est une réponse. Imaginons un instant de retourner la métaphore de l'autoroute de l'information, les marchandises remplaçant ici les données. Elles parcourent la planète à l'intérieur de réseaux hétérogènes (moyens de transport et de stockage), mais interconnectés. Quels gains en perspective ? Économies de coûts grâce à des transports et des stockages optimisés et bénéfiques écologiques par la suppression de trajets inutiles. C'est à cette réflexion et à la découverte de travaux récents sur le sujet que nous vous invitons ici.*

**Éric Ballot** est professeur de Systèmes de Production et Logistique à l'école Mines ParisTech. Les travaux menés au sein de son équipe s'appuient sur des modélisations et des analyses de terrain pour résoudre des problèmes posés par des partenaires ou contribuer à la réflexion scientifique. Éric Ballot est également membre de comités de revues du Club DEMETER, de l'observatoire FIVES sur les Usines du Futur, du comité plénier logistique du PREDIT et expert judiciaire près la Cour d'Appel de Paris.

Pour fêter ses 40 bougies, GS1 France nous a convié à réfléchir à la société en 2053, et en ce qui me concerne, à la logistique en 2053. Je suis particulièrement reconnaissant à GS1 de m'ouvrir cette tribune pour parler de ce sujet qui m'est cher. Le sujet proposé, 2053, est d'autant plus passionnant que lorsque l'on aborde les questions logistiques, le long terme est à cinq ans... Alors, 40 ans, c'est une nouvelle page avec des modes de consommation certainement très différents. En même temps, on connaît une bonne part des infrastructures dont nous disposerons si l'on considère l'horizon nécessaire pour les renouveler. Reste entre les deux l'organisation logistique. Comment pourrait-elle évoluer ? Telle est la question à laquelle on se risque à proposer ici une réponse.

## Pourquoi un nouveau paradigme logistique ?

Pour examiner la logistique de demain, commençons par examiner celle d'aujourd'hui et à en préciser le périmètre. La logistique telle qu'on l'entend ici ne se résume pas au transport de marchandises, mais concerne l'ensemble des activités qui continuent à rendre disponibles les produits aux clients, qu'ils soient des entreprises ou particuliers. La logistique globale, ou *supply chain*, englobe donc aussi bien des activités de conception des services et des réseaux afférents que de leur pilotage et *in fine* l'exécution des opérations de manutention, préparation, transport, stockage...

La logistique telle que nous la connaissons se caractérise par des expéditions de taille unitaire de plus en plus faibles. Cette tendance a largement été commentée avec l'introduction du juste-à-temps dans l'automobile, mais dépasse largement ce cadre et se retrouve dans toutes les industries et la distribution. Du fait de la diversité des produits, de leur faible durée de vie commerciale ou de la multiplication des canaux de distribution, au premier rang desquels l'e-commerce et ses livraisons parcellaires, tout concourt à la fragmentation des expéditions.

Parallèlement, on assiste à une multiplication des réseaux logistiques dédiés à un mode de transport, un marché, une entreprise, voire un segment de marché pour un client, comme cela peut être le cas en logistique urbaine. Tous ces réseaux sont issus de développements historiques autour de grands modes de transport (maritime, ferroviaire), de services spécialisés (la messagerie, la prestation logistique), etc. Tous ces réseaux coexistent aujourd'hui de manière très autonome, et du fait notamment de leurs périmètres restreints, parviennent à un haut niveau de service.

Cette indépendance des réseaux, si elle a contribué à leur facilité de gestion, limite aujourd'hui largement leur efficacité. Ainsi, passer d'un mode de transport à un autre est difficile, mutualiser des moyens demeure limité à quelques cas et, *in fine*, les kilomètres à vide et les taux d'utilisation des moyens stagnent depuis des années à des niveaux peu flatteurs.

Or, dans le même temps, le besoin en logistique, exprimé en t.km, n'a fait que croître de manière exponentielle, y compris dans les pays à croissance économique modérée. La généralisation de notre mode de développement apparaît donc comme une impasse à l'échelle de la planète, et en particulier du fait de la logistique grande consommatrice de ressources énergétique fossiles, donc de plus en plus émettrices de gaz à effet de serre malgré les progrès technologiques mis en œuvre. Il y a dès lors, même si le besoin ne s'en fait pas sentir aujourd'hui, urgence à proposer un modèle logistique alternatif compatible avec les attentes des clients et les exigences environnementales de 2050, et donc de 2053 !

*Vers un Internet Physique*  
– Éric Ballot –

## **Internet Physique : concevoir l'interconnexion logistique**

L'idée de l'Internet Physique, portée initialement par le Pr. Benoit Montreuil de l'Université Laval au Canada, consiste à retourner la métaphore des autoroutes de l'information : Internet. Alors que les autoroutes ont servi à décrire Internet comme un grand réseau permettant la circulation de l'information, il s'agit ici de repenser la logistique à partir... d'Internet. En effet, ce dernier permet de véhiculer n'importe quelle information numérisée d'un bout à l'autre du monde sans se préoccuper, du point de vue de l'utilisateur, des technologies employées, de leur compatibilité, de l'existence d'une liaison, etc. L'information est découpée en paquets (datagramme) qui sont acheminés à travers le réseau des réseaux informatiques interconnectés. Internet définit précisément les moyens de cette interconnexion sous la forme de protocoles.

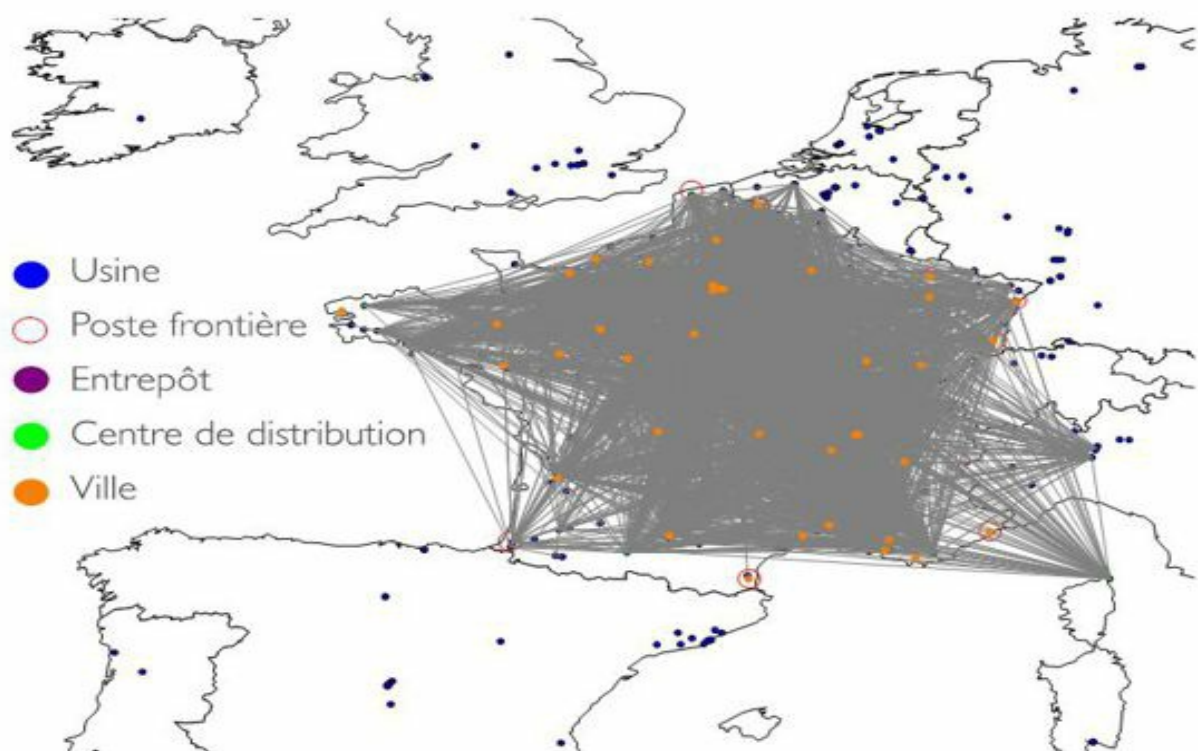
C'est justement ce que l'on souhaite faire avec les prestations logistiques. Les faire passer, comme l'information, de réseaux loués, propriétaires et incompatibles, à des réseaux ouverts. « *Internet Physique est un système logistique global tirant profit de l'interconnexion des réseaux d'approvisionnement par un ensemble standardisé de protocoles de collaboration, de conteneurs modulaires et d'interfaces intelligentes pour une efficacité et une durabilité accrues* », traduit de la définition de l'Internet Physique en 2011 par Benoit Montreuil, Éric Ballot et Russell D. Meller.

L'Internet Physique vise donc à définir des moyens et à créer les conditions pour qu'un envoi puisse transiter d'un réseau à un autre de manière à utiliser à chaque fois les solutions les plus efficaces pour répondre à son besoin. Pour qu'un tel système partagé puisse voir le jour, il nous paraît indispensable que les marchandises, objets de l'envoi, soient conditionnées dans un ou plusieurs conteneurs de taille modulaire, de manière à définir un espace privé et sécurisé dans un système interconnecté, donc plus ouvert qu'aujourd'hui. Leur agrégation en blocs limitera leur manipulation. Le dimensionnement de l'ensemble des conteneurs modulaires est un enjeu majeur pour mieux utiliser l'espace disponible sur l'ensemble des moyens de transport, de stockage ou de manutention. Les origines historiques diverses des différents moyens conduisent aujourd'hui à des aberrations qu'il faut dépasser : la palette 80x120 ne remplit pas correctement le conteneur maritime qui ne sature pas correctement la remorque du camion.

En outre, la logique de l'interconnexion mobilisant potentiellement de nombreux réseaux, il devient indispensable d'avoir, non plus des systèmes de traçabilité par opérateur, mais un système où le conteneur publie lui-même sa position, son statut et ses requêtes sur Internet, plus particulièrement grâce aux technologies de l'Internet des objets. Il s'agit de transformer chaque conteneur de l'Internet Physique en un objet « intelligent » capable de trouver son chemin, son lieu de stockage dans l'ensemble de ceux possibles jusqu'à recevoir sa destination finale où il sera ouvert et rendu disponible pour un autre envoi. Cette vision de la chaîne d'approvisionnement suppose un réseau où il existe davantage de lieux de transit (hub ou routeur) avec un choix plus large de moyens de transport et de stockage. L'efficacité de traitement des conteneurs dans les hubs est donc un point clé de fonctionnement de ce système. Si l'on se fie à l'expérience acquise dans les conteneurs maritimes, la standardisation des conteneurs peut amener des gains absolument majeurs dans le traitement de la rupture de charge.

## Un exemple de simulation dans les PGC

Les flux qui sont ici testés proviennent du secteur de la grande distribution et plus particulièrement de l'alimentaire. Ils sont divisés en deux bases de données pour des raisons de disponibilité de celles-ci. La première base est la base « amont » : elle regroupe des flux d'une centaine des plus importants fournisseurs du secteur depuis leurs usines vers les plateformes des distributeurs ; ces flux passent également pour certains par des entrepôts d'industriels. La base « aval », pour sa part, reprend des flux en provenance de ces mêmes fournisseurs, mais au niveau de la distribution depuis les centres des distributeurs vers les magasins de leurs réseaux : hyper, super et proximité dans deux régions, Ile-de-France et Rhône-Alpes. Ces flux correspondent respectivement à deux périodes de 12 semaines.



Pour être le plus représentatif possible de la situation actuelle, le modèle de simulation s'appuie sur la localisation de l'ensemble de ces activités, les infrastructures routières et ferroviaires qui les relient ainsi que sur un regroupement des commandes par moyens de transport. Ceci permet d'optimiser le plus possible la situation actuelle qui sert de référence. *In fine*, le modèle de référence est apparu représentatif au regard de critères tels que les kilomètres parcourus ou les taux de remplissage des moyens (de l'ordre de 60% en masse).

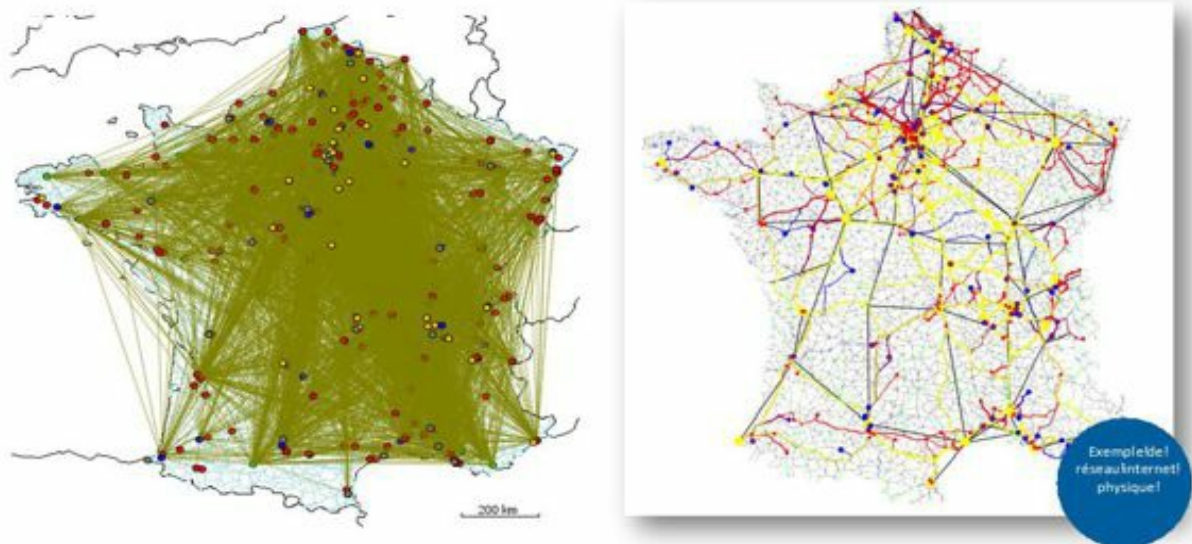
En parallèle, une série de travaux furent menés pour définir le réseau de l'Internet Physique, simuler divers stades de son développement et ainsi explorer son fonctionnement et les performances associés. Dans cet objectif, des algorithmes pilotant son fonctionnement et des choix

de conception ont été réalisés. Les éléments présentés ici n'ont donc pour prétention que de proposer des solutions raisonnables en termes de complexité et de performance pour le but de la démonstration. Il ne faut donc pas y voir des solutions à implémenter directement. En revanche, les outils construits ont vocation à servir de plateforme d'expérimentation pour la spécification des conteneurs, des hubs, des algorithmes, etc.

Deux outils ont été construits :

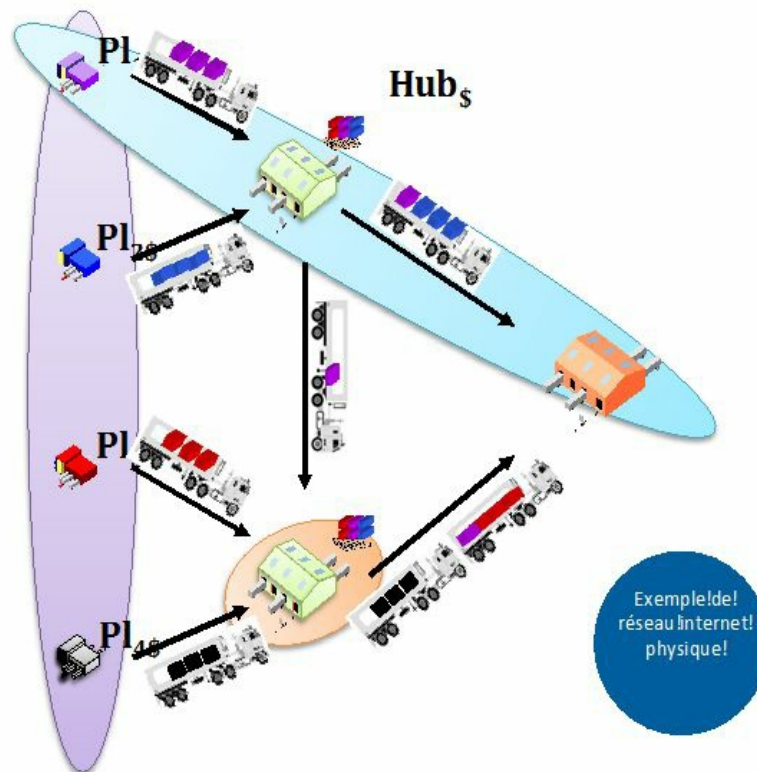
1. un outil de conception du réseau de l'Internet Physique par optimisation de la localisation de hubs, lieux d'interconnexion des prestations, en fonction des flux et des infrastructures ;

2. un outil de simulation de l'exploitation du réseau qui cherche, en fonction des demandes d'approvisionnement, à router les demandes vers leur destination dans les meilleures conditions d'efficacité, et ce, de manière décentralisée. L'outil de simulation permet en outre de construire des scénarii. Chacun de ces scénarii teste une hypothèse sur le matériel, le niveau de déploiement, etc.

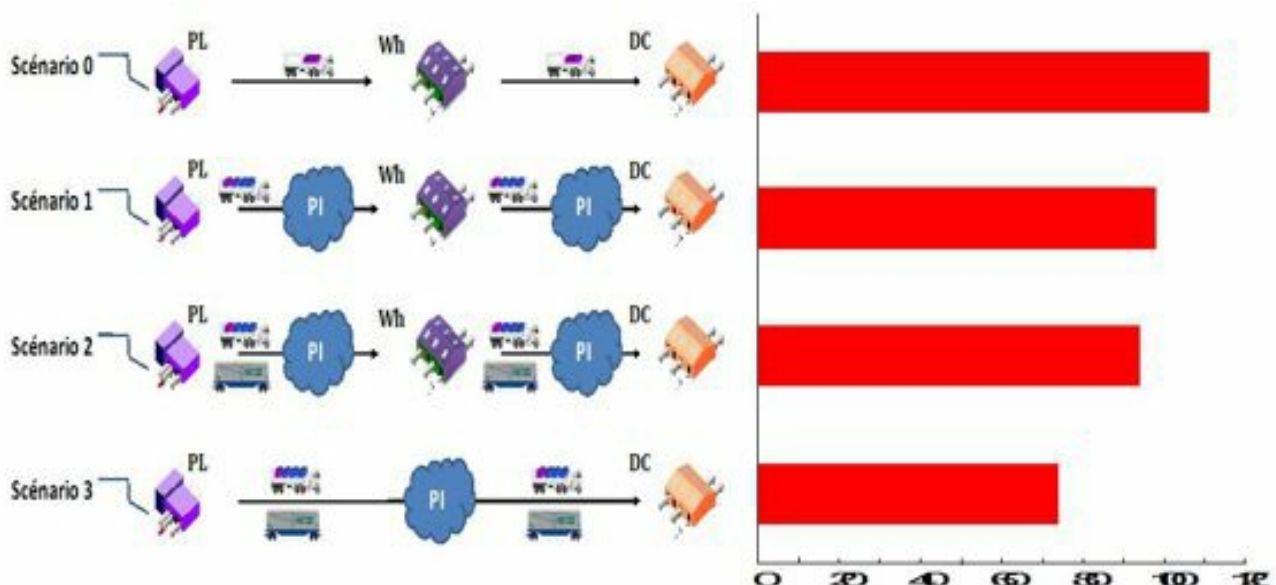


La finalisation des modèles a demandé de définir des principes pour la conception et l'exploitation des réseaux interconnectés. Ces principes font avancer la réflexion sur la conception de l'Internet Physique. Plus particulièrement, il a été défini des algorithmes permettant de :

- définir des interconnexions et localiser des « routeurs physiques (hubs) » routiers ou rail-route ;
- remplir des conteneurs et des moyens de transport en fonction de commandes réelles ;
- router des conteneurs dans un réseau interconnecté avec différents niveaux de conteneurisation.



Les résultats obtenus sont tout à fait encourageants, car on constate, comme le montre la figure suivante qui a pour référence le scénario 0 (la situation actuelle), des scénarii qui utilisent d'abord scénario 1 Internet Physique comme réseau de prestations logistiques routières, puis scénario 2 comme un réseau de prestations routières et ferroviaires, avant de considérer dans le scénario 3 la possibilité de généraliser le « direct » usine.



Les résultats montrent en outre :

- un fort accroissement des taux de chargement des moyens, de l'ordre de +17% en valeur absolue, suivant les cas ;
- une possibilité de report ferroviaire massif sur les principaux axes, et ce, malgré le volume limité des flux d'une approche sectorielle et leur fragmentation ;

- un gain économique certain, provenant des améliorations réalisées sur l'efficacité du transport et de la manutention conteneurisée, qui compense plus que largement les coûts des ruptures et des conteneurs. Ces gains varient suivant les hypothèses de coûts retenues de -4% à -26%, (sauf un scénario qui n'est pas économique sur l'aspect purement transport, car n'utilisant que des très petits conteneurs de 6,9 m<sup>3</sup>) ;
- de 1 à 2 ruptures de charges supplémentaires par rapport à la situation actuelle pour le réseau interconnecté de l'Internet Physique ;
- un délai de transport rallongé de quelques heures, donc négligeable par rapport à la situation actuelle, voire un raccourcissement drastique par des envois directs entre usines et plateformes de distribution régionale ;
- une possibilité de forte réduction des émissions provenant à la fois de la meilleure utilisation des moyens et du report vers le ferroviaire permettant de s'approcher du facteur 3, soit -65%.

Ces résultats très prometteurs sont également une incitation à se rapprocher des professionnels de ces secteurs pour préparer des expérimentations, afin de valider ces résultats par les opérations, et ainsi préparer le processus de spécification prélude à un déploiement. Ainsi, un projet européen débutera en octobre 2013 avec une dizaine de partenaires industriels pour expérimenter ces concepts et trouver des solutions techniques et organisationnelles aux défis posés.

## Quelques applications...

Si l'on essaye de se projeter un peu plus loin dans le futur, que peut-on imaginer comme application ?

Le premier changement qui pourrait intervenir correspond à la possibilité, pour des produits qui en ont le besoin, de déployer des stocks sur un territoire de manière bien plus flexible qu'aujourd'hui. Le stockage centralisé, qu'il soit dans un entrepôt ou un centre de distribution, consiste à démultiplier les stocks par enseigne, par canal de distribution et augmente *in fine* le risque de rupture. Ainsi, le consommateur qui fait ses courses sur « Internet » se trouve confronté à une forte probabilité que sa liste de courses ne soit pas complète, alors même que les produits manquants sont stockés dans la même zone, mais par un autre acteur... En fait, en arrière du site web, c'est toujours une organisation classique et non maillée de la logistique qui existe. En revanche, si les produits conteneurisés pouvaient être poussés progressivement vers leur marché et affectés au moment où la demande est identifiée, nul doute que les ruptures et le stock seraient réduits. La logique de re-complètement des stocks, elle aussi progressive, limitera également la pression sur le transport qui n'aura pas autant besoin de flexibilité ou de réactivité.

La livraison du client final par la logistique dite « du dernier kilomètre » reste difficile à optimiser. Volumes unitaires faibles, contraintes horaires, échec de livraison sont autant de problématiques qui viennent en limiter l'efficacité. Mais si on y réfléchit, il est peu logique que plusieurs prestataires se succèdent dans la semaine, voire le jour-même chez un même destinataire simplement car celui-ci n'a pas acheté sur le même site de vente en ligne ! C'est un peu comme si chaque site Internet avait son propre opérateur Internet... À l'inverse, une logique de type Internet plaide pour un fournisseur d'accès Internet Physique unique. Celui-ci aurait alors le destinataire comme client ! Il le connaîtrait et serait capable de regrouper ses livraisons et de les lui proposer en une ou plusieurs fois, à la carte, avec différents niveaux de service. Naturellement, pour cela il faudrait que ces livraisons puissent être regroupées et stockées temporairement pour être acheminées ensemble.

Un autre exemple de changement qui pourrait être induit par la logique de l'Internet Physique est la meilleure utilisation des moyens de transport. On pense alors naturellement aux moyens les plus lourds, car les plus efficaces énergétiquement, mais pas seulement. En effet, la logique du partage des moyens qui, de toute façon, effectuent déjà des trajets et ne sont pas pleins, peut aussi conduire à de substantielles économies d'énergie et d'émission ainsi qu'à limiter la congestion. Prenons ainsi l'exemple des trajets récurrents domicile-travail en Île-de-France chaque jour : il s'agit d'une capacité de transport qui commence à être valorisée pour les personnes avec l'auto-partage, mais elle est encore totalement ignorée pour les marchandises. Ici encore, on peut penser qu'un conteneur intelligent pourrait faciliter le déploiement d'un tel réseau de partage de capacité de transport et ainsi sponsoriser la mobilité des personnes. Cette pratique n'est peut-être pas si éloignée de nous. Wal-Mart propose déjà à ses clients de ramener des courses pour d'autres en échange de bons d'achat.

Ces quelques esquisses d'applications de l'Internet Physique ne sont données ici que pour

stimuler l'imagination de chacun et les dépasser.

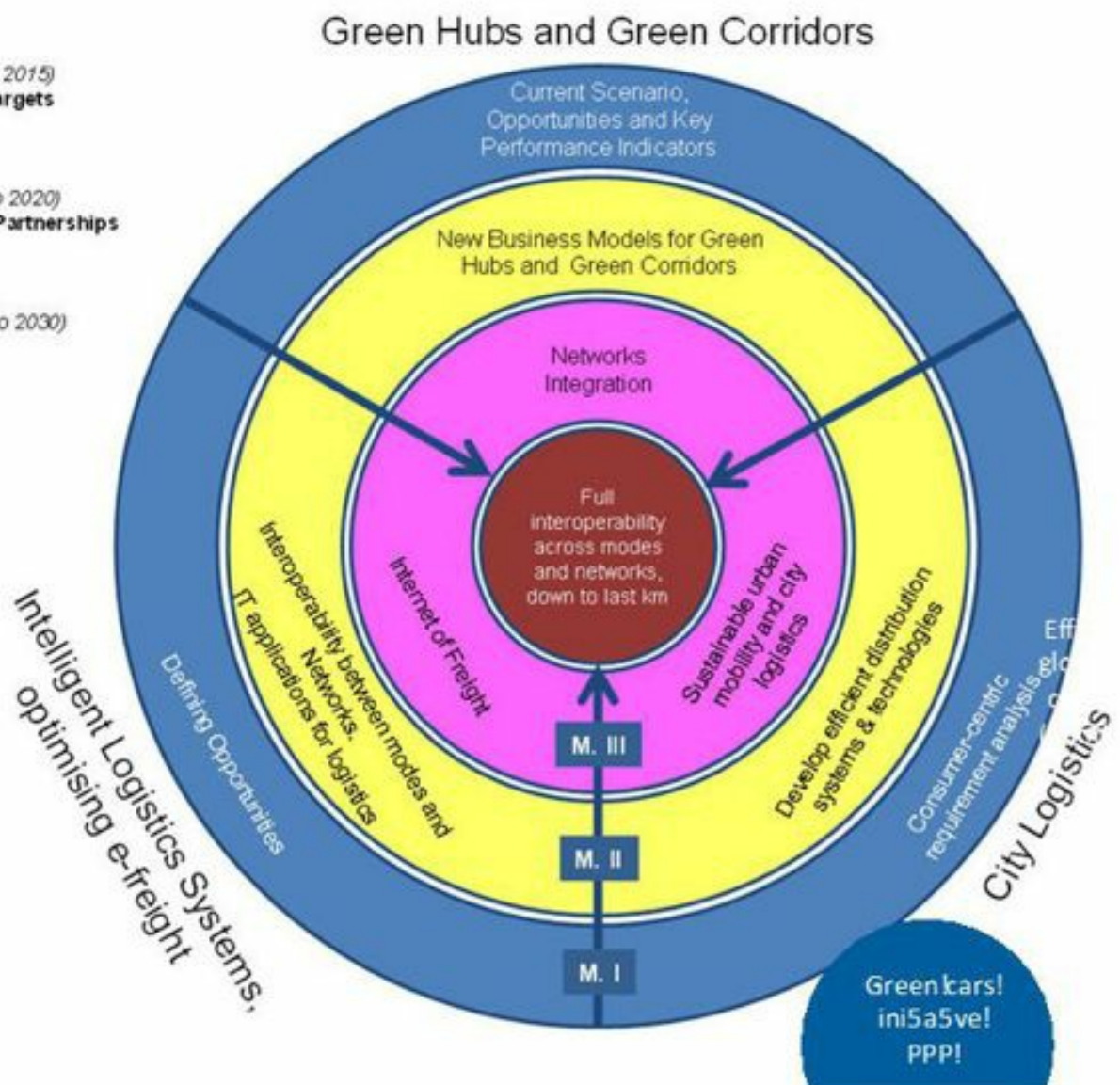
*Vers un Internet Physique*  
– Éric Ballot –

## **Le futur se prépare aujourd'hui**

Un tel concept peut paraître utopique, une sorte de mythe rationnel. Et pourtant, si l'on y réfléchit comme y invite ce texte, de nombreux éléments sont déjà testés à travers des accords de collaboration entre des entreprises, tels que la mutualisation, des opérations partagées comme le font certains intégrateurs à travers des accords de partage de trafic. D'un point de vue technologique également, des éléments se développent autour de technologies comme la RFID passive ou active et surtout l'émergence des standards de l'Internet des Objets. On remarquera en outre qu'il existe un système qui, bien que rudimentaire dans sa technologie, n'en est pas moins très proche en terme de concept : les repas sont placés dans des boîtes standards qui s'empilent avec un système d'adressage codé sur chacune d'elles. C'est le système Dabbawala qui livre près de deux cent mille repas depuis le domicile vers les lieux de travail à Bombay chaque jour en un temps record, en utilisant tous les moyens de transport disponibles et avec la réputation d'une fiabilité remarquable d'une erreur de livraison tous les 10 millions environ !

Malgré différentes activités pouvant être vues comme des précurseurs de l'Internet Physique, ce concept doit encore dépasser de nombreuses barrières aussi bien technologiques que culturelles pour se mettre en place et se généraliser. Nous en citerons que quelques-unes : harmoniser les dimensions des conteneurs, certifier les opérateurs, définir la technologie de capture et de publication de suivi des conteneurs à grande échelle... Faire le lien entre des activités logistiques aujourd'hui largement indépendantes comme la logistique urbaine et les grands axes nationaux ou européens.

Néanmoins, une des plus grandes difficultés sera sans doute de lever les résistances qui ne manqueront pas de se manifester face à ce changement de paradigme. Comment donner confiance aux utilisateurs du système ? Comment montrer aux opérateurs que cela peut être bénéfique à leurs opérations ? Comme dans toute innovation et évolution, il existe actuellement des incertitudes qu'il va falloir lever progressivement.



Ces barrières ne seront pas levées uniquement par des chercheurs, mais bien par les acteurs économiques de la logistique, leurs grands donneurs d'ordres, les États et les organismes de standardisation. C'est dans cette voie que l'initiative de l'Internet Physique s'est engagée : <http://www.physicalinternetinitiative.org> et @physicInternet. Des projets voient ainsi le jour avec des partenaires industriels aussi bien en Europe, notamment en France, qu'en Amérique du Nord, États-Unis et Canada, et bientôt en Asie. Ces projets incluent à chaque fois des partenaires industriels, que ce soit des chargeurs, des logisticiens, mais aussi des systèmes d'information, etc. Malgré cela, la tâche est telle qu'il y a naturellement de la place pour de nombreuses initiatives et collaborations avant d'arriver à faire significativement évoluer ces pratiques qui en ont pourtant véritablement besoin.

\*\*\*

**Les robots marchent  
vers l'autonomie :  
libérez les robots**

---

Par Yvan Measson

*En 2013, les robots sont pour l'essentiel des machines qui exécutent seules des gestes programmés dans un périmètre de travail circonscrit. Trois voies de progrès s'ouvrent pour les prochaines décennies. Les robots devront en premier lieu apprendre à exécuter une tâche en commun avec l'homme. Il s'agira pour eux de nous assister dans nos gestes (puissance, endurance, précision, vitesse...) tout en se reposant sur notre capacité de décision. Se posera aussi la question de leur mobilité. Demain les robots se déplaceront pour exécuter des tâches multiples. Viendra enfin le temps de l'autonomie de décision, c'est-à-dire la capacité qu'aura une machine à imaginer et à planifier seule une série d'actions pour parvenir à un résultat, ce qui demande une capacité de perception pour comparer en temps réel le rendu avec l'idée de départ, et de jugement pour corriger si nécessaire.*

**Yvan Measson** est roboticien chez CEA List, un institut du CEA, le Commissariat à l'Énergie Atomique et aux énergies alternatives. Chargé d'affaires en robotique et réalité virtuelle, il travaille au sein d'une équipe de business développement sur les applications de la robotique à différents univers (industrie, santé, militaire). Il est diplômé de l'École Centrale de Nantes et titulaire d'un DEA de robotique.

*Les robots marchent vers l'autonomie : libérez les robots*  
– Yvan Measson –

Imaginer la robotique en 2053, puisque tel est l'exercice collectif qui nous avait été confié pour les 40 ans de GS1 en août 2013, est d'autant plus complexe que l'Homme (avec un « H » aussi grand que possible) n'a cessé de fantasmer sur l'avènement d'un être, plus ou moins mécanique, aussi intelligent que lui-même (mais pas plus, et c'est parfois là le principal problème), qui viendrait, au choix : le libérer de ses tâches quotidiennes, combattre pour lui, remplacer un être « cher », etc.

Pour illustrer très rapidement ces propos, on peut citer :

- les avatars d'Héphaïstos (au service des dieux...)
- le Golem, fait d'argile ;
- le *Frankenstein* de Mary Shelley qui échappe à son créateur, tout comme le robot Maria de Metropolis (trop autonome ?) ;
- Les robots d'Asimov (qui a défini les trois lois de la robotique, préalables à toute autonomie) ;
- Les Nexus 6 (êtres synthétiques de *Blade Runner* : combattants, esclaves sexuels, manœuvres...)
- Astroboy, au Japon : un des premiers du genre, censé compenser la perte du fils de son inventeur ;
- Et encore plus récemment *I Robot*, *Terminator* (trop autonome, définitivement), les serviteurs/drones d'Oblivion ;
- sans oublier R2D2, C3PO, etc.

De fait, le robot est l'un des objets actuels les plus fantasmés, et les racines de ces fantasmes plongent très profondément dans notre culture et notre histoire. Au risque de nous faire passer pour des fainéants masochistes, nous recherchons donc avec avidité, et au prix d'un travail difficile, le moyen d'en dédier un maximum à la machine.

Il n'aura pas échappé au lecteur que, tout messager que je sois de cette apparente (?) contradiction, je suis moi-même un de ces fainéants masochistes assumés...

L'objet de ces quelques pages est donc de démystifier cet objet qu'est le robot et de tenter de recadrer ses usages et ses toutes prochaines évolutions, d'imaginer ensemble notre futur sous l'angle de la robotique et des services qu'elle apportera à chacun.

*Les robots marchent vers l'autonomie : libérez les robots*  
 – Yvan Measson –

## La recherche de l'efficience

### Le quotidien



Je ne suis pas Iron Man, ni même, malgré tous mes efforts, Tony Stark. Il s'agira donc plus ici de recadrer les usages de la robotique par rapport à ses objectifs « initiaux » que d'évoquer une hypothétique ressemblance avec Robert Downey Jr.

La recherche de l'efficience dans les tâches du quotidien, industrielles ou non, nous amène à définir le juste moyen pour chaque objectif. De fait, nous employons sans vraiment en avoir conscience une quantité sans cesse croissante de dispositifs d'assistance.

#### Des dispositifs employés sans réellement en prendre conscience



Vélo à assistance électrique  
 Amplification      Transmission



Direction assistée  
 Maniabilité



Système de levage  
 Réversibilité      Transparence

#### pour réaliser des gestes quotidiens ou des opérations exigeantes.



Réduction des efforts



Extension des capacités



Ouverture des postes

Du vélo électrique au système de levage, en passant par la direction assistée, notre quotidien est rempli de dispositifs, de plus en plus sophistiqués, qui ont parfois changé radicalement certains métiers.

La féminisation de postes pénibles, comme ceux des routiers, s'est par exemple faite grâce à

l'introduction de la direction assistée.

Par ailleurs, ma grand-mère peut me déposer dans le Tourmalet grâce à son vélo électrique – mais cela ne constitue pas une révolution en soi.

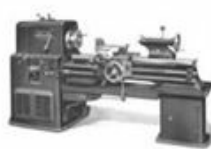
## L'industrie

L'évolution des techniques de production s'est faite conjointement à cette évolution, rendant les machines de plus en plus sophistiquées au fur et à mesure que la connaissance des tâches et la numérisation de ces savoir-faire a progressé. Aujourd'hui, les tâches les plus simples (au sens qu'elles sont reproductibles et modélisables) sont réalisées par des machines autonomes. Ces moyens sont cependant très adaptés aux grandes séries et restent peu flexibles.

### Des systèmes techniques développés depuis les origines



Développement des connaissances



Maîtrise de procédés  
Dimensions et positions



Motorisation  
Transmissions



Contrôle commande  
Programmation

### pour accomplir la part répétitive du travail.



Reproduction en série  
Grandes cadences



Réduction de la pénibilité  
Enrichissement des tâches



Tâches prescrites  
Distance au travail

**Capteurs, actionneurs et logiciels ne peuvent remplacer l'homme**



Diagnostic  
matière



Planification  
de trajectoire



Variabilité  
Dimensionnelle



Hétérogénéité  
des composants

**dans les environnements et/ou les gestes complexes ou difficiles.**



Expertise  
gestuelle



Expertise  
métier



Perception  
du procédé



Perception  
du résultat

C'est pourquoi le robot autonome remplaçant l'homme au travail est un objectif très certainement inatteignable, même dans les 40 ans à venir. Parmi les qualités qu'un robot devrait remplir pour savoir « tout faire », on peut citer la perception, la compréhension, la décision, la planification, l'action, avec pour finir la capacité de mémoriser les résultats obtenus, voire participer au processus d'amélioration continue et auditer les autres robots, conformément à l'ISO 19011 – et cette dernière tâche ne sera pas la plus simple !

*Les robots marchent vers l'autonomie : libérez les robots*  
 – Yvan Measson –

## Robotiser ou humaniser ?



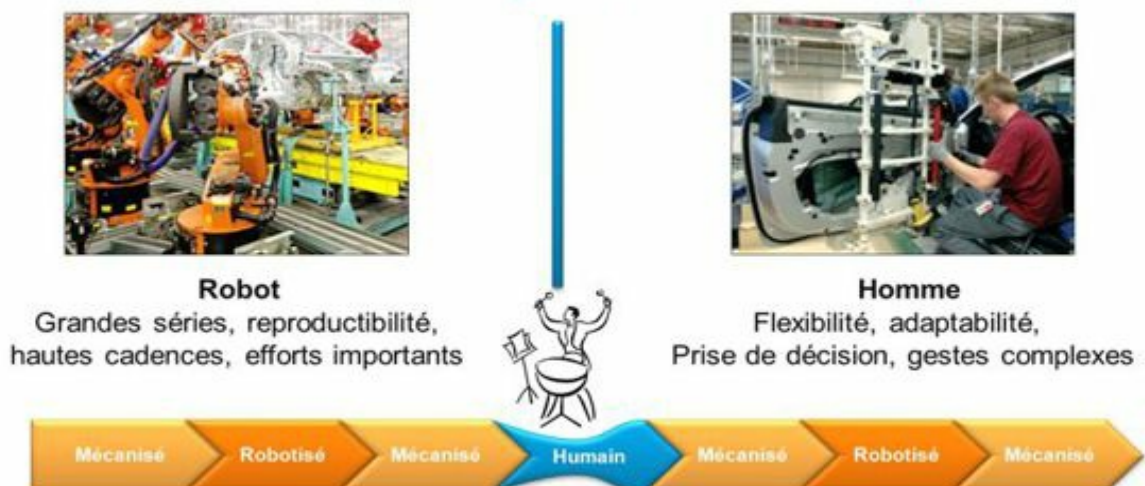
En industrie, où les robots sont les plus nombreux, se pose alors la question de choisir parmi les moyens de production.

Robotiques ou humains ? Le premier amènera robustesse, vitesse et précision sur des tâches répétitives et très bien maîtrisées, là où le second apportera flexibilité, capacité de décision, adaptation aux variations du produit...

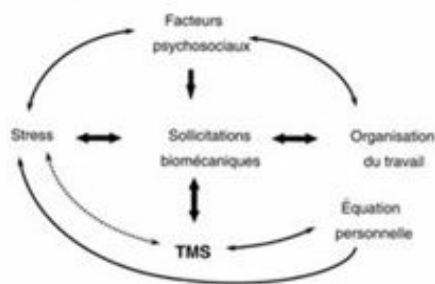
La production actuelle se fait par une mise en série de ces deux moyens. À tel point que la garantie du flux de production se traduit généralement par une mise sous contraintes des postes manuels, par l'amont et par l'aval.

La figure suivante illustre comment cette mise en série constitue un goulet d'étranglement pour la production au global.

### Un effet de levier sur la valeur ajoutée de tout l'outil de production



## Un impact fort sur la rentabilité et l'attractivité des entreprises



**39 874 nouveaux TMS indemnisés**

**8,2 millions de journées de travail perdues pour les actifs du régime général**

**1 146 millions d'euros de frais couverts par les cotisations des entreprises**

846 M€ indemnités temporaires + 340 M€ indemnités permanentes

*Données 2010 de la Caisse Nationale d'Assurance Maladie*

Au-delà de la perte de rentabilité de l'outil de production global, ces cadences et la recherche de rentabilité induisent des troubles musculo-squelettiques de plus en plus importants, jusqu'à constituer une réserve de productivité et un réel enjeu sociétal.

On peut donc imaginer une situation dans laquelle le robot et l'homme coopèrent pour tirer le meilleur parti des capacités de l'un et de l'autre, tout en préservant le patrimoine et les savoir-faire de l'entreprise constitués par son capital humain.

*Les robots marchent vers l'autonomie : libérez les robots*  
 – Yvan Measson –

## Évolutions des solutions industrielles



Depuis 2006, les normes robotiques évoluent pour permettre la coactivité avec les opérateurs humains.

Des solutions de cellules dédiées apparaissent. Pour l'heure, ces solutions permettent aux opérateurs d'évoluer à proximité des robots, ceux-ci ralentissant ou s'arrêtant lorsqu'un opérateur est détecté à proximité. Cette solution n'est pas idéale puisque le moyen robotique ne peut travailler en présence d'un opérateur humain, et donc l'interaction n'est qu'exceptionnelle.

### Des solutions : sécurisation de l'interaction



- Proposition solution basée capteur de présence opérateur
- Pour interaction exceptionnelle avec le robot

### Des robots dédiés à ces applications



- Recherche de transparence dans l'interaction
- Intuitivité de programmation
- Pour interaction récurrente avec l'opérateur

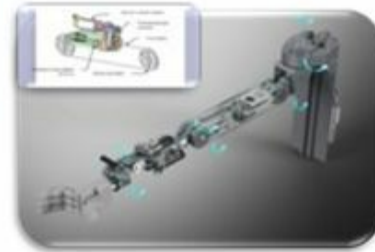
En parallèle, des solutions émergent pour permettre l'interaction récurrente avec le robot et de travailler en collaboration avec lui (au sens où l'opérateur et le robot peuvent partager le même espace). Ces robots peuvent, par exemple, être programmés par démonstration, c'est-à-dire en amenant physiquement le robot aux positions à apprendre, à la main.

Au-delà de cette possibilité d'interaction avec le robot, le laboratoire de robotique interactive du CEA LIST travaille à industrialiser un robot pouvant partager les tâches avec l'opérateur, au sens où une partie du cycle de production sera réalisée par le robot seul, de manière autonome, et une autre par le couple opérateur/robot. Le temps masqué ainsi généré pour l'opérateur lui permettra de

retrouver le contrôle de son poste de travail et ainsi lui donner de la marge de manœuvre et la possibilité de choisir ses marges.

### Robot coopératif ALFRED : partage de tâche

- Un robot industriel coopératif qui maîtrise sa force :
- Travail coopératif entre robots et opérateurs humains (ex : 3ème bras)
- Programmation intuitive par démonstration en ligne



*Les robots marchent vers l'autonomie : libérez les robots*  
 – *Yvan Measson* –

## Autonomie : perception / décision / apprentissage



Malgré la difficulté de donner de l'autonomie à un robot, il existe de nombreux cas d'usages pour lesquels la tâche et son contexte (environnement essentiellement) restent suffisamment simples pour que des applications de la robotique voient le jour.

### Utilisation de capteurs exteroceptifs

- Besoin de localisation
- Besoin d'évitement d'obstacle
- Reconnaissance de forme, objets ...



Le besoin de mobilité est sans doute celui qui a le plus fait progresser l'autonomie des robots durant les dernières décennies. Quels que soient le milieu et le moyen de locomotion (spatial, sous-marin, sécurité civile, médical ou encore logistique ...), des applications de robotique mobile ont vu le jour et ont atteint le stade industriel. Tous utilisent des capteurs extéroceptifs, au sens où ils permettent la perception de l'environnement extérieur au robot, par analogie avec les capteurs nerveux intégrés à l'épiderme. Les algorithmes de localisation et de navigation tirent ensuite parti

de ces capteurs pour réaliser des trajectoires potentiellement variables (suivant les évolutions de l'environnement, entre autres).

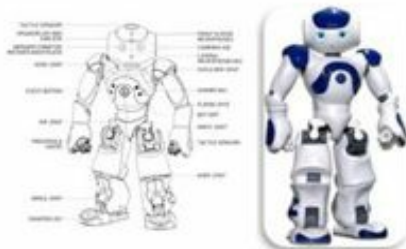
Les applications de ces mêmes capteurs permettent de réaliser des tâches de plus en plus variées, et surtout de manière flexible. En industrie, les asservissements visuels, réalisés au moyen de capteurs variés, permettent de repérer des objectifs et d'ordonner des objets... De nombreux travaux de recherche se poursuivent sur ces aspects et deviendront rapidement des réalités industrielles. Les débouchés dans le grand public pourront également voir le jour, au fur et à mesure du déploiement de ces robots « autonomes ». Le plus grand obstacle actuel restant le ratio coût/fonction utile qui n'est pas encore à l'avantage du robot. Par exemple, le robot pour faire la vaisselle qui aurait fait le bonheur de ma grand-mère (celle qui fait du vélo électrique), même s'il est envisageable techniquement, ne saurait être rentable devant un lave-vaisselle... Et le surcoût pour lui adjoindre des fonctions complémentaires risquerait de le disqualifier devant un lave-vaisselle et un autre appareil électroménager, et ainsi de suite.



Pick and place



Découpe de viande optimisée



Recherche / éducation



Assistance handicap

*Les robots marchent vers l'autonomie : libérez les robots*  
 – Yvan Measson –

## En conclusion ...

En industrie, de nombreuses tâches restent à robotiser et automatiser. Néanmoins, remplacer complètement les hommes par des robots reste illusoire, et il est clair qu'il y a un gisement de productivité immédiat très important à exploiter du côté de la préservation des opérateurs humains.

L'illustration ci-dessous montre comment l'on peut positionner suivant l'axe de l'interactivité et de la mobilité les technologies actuelles. On voit l'émergence de solutions de robotique interactive et de solutions d'assistance aux gestes et leur transposition avec de la mobilité.



Si le marché actuel se concentre encore sur des solutions autonomes, la difficulté d'accroître encore cette autonomie amène à toujours plus de complexité (et donc un coût plus élevé).

Aussi, des solutions plus flexibles apparaissent-elles, en permettant à l'opérateur d'interagir avec le robot, pour *a minima* le reprogrammer rapidement, sinon réaliser une tâche conjointement.

La combinaison des robots mobiles et des manipulateurs va également amener dans les toutes prochaines années un changement radical dans la logistique pour laquelle le besoin de mobilité est complété d'un besoin de manipulation.

Toutes ces avancées ne pourront se faire qu'à la condition du respect absolu de la sécurité des opérateurs. Mais les avancées dans le domaine des actionneurs sécurisés, des réseaux de communication, laissent envisager que ces applications sont du domaine du réalisable à court terme.



En attendant donc que tous puissent siroter une bière au comptoir du coin après une dure journée de labeur avec son fidèle collègue et ami robot, je vous donne rendez-vous dans quelques décennies.

Nous pourrons alors vérifier, je l'espère, que la robotique sera devenue votre quotidien, comme elle constitue le mien aujourd'hui.

*Les robots marchent vers l'autonomie : libérez les robots*  
– Yvan Measson –

## Annexe : un peu d'histoire



Le laboratoire de robotique interactive du CEA LIST trouve son origine dans la téléopération à retour d'effort pour le nucléaire. Le principe consiste à dupliquer à distance les capacités de manipulation d'un opérateur dans un environnement hostile, en fournissant à l'opérateur un robot, dit « bras maître », qui va lui restituer dans la main les efforts exercés par un robot dit « bras esclave » qui, lui, agit dans l'environnement dangereux. Ainsi, le maître se comporte comme un joystick et l'esclave suit ses mouvements et produit les efforts nécessaires pour la manipulation ou autres tâches.

Ce besoin est apparu très tôt dans le nucléaire et le travail continu du laboratoire dans ce domaine lui a permis, depuis les années 1960, de capitaliser sur un savoir-faire unique autour de la maîtrise de l'effort. Que cet effort soit généré par le robot ou par l'environnement (opérateur, par exemple) sur le robot, les technologies d'actionnement et de contrôle du laboratoire lui ont permis de réaliser de nombreux transferts de technologies, dans la téléopération, l'haptique (retour d'effort pour la réalité virtuelle notamment) autant que dans l'assistance au geste.

Le déploiement en contexte industriel, au travers de bras industriels, de ces technologies est la prochaine étape du développement de ce laboratoire, avec l'apparition d'exo-squelettes civils ou de robots manufacturiers dextres pilotés par l'effort.

### Maître esclave mécanique, servo-manipulateurs



MA11 (1966)



MA22 (1972)



MA23 (1975)



### ... jusqu'aux système d'assistance en effort



Pilotage par l'effort (2001)



Assistance (2004 =>)



Cobotique (2007-2010)



Assistance mobile (2009 =>)

\*\*\*

# **Alimentation humaine en 2053 – quelle réponse au crash des protéines ?**

---

Par Olivier Siegler

*Produire des protéines animales coûte cher en eau, en terres agricoles ou encore en bilan carbone. Si aujourd'hui le monde arrive à peu près à se nourrir, avec des amplitudes de plus en plus fortes des cours des matières premières, la projection des besoins de la population en 2053 est limpide : nous allons droit vers un crash des protéines. Quelles évolutions anticiper dans les grands besoins de l'alimentation humaine en 2053 ? En quoi les insectes peuvent-ils être une réponse à ces enjeux majeurs demain ? Cette réponse n'est-elle pas déjà une réalité aujourd'hui ?*

**Olivier Siegler** est directeur associé chez Capgemini Consulting, en charge du secteur de la Grande Consommation. Il travaille auprès des leaders de cette industrie depuis 23 ans, pour lesquels il est amené à la fois à raisonner à long terme sur l'évolution de leurs marchés et leurs leviers de croissance à l'international, et à mettre en œuvre à plus court terme les transformations nécessaires pour mieux les adresser.

*Alimentation humaine en 2053 – quelle réponse au crash des protéines ?  
– Olivier Siegler –*

## Introduction

Que mangerons-nous en 2053 ? Sur quoi nos enfants et nos petits-enfants se battront-ils le matin au petit-déjeuner ? Dans leurs bols de céréales, ajouteront-ils du muesli d'insectes ? Assaisonnerons-nous notre riz au dîner avec des larves de hannetons grillées ?



Au-delà de nos menus en France, si aborder le sujet de l'alimentation en 2053 de la planète relève un peu de la boule de cristal et est un exercice très inhabituel pour moi, il est surtout passionnant, car à la croisée de la démographie, de l'économie, de l'environnement et de l'innovation.

L'enjeu à l'échelle de la planète est de nourrir une population de plus en plus nombreuse avec des ressources limitées, dans un contexte environnemental de plus en plus tendu. Quels besoins alimentaires en 2053 compte tenu de la démographie et de l'évolution des modes alimentaires ? Quelles ressources en eau et en surfaces agricoles seront nécessaires pour les produire ? Quelles conséquences faut-il anticiper en termes de rejets et d'impact environnemental ? Et quelles ruptures faut-il imaginer pour répondre à ces enjeux ?

Cet article va s'attacher à poser simplement les éléments majeurs du défi de l'alimentation humaine en 2053, en se focalisant sur les protéines qui sont les plus sensibles. Et face à l'ampleur du défi alimentaire, qui nécessite pour tous d'être créatifs et innovants, nous approfondirons des solutions en rupture comme celles apportées par les insectes ou les algues.

N'étant ni chercheur ni universitaire, cet article cherche avant tout à simplifier le sujet en privilégiant les raccourcis pédagogiques à l'exhaustivité de l'argumentation.

*Alimentation humaine en 2053 – quelle réponse au crash des protéines ?  
– Olivier Siegler –*

## 1. L'origine et l'ampleur du crash des protéines

### 1.1. 9 milliards d'hommes en 2053

Pour poser le problème de l'alimentation en 2053, le premier critère est bien sûr la démographie. Combien d'êtres humains devront se nourrir dans 40 ans ?

La réponse est très proche selon les différentes sources, et converge vers plus de 9 milliards d'hommes contre environ 7 milliards aujourd'hui : soit près de 30% d'humains en plus.



Derrière ce chiffre global se cachent de très importantes différences en fonction des zones : toutes, sauf l'Europe, sont en croissance, mais soulignons l'Afrique qui croît très fortement avec 1,2 milliard d'habitants en plus et l'Asie qui pèse lourd avec 1 milliard d'habitants supplémentaires.

Cette croissance est à mettre en parallèle à **une diminution des ressources naturelles**, avec des espaces cultivables qui diminuent à mesure que les villes et les infrastructures augmentent, les ressources en eau qui sont plus aléatoires, et les rejets liés à l'activité humaine qui croissent en conséquence.

Cependant, 30% de croissance de la population est théoriquement absorbable à l'échelle de 40 ans, et ne justifie pas de parler de crash des protéines. Il faut également prendre en compte un deuxième critère structurant : l'évolution des régimes alimentaires.

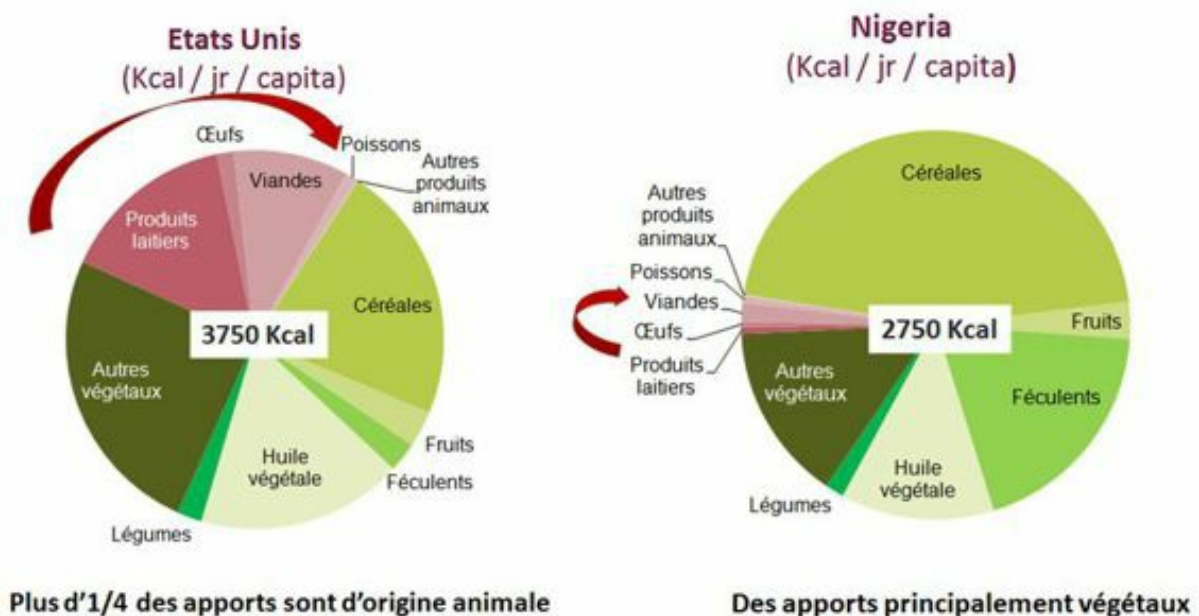
### 1.2. L'évolution des régimes alimentaires

Les régimes alimentaires sont aujourd'hui très différents entre pays développés et pays en voie de développement, tant en termes de besoins journaliers en calories que de sources d'apports énergétiques (lipides, protides et glucides), et d'origines animales ou végétales de ces apports.

Si nous prenons deux pays radicalement différents, États-Unis et Nigeria, nous faisons plusieurs constats majeurs :

- les besoins en calories par homme sont 36% plus élevés aux États-Unis qu'au Nigeria ;
- l'origine des apports caloriques est très différente : 25% d'origine animale aux États-Unis, comparés à quelques pourcents au Nigeria où l'alimentation est avant tout issue de céréales, de féculents et d'huiles végétales.

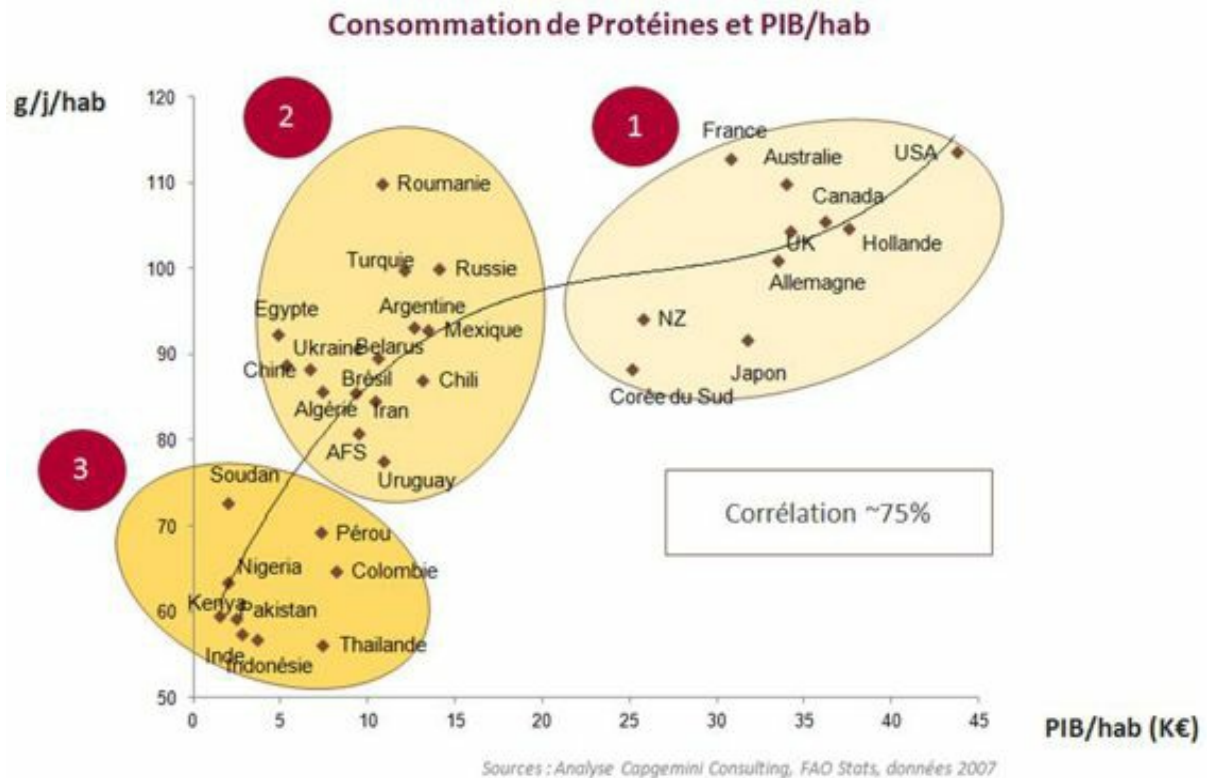
Tableau de synthèse (source statistiques FAO)



Parmi les trois natures d'aliments, les protides ou protéines sont les plus sensibles : l'être humain en a un besoin quotidien, et notamment huit acides aminés essentiels que l'organisme ne peut pas synthétiser à partir d'autres molécules. Ces protéines sont d'origine animale (lait, œufs, viandes) ou végétales (céréales, soja, quinoa, légumineuses...), sachant que les premières sont plus complètes et facilement assimilables par l'homme que les secondes – nous reviendrons sur ce sujet plus loin.

En se focalisant sur les protéines, ces différences majeures entre pays se retrouvent quand on examine l'évolution de l'alimentation en France dans le temps : en 1880, 27% des protéines étaient d'origine animale et 73% d'origine végétale, alors qu'en 1985 le ratio était exactement inverse avec 72% des protéines d'origine animale et 28% d'origine végétale.

Cette évolution constatée entre les États-Unis et le Nigeria, entre la France de 1880 et celle de 1985, se retrouve à l'échelle de la planète en étudiant la corrélation entre la consommation journalière de protéines et le PIB par habitant.



Dans le tableau ci-dessus, trois groupes de pays se distinguent et mettent en avant des écarts de consommation allant du simple au double : de 60 à 120 g par jour.

- Groupe 1 : les pays occidentaux (France, Royaume-Uni, États-Unis...) autour de 100 à 120 g par jour, Japon et Corée du Sud étant à part ;
- Groupe 2 : les pays en fort développement, avec des besoins qui se rapprochent du modèle occidental (Turquie, Argentine, Afrique du Sud, Russie...) autour de 80 à 100 g par jour ;
- Groupe 3 : les autres pays, très divers (Pérou, Thaïlande, Nigeria, Kenya...) qui sont autour de 60 à 70 g par jour avec des régimes alimentaires souvent très différents.

Les régimes alimentaires évoluent vers une consommation très forte de protéines en liaison avec le développement économique du pays, et surtout de protéines d'origine animale à l'image des États-Unis ou de la France.

Au final, ce qu'on appelle souvent le « crash des protéines » est la conjonction de la démographie (30% d'humains en plus) et de la croissance du PIB (50 à 100% de protéines consommées en plus) : il est très probable qu'en 2053, l'humanité souhaite consommer bien plus du double des protéines consommées aujourd'hui. Est-il réaliste de produire ces protéines ? Quelles sont les limites et les conséquences de cette possible production ?

### 1.3. L'impact sur les ressources naturelles du crash des protéines

L'impact sur les ressources naturelles est analysé, de manière très simplificatrice, en termes de surfaces et d'eau pour produire les protéines, et d'impacts environnementaux liés à cette production.

Dans un premier temps, nous partons de l'hypothèse que le besoin en protéines en 2053 sera

couvert par la même proportion qu'aujourd'hui entre les protéines d'origine animale et végétale, sans report des secondes vers les premières.

1 - La première ressource contrainte est la surface agricole disponible, les élevages étant très consommateurs de surfaces cultivables. Aujourd'hui, 5 millions de km<sup>2</sup> agricoles sont dédiés à l'élevage, soit 33% des surfaces cultivables. À surface constante, la projection amènerait à 60 à 70% des surfaces agricoles dédiées à l'élevage, ce qui n'est pas possible compte tenu des besoins en glucides et en lipides au-delà des seules protéines !

2 - La seconde ressource critique est l'eau. Là où il faut 1 m<sup>3</sup> d'eau pour produire 1 kg de protéines de maïs, il en faut 17 m<sup>3</sup> pour créer 1 kg de protéines de bœuf, soit 17 fois plus ! Dans certaines régions, l'impact sur les ressources en eau serait également majeur.

3 - Si nous regardons maintenant l'impact de cette production en termes de rejets, ils représentent aujourd'hui 9% des émissions mondiales de CO<sub>2</sub>, 37% des émissions mondiales de méthane et 65% des émissions mondiales de NO<sub>2</sub>, toutes industries confondues. Doubler la production de protéines animales, avec les modes de production actuels, aura un impact environnemental considérable.

Ces quelques chiffres illustrent l'impact d'un doublement de la production des protéines, impact qui serait encore renforcé si le ratio entre l'origine animale et végétale basculait fortement vers l'origine animale, comme le suppose la tendance de fond actuelle.

Des besoins en protéines qui vont plus que doubler dans les 40 ans à venir, des limites en surface agricole et en eau au regard de la production classique de protéines animales, des enjeux environnementaux cruciaux liés aux rejets : **il est clair qu'il va falloir imaginer des ruptures alimentaires majeures pour répondre au crash des protéines.**

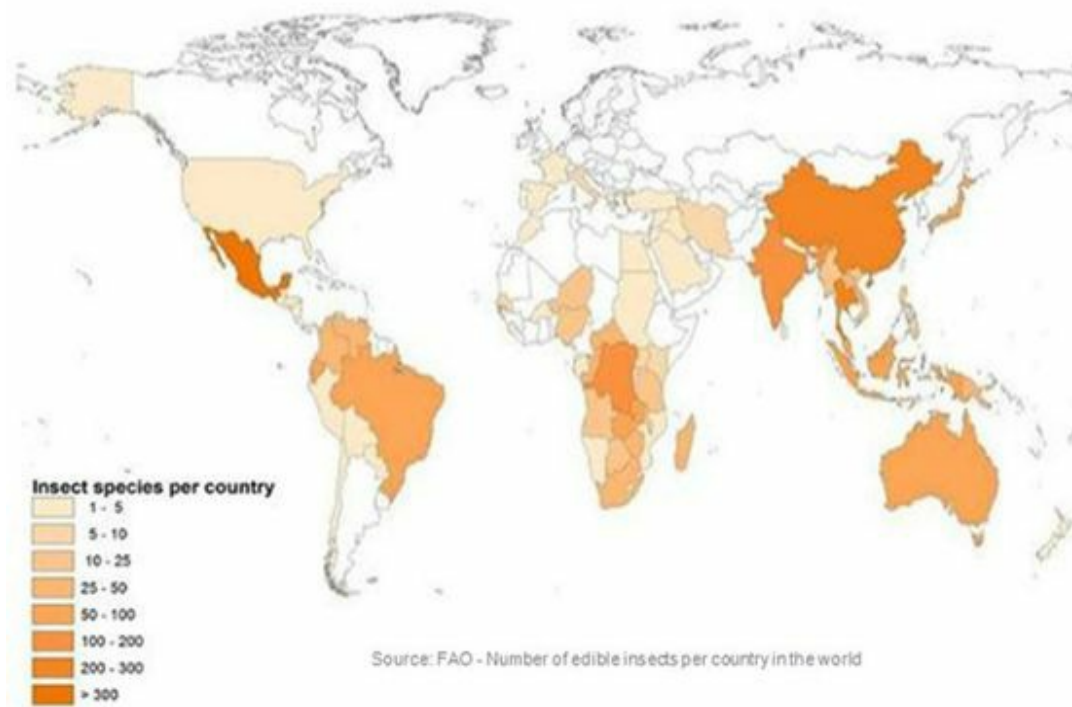
*Alimentation humaine en 2053 – quelle réponse au crash des protéines ?  
– Olivier Siegler –*

## 2. Les insectes : une réponse au crash des protéines

### 2.1. Le potentiel protéique des insectes et leur consommation aujourd’hui dans le monde

Si l’idée de consommer des insectes face au crash des protéines émerge aujourd’hui, elle n’est cependant pas neuve : les insectes sont aujourd’hui largement consommés dans le monde, et ce, depuis des millénaires. La FAO a recensé plus de 1900 espèces d’insectes consommés par plus de 2 milliards d’humains, plus particulièrement au Mexique, en Asie du Sud-Est ou en Afrique.

#### Insectes comestibles répertoriés dans le monde



Ces 2 milliards d’hommes et de femmes consomment les insectes sous de nombreuses formes : brochettes de vers de bambou, sauterelles et grillons grillés, jusqu’aux scorpions sous forme de sucettes !



Quelle que soit la forme de leur consommation, les insectes ont un potentiel protéique très intéressant :

- ce sont des protéines animales, facilement assimilables par l'homme et riches en fer et en vitamines ;
- ces organismes « à sang froid » ont un haut rendement, c'est-à-dire que le ratio entre protéines produites et énergie consommée est excellent ;
- les insectes ont un très faible besoin en eau, car ils la captent souvent directement dans l'air ambiant ;
- enfin, ce sont des animaux avec un taux de reproduction très élevé (par exemple, 1500 œufs par mois pour le cricket, 300 à 400 pour le ver de farine) et une courbe de croissance très rapide.

### 2.2. L'impact limité des insectes sur les ressources naturelles

En complément de leur potentiel protéique étonnant, les insectes ont également un impact sur l'environnement très limité : 20 m<sup>2</sup> de surface agricole sont requis pour produire 1 kg de protéines d'insecte, là où il faut 150 à 260 m<sup>2</sup> pour créer un kg de protéines de bœuf.



Des ratios comparables sont à souligner sur la production de gaz à effet de serre, et encore plus impressionnant sur les besoins en eau. Surface, eau, gaz à effet de serre : trois critères clefs qui soulignent l'intérêt environnemental des insectes.

### 2.3. Les pistes pour aller plus loin dans la consommation des insectes

La première piste est de les utiliser pour les farines animales à destination des animaux non ruminants : l'Union Européenne a donné son accord depuis juin 2013 pour les poissons, il faudra

ensuite l'envisager pour les poulets et les porcs qui sont naturellement consommateurs d'insectes.

Cette première piste représente des enjeux énormes, à la fois financiers (le marché de l'alimentation animale est estimé à 45 milliards d'euros pour l'Europe), sanitaires (il convient d'éviter de nouvelles crises semblables à celle de la vache folle) et environnementaux (par exemple, éviter la surpêche de petits poissons pour produire des farines de poissons). À titre d'exemple, la société Ynsect devrait lancer sa première usine en Europe en 2015.

Les pistes suivantes concernent directement l'alimentation humaine, soit à travers de la poudre d'insectes incorporée dans des aliments, non visible du consommateur, soit, plus osé, à travers des produits visibles pour le consommateur, tels ces macarons proposés par la société toulousaine Micronutris fondée en 2011, première entreprise européenne à posséder son propre élevage d'insectes comestibles spécialement dédié à la consommation humaine.



Si, au niveau mondial, nous voyons de très grandes opportunités de développement de la consommation d'insectes par le consommateur, elles semblent en revanche plus limitées au niveau de l'Europe, compte tenu à la fois du rejet culturel de cette consommation et de la très forte sensibilité des consommateurs à la sécurité alimentaire.

Pour aller plus loin, il faudrait développer une nouvelle filière « insectes » avec pour objectifs de :

- définir des normes, des standards de qualité, et stabiliser une liste d'espèces en étudiant les risques (notamment les risques d'allergie) ;
- rassurer et éduquer : informer les consommateurs, développer des stratégies marketing adaptées et mettre en avant les atouts de ces aliments.

Les insectes sont une piste d'avenir, à court terme en Europe pour l'alimentation animale, à moyen terme dans le monde pour la consommation humaine, et sûrement à très long terme pour une consommation humaine de plus grande ampleur en Europe.

*Alimentation humaine en 2053 – quelle réponse au crash des protéines ?  
– Olivier Sieglér –*

### **3. Trois autres réponses possibles au crash des protéines**

#### **3.1. Les pistes végétales traditionnelles**

La première réponse au crash des protéines, la plus facile à appliquer, est d'encourager le report de la consommation sur les protéines d'origine végétale. Ceci suppose tout de même d'inverser une tendance lourde de consommation de protéines d'origine animale liée au développement économique.

Les cultures végétales classiques présentent beaucoup d'avantages et quelques limites :

– elles ont l'avantage d'être pauvres en graisses et très riches en fibres, et d'avoir un impact beaucoup plus faible sur les ressources naturelles que les protéines animales ;

– elles ont cependant deux limites majeures : la première est que la plupart des plantes seules ne couvrent pas l'ensemble des acides aminés nécessaires à l'homme (il faut donc les combiner entre elles), la seconde est que l'absorption des protéines végétales par l'homme est moins bonne que celle des protéines animales.

Citons particulièrement la quinoa fortement mise à l'honneur par la FAO qui, comme le soja, contient les huit acides aminés essentiels pour l'homme. Citons aussi les graines germées qui offrent des protéines bien mieux assimilables par l'homme que les graines non germées.

#### **3.2. Les algues : une alternative à fort potentiel**

Seconde alternative majeure en réponse au crash des protéines, les algues ont un potentiel très fort, et parmi elles une algue très étonnante : la spiruline.



La spiruline n'est pas en soi une nouveauté, car elle existe depuis trois milliards d'années sur la Terre. Si elle est très riche en protéines d'excellente qualité, contenant les huit acides aminés essentiels pour l'homme, elle est également très riche en fer. Enfin, elle nécessite beaucoup moins d'eau et de surface pour être produite que beaucoup de cultures végétales classiques : elle a donc un impact très limité sur l'environnement. Elle est produite en Asie, en Amérique Latine, en Afrique des grands lacs ou à Madagascar, et depuis quelque temps en France également.

Si elle est utilisée en complément alimentaire en France, elle sert à lutter contre la malnutrition dans de nombreux pays tant son potentiel protéique est fort : le développement de la consommation

de cette algue peut marquer une vraie rupture à l'échelle du crash des protéines.

### 3.3. La viande *in vitro*

Pour un amateur de bonne viande, il est difficile de conclure avec cette dernière piste : la viande *in vitro*.



Cette technique récente, encore en cours de mise au point, a des qualités indéniables sur le plan des ressources consommées et de l'impact sur l'environnement. La viande ainsi cultivée amènerait une réduction de :

- 45% de la consommation d'énergie ;
- 96% des émissions de gaz à effet de serre ;
- 99% de la surface agricole ;
- 96% de la consommation d'eau.

Sur le plan environnemental, elle est imbattable ! Sur le plan du goût, cela reste à prouver. La technologie est encore jeune et prometteuse, mais sur le plan économique, elle est encore expérimentale, car le steak *in vitro* coûte plusieurs milliers d'euros aujourd'hui !

*Alimentation humaine en 2053 – quelle réponse au crash des protéines ?  
– Olivier Siegler –*

## **Conclusion**

Les défis de l'alimentation humaine dans 40 ans sont fascinants et inquiétants. Le crash des protéines est à la fois une menace et un enjeu, et heureusement plusieurs pistes prometteuses comme les insectes ou les algues semblent en mesure d'apporter au monde des solutions d'avenir. Donnons-nous donc rendez-vous dans dix, vingt ou quarante ans pour déguster une bonne assiette de grillons grillés ou de brochettes de sauterelles, accompagnés d'une cuiller ou deux de spiruline !

*Remerciements : Merci à François Attali, directeur de la Stratégie de la société Sodiaal, qui m'a permis d'utiliser quelques éléments issus d'une étude faite pour lui. Et merci à Sébastien Podetti, de Capgemini Consulting, avec qui j'ai préparé cette intervention.*



## Notes

---

[1] C'est l'Europe, là encore, qui détient la clé d'une recomposition du Conseil de sécurité, notamment en abandonnant ses deux sièges français et britannique au profit d'un siège unique européen, ce qui ouvrirait les perspectives d'un Conseil de sécurité composé de grandes entités régionales de tailles comparables. Mais ce n'est plus maintenant, alors que les Anglais sont sur le point de quitter l'UE, qu'une telle évolution a des chances de voir le jour.

[2] Voir sur le site de la DATAR : <http://territoires2040.datar.gouv.fr/>

[3] Les villes européennes sont en général monocentriques et multipolaires, alors que les villes nord-américaines sont le plus souvent multicentriques.

[4] Les villes européennes sont spécialisées, selon des histoires et des évolutions diverses, prenant en compte la vague de la deuxième partie du XXe siècle à tendance administrative : le *welfare state* a donné lieu à un développement important des services administrés, fortement concentrés dans les villes qui ont alors accru leur spécialisation tertiaire (Le Galès, 2011).

[5] Les travaux sur les *food miles* montrent que les coûts de transport généralisés, c'est-à-dire tenant compte de tout ce qui est mis en jeu par les échanges du point de vue technique à court et long terme, dépendent du rapport entre les conditions de production, plus ou moins économes en fonction des formes d'intensification, et de gestion de l'éloignement entre lieux de production et de consommation, plus ou moins économes selon le mode de transport (cf. Groleau *et al.*, 2010).

[6] Le groupe de prospective en charge du système des villes intermédiaires a avancé ce scénario de disparition des villes intermédiaires avant de revenir à une version moins radicale cherchant à expliciter leur place dans le nouvel ordre urbain.

---

Tous droits réservés Anticipolis éditions

Retrouvez tous les titres sur <http://www.anticipolis.eu>

## Table des matières

Avant-propos	7
Préface (PAR PIERRE GEORGET)	8
On se trompe toujours en imaginant le futur. Et pourtant... (PAR OLIVIER DISLE)	10
Un paysage politico-institutionnel européen et mondial possible (PAR MARIE-HÉLÈNE CAILLOL)	16
La crise systémique globale comme fabrique du monde de demain	19
Vers quelle gouvernance mondiale tendons-nous ?	20
Le global : vers un panier de monnaies en guise de monnaie de réserve internationale	22
Globalisation, protectionnisme : à quel stade du cycle en serons-nous en 2053 ?	23
Des processus de démocratisation dans le monde à l'horizon 2053	24
Quid des États-Unis ?	26
Quelle Europe en 2053 ?	27
Quels obstacles sur la route vers 2053 ?	28
Demain, quels scénarii pour les territoires ? (PAR FRANCIS AUBERT)	29
Introduction	31
Les villes européennes, îlots de stabilité dans un champ de tensions d'échange ?	32
Le système spatial des villes intermédiaires et de leurs espaces de proximité	33
Des scénarii pour penser les évolutions des territoires	37
Bibliographie	45
Vers un Internet Physique (PAR ÉRIC BALLOT)	46
Pourquoi un nouveau paradigme logistique ?	49
Internet Physique : concevoir l'interconnexion logistique	50
Un exemple de simulation dans les PGC	51
Quelques applications...	55
Le futur se prépare aujourd'hui	57
Les robots marchent vers l'autonomie : libérez les robots (PAR YVAN MEASSON)	59
La recherche de l'efficience	62
Robotiser ou humaniser ?	65
Évolutions des solutions industrielles	67
Autonomie : perception / décision / apprentissage	69
En conclusion ...	71
Annexe : un peu d'histoire	73
Alimentation humaine en 2053 – quelle réponse au crash des protéines ? (PAR OLIVIER SIEGLER)	75

Introduction	77
1. L'origine et l'ampleur du crash des protéines	78
2. Les insectes : une réponse au crash des protéines	82
3. Trois autres réponses possibles au crash des protéines	85
Conclusion	87
Notes	88
[1]	88
[2]	88
[3]	88
[4]	88
[5]	88
[6]	88
[1]	20
[2]	32
[3]	35
[4]	35
[5]	39
[6]	42