

UNIVERSITÉ DE TECHNOLOGIE DE COMPIÈGNE

UTC

TSH - Costech

Séminaire  
**PHITECO 2025**  
UV SC01 (4 ECTS) - Mineur Phiteco

**CONCEVOIR AU MILIEU  
DES MILIEUX :  
VIVANTS, SOCIAUX, TECHNIQUES**

**du 20 au 24 janvier 2025**

UTC • centre Benjamin Franklin • amphi FA 205

**Inscriptions :** [chimene.fontaine@utc.fr](mailto:chimene.fontaine@utc.fr)

**Informations :** [charles.lenay@utc.fr](mailto:charles.lenay@utc.fr) • [florent.levillain@utc.fr](mailto:florent.levillain@utc.fr) •  
[pierre.steiner@utc.fr](mailto:pierre.steiner@utc.fr) • [vincenzo.raimondi@utc.fr](mailto:vincenzo.raimondi@utc.fr)



donnons un sens à l'innovation



# PHITECO 2025

## Concevoir au milieu des milieux : vivants, sociaux, techniques

	LUNDI 20 JANVIER	MARDI 21 JANVIER	MERCREDI 22 JANVIER	JEUDI 23 JANVIER	VENDREDI 24 JANVIER
10h00 - 11h10	Présentation du séminaire Charles Lenay, Florent Levillain, Pierre Steiner, Vincenzo Raimondi	Mathilde Tahar (University College London) Le jeu animal : ou quand les relations ludiques servent de laboratoire d'inventions pour l'évolution	Vincent Puig (IRI) Prendre soin des savoirs et milieux territoriaux pour construire une nouvelle écologie de l'industrie	Alexandre Monnin (Imaginarium-S / POPSU Transition Nice Côte d'Azur) Penser la place des meilleurs techniques au cœur de la redirection écologique	Soutenances le matin (de 9h à 12h) et l'après-midi (de 13h à 16h30)
11h10 - 11h25	pause	pause	pause	pause	pause
11h25 - 12h35	Camille Bosqué (École Boule) Design pour un monde fini	Maïl Montévil (Centre Cavailles, ENS) Quelques défis théoriques et épistémologiques entre biologie et conception orientée milieu	Séverine Lagneaux (CRA-W) 2 milieux sous les terres ? Conception, reconnaissance et indemnisation des soins vivants dans un groupe de cultivateurs wallons	Alexandra Bidet (Centre Maurice Halbwachs) Manuel Boutet (GREDEG, Université Côte d'Azur) L'engagement dans les milieux, Qu'est-ce qui mérite d'être soigné, comment, et avec qui ?	Soutenances le matin (de 9h à 12h) et l'après-midi (de 13h à 16h30)
12h35 - 14h10	pause déjeuner	pause déjeuner	pause déjeuner	pause déjeuner	pause déjeuner
14h00 - 15h10	Vincent Beauvois (IRPh, Université Paris Nanterre) Technodépendance et milieux	Olivier Hamant (RDP, ENS Lyon) Antidote au culte de la performance	Hugues Choplin (Costech, UTC) Gé-ingénieur ou casior ? L'ingénieur contemporain et les milieux face à une injonction contradictoire	Préparation des soutenances	Soutenances le matin (de 9h à 12h) et l'après-midi (de 13h à 16h30)
15h25 - 16h35	pause	pause	pause	pause	Table ronde (Mathieu Tricot, Matthieu Tixier, Nathalie Kroichvili, Nicolas Brault, Michel Dubois, Pauline Picot, Pierre Steinier, Charles Lenay, Xavier Guchet, Guillaume Carnino) Préparation des soutenances La recherche technologique en SHS

## A propos du séminaire PHITECO

Le séminaire PHITECO (Philosophie Technologie Cognition) est un séminaire de recherche interdisciplinaire annuel, à destination des étudiants et des chercheurs, dont le principal objectif est de conduire un questionnement fondamental sur les technologies cognitives, notamment à travers la thèse de la technique comme anthropologiquement constitutive/constituante. Selon cette thèse, nos modes d'organisations sociales et politiques, nos valeurs, nos formes et capacités de pensée, nos structures cérébrales, sont rendus possibles et/ou constamment transformés par l'usage, le développement et la transmission de dispositifs techniques. Dans ce cadre, le séminaire propose de faire dialoguer les recherches scientifiques, technologiques et philosophiques autour de thèmes partagés et d'enjeux concrets : sociaux, cognitifs, éthiques, philosophiques et politiques.

Ce séminaire a été organisé avec la participation du Groupement d'Intérêt Scientifique UTSH (Unité des Technologies et des Sciences Humaines)



# Concevoir au milieu des milieux : vivants, sociaux, techniques

Séminaire PHITECO  
20 – 24 janvier 2025

*Organisation et animation : Charles Lenay, Florent Levillain, Pierre Steiner et Vincenzo Raimondi (Costech)*

« Concevoir, c'est produire des réalités nouvelles qui auront inéluctablement des effets sur des milieux très divers, naturels et sociaux, et à différentes échelles d'espace et de temps. Les ingénieurs, qu'ils le veuillent ou non, ont une responsabilité vis-à-vis de ces effets, alors même que leur lot commun est l'incertitude : bien souvent, ils ne peuvent pas anticiper au départ les conséquences des technologies qu'ils conçoivent et développent. En outre, la conception technologique fait systématiquement intervenir des enjeux de valeurs : celles qui animent l'ingénieur, dont il n'a pas forcément conscience et qui peuvent malgré tout orienter de façon décisive ses choix de conception ; celles aussi qui structurent les milieux dans lesquels l'ingénieur est amené, par les technologies qu'il y déploie, à produire des effets, et qu'il peut de ce fait perturber, fragiliser, menacer. Comment, dans ces conditions d'incertitude sur les effets et sur les valeurs en jeu, l'ingénieur peut-il assumer sa responsabilité ? Peut-on l'aider à renforcer sa capacité d'analyse des milieux et des valeurs qui les organisent, d'analyser aussi ses propres valeurs ainsi que l'étendue de son pouvoir d'agir ? »<sup>1</sup>

Comment agir et s'orienter face aux crises contemporaines qui semblent toutes découler des transformations de nos milieux techniques, écologiques, sociaux et cognitifs ? Ces milieux constituent non seulement un cadre dans lequel nous évoluons mais forment la condition même pour l'existence de nos possibilités d'agir et de penser. Le technologue, qu'il soit ingénieur ou designer, doit alors apprendre à agir et à concevoir en prenant soin des milieux dans lesquels il intervient et dont il dépend. Or, nous ne maîtrisons jamais pleinement les conséquences de nos actions techniques et sociales. Comme l'air que nous respirons ou la langue que nous parlons, nous ne pouvons pas nous extraire de nos milieux de vie et de pensée. Il est illusoire de penser que nous pouvons les contrôler pleinement depuis une position de surplomb : nous y sommes embarqués.

Le séminaire PHITECO 2025 propose d'explorer ces enjeux en dialogue avec l'ouvrage collectif « Prendre soin des milieux. Manuel de conception technologique ». Publié par le Groupement d'Intérêt Scientifique UTSH (Unité des Technologies et des Sciences Humaines) qui rassemble les Universités de Technologie et Uni LaSalle, cet ouvrage vise à rompre avec le techno-solutionnisme pour penser la complexité de l'intervention technologique, tout en mettant en avant les perspectives qu'offrent les sciences humaines et sociales en vue de nouvelles pratiques de conception.

L'objectif de notre séminaire sera triple. Il s'agira de :

---

<sup>1</sup> *Prendre soin des milieux. Manuel de conception technologique*, quatrième de couverture.

- mieux comprendre la façon dont nos milieux se constituent et se transforment, et réciproquement, comment ces milieux nous constituent comme êtres vivants et sociaux,
- caractériser ce que pourrait être une nouvelle approche des processus de conception, orientée par le soin des milieux naturels et humains, et
- évaluer les principes directeurs et les maximes que les recherches en sciences humaines et sociales peuvent proposer pour guider pour la conception technologique.

# Résumés des interventions

lundi 20 janvier 2025

## **Design pour un monde fini**

Camille Bosqué

*Designer, professeure agrégée en arts appliqués et enseignante à l'École Boulle*

En 1971, Victor Papanek publie Design pour un monde réel, plaident pour une autre manière de concevoir les objets manufacturés dans un monde socialement injuste et en proie aux crises climatiques. Plus d'un demi-siècle plus tard, les questions soulevées par ce livre sont plus brûlantes que jamais.

Quelle est, aujourd'hui, la responsabilité particulière du designer face au monde contemporain ? Quelle peut être sa tâche, dans un monde non plus seulement réel, mais bel et bien fini ? Ce lexique est un recueil pratique pour puiser des ressources théoriques. Il y est question d'un design d'inventeurs ingénieux, de designers bricoleurs, de hackers et de makers. Il n'est pas exhaustif et encore moins objectif. C'est un outil engagé et discutable, qui s'adresse autant aux enseignants et aux étudiants qu'à celles et ceux qui cherchent à mieux comprendre comment le design peut penser son action en cultivant le sens du bien commun. Car il s'agit aujourd'hui de repenser notre manière de concevoir et de dessiner, de formuler, d'imaginer, de donner forme au monde lui-même.

## **Technodépendance et milieux**

Vincent Beaubois

*Maître de conférences à l'Université Paris Nanterre et membre de l'Institut de Recherches Philosophiques (IRePh)*

La proposition du séminaire repose sur l'idée riche et primordiale de notre situation de *dépendance* vis-à-vis des milieux par lesquels nous vivons. De manière exemplaire, nous dépendons d'une biosphère que le technocapitalisme met aujourd'hui à mal. Cette dépendance *constitutive* se voit alors menacée. Cependant, nous ne dépendons pas uniquement d'une biosphère, mais également d'une technosphère à laquelle nous nous lions de manière paradoxale : nous en sommes à la fois dépendant·e·s (à l'égal de la biosphère), mais cette dépendance menace justement nos attachements biosphériques. En cela, notre *technodépendance* devient à la fois *constitutive* et *destitutive*. Il s'agira donc de comprendre comment nos infrastructures techniques nous constituent comme êtres *technodépendants* et ce que cela engage sur la conception de ces milieux ambivalents.

## **Valeurs, numérique et éthique**

Bruno Bachimont

*Enseignant-chercheur à l'université de technologie de Compiègne et membre de l'unité de recherche Costech*

Le numérique introduit l'arbitraire du code dans la grammatisation de notre environnement et des contenus que nous manipulons. Nous entendons par là que le calcul opère sur des entités, les fameux bits et les structures qu'ils constituent, et que le rapport de ces entités aux réalités sur lesquelles nous voulons agir reste soumis à la convention arbitraire (au sens où elle relève d'un choix libre, contingent). Cela implique que notre emprise sur ces réalités est rapportée à la calculabilité formalisée : le calcul permet de grammatiser le réel qu'il formalise en le rendant manipulable. L'enjeu est alors de savoir en quoi cette formalisation permet aux agents mobilisant ces techniques numériques de discréteriser le réel dans lequel ils s'engagent, à savoir d'y inscrire leur possibilité d'action.

De ce fait, la grammatisation établit l'horizon de nos actions, mais les restreint à ce qui est formalisé et manipulé. Ce jeu entre possibilités et limitations se traduit par ce qu'on peut appeler les "3 lois du numérique" que je formule de la manière suivante : ce qui n'est pas codé n'existe pas, ce qui est programmé est obligatoire, ce qui est prévu est détourné.

L'enjeu est de permettre la rencontre entre l'obligatoire, le prévu et le détournement dans les possibilités ouvertes par le codage. De plus, comme l'implique la notion de détournement, l'utilisateur trouve des possibles qui échappent à ce qui est prévu, manifestant une compréhension de l'objet technique dans les ouvertures qu'il inaugure, dont il devient alors responsable et dont il peut potentiellement répondre. Mais ces ouvertures se constituent également sur un fond de fermetures ou clôtures, où le comportement attendu est prescrit sans qu'il y ait de possibilité de reprendre la main sur la décision programmée. On peut s'interroger sur ces encapacitation ou décapacitation des utilisateurs et sur les portées éthiques qui en découlent. Puisque l'outil numérique est par construction un ensemble de décisions ontologiques (le codage), déontiques (le programme) et contingentes (le détournement), comment les articuler pour que l'on puisse envisager une encapacitation éthique de l'utilisateur qui doit être en mesure d'assumer et de répondre de ce qu'il (en) fait ? Autrement dit, concevoir pour un ingénieur en numérique, c'est concevoir comment l'utilisateur pourra concevoir son usage et en répondre, et décider de ce qui sera créé par le code, imposé par le programme, et rendu possible par les usages et leur détournement.

## **Le jeu animal : ou quand les relations ludiques servent de laboratoire d'inventions pour l'évolution**

Mathilde Tahar

*Chercheuse au département d'anthropologie évolutive de l'University College London et Research Fellow Leverhulme RPG «Animal Inventiveness»*

Alors que la tradition philosophique a conçu l'animal non-humain au pire comme une machine, au mieux comme un être signifiant mais condamné à l'univocité, le jeu dévoile l'animal comme un être capable de détourner son rapport immédiat au milieu pour créer une situation fictive, purement ludique. Sans utilité immédiate, et décorrélé des impératifs de l'environnement, le jeu ouvre un espace de liberté pour l'animal, et l'autorise à tester de nouveaux comportements sans encourir de grands risques. Nous voyons ainsi les animaux s'adonner aux acrobaties les plus étonnantes, les blaireaux faire des sauts périlleux, les mammifères marins, créer des filets de bulles extraordinairement sophistiqués,... Mais si nous sourions devant ces activités frivoles, leurs enjeux dépassent largement le cadre ludique. Le jeu nous montre en effet l'animal comme un *agent*, capable non seulement de choisir les relations qu'il entretient avec le milieu, et avec les autres organismes, mais aussi de les *inventer*. Créatrice de nouvelles interactions avec l'environnement, motrice d'adaptabilité, et initiatrice de changements écologiques, l'inventivité animale pourrait être un facteur crucial de transformations évolutives. C'est ce que nous allons explorer dans cette présentation, en nous intéressant notamment au cas du jeu interspécifique.

## **Quelques défis théoriques et épistémologiques entre biologie et conception orientée milieu**

Maël Montévil

*Chargé de recherche au CNRS, Centre Cavaillès République des savoirs, École Normale Supérieure*

La biologie théorique contemporaine prend en charge et renouvelle certaines questions fondamentales : notamment la question de l'historicité et la question des niveaux d'organisation – ainsi que le sens accordé à ce dernier terme. Nous présenterons certaines avancées dans ce domaine qui recoupent les questionnements et les défis rencontrés dans la conception orientée milieu.

## **Antidote au culte de la performance**

Olivier Hamant

*Directeur de recherche INRAE au laboratoire de Reproduction et Développement des Plantes, École Normale Supérieure de Lyon*

Compétitivité débridée, flux tendu, agriculture de précision, smart cities... Paradoxalement, l'âge de l'optimisation, de la performance et du contrôle rend notre monde toujours plus fluctuant : mégafeux, dérive sécuritaire, guerre mondialisée. En s'inspirant des êtres vivants, nous pourrions apprendre une autre façon d'habiter la Terre. Alors que les sociétés humaines modernes ont mis l'accent sur l'efficacité et l'efficiency au service du confort individuel, la vie se construit plutôt sur les vulnérabilités, les lenteurs, les incohérences... c'est-à-dire des contre-performances, au service de la robustesse du groupe. Un contre-programme ?

## Dévoiler les êtres des milieux dans le design

Nicolas Roesch

Designer-chercheur indépendant et fondateur du collectif Zoopolis

Les milieux que nous habitons constituent une toile, un maillage de non-humains vivants et non vivants dont nous sommes interdépendants. Leurs agencements et enchevêtrements tissent un réseau de relations complexes qui interagissent avec nos organisations et nos dispositifs techniques. Cela nous attache à reconstruire la diversité des êtres, ainsi que la diversité des relations que nous entretenons avec eux, comme des acteurs et actants avec lesquels nous devons cohabiter. Nous sommes ainsi invités à une nouvelle composition, dans les dessins et desseins de notre manière d'habiter, dans le design de nos milieux de vie. Plus largement, Gaïa "celle qui fait intrusion" (Stenger, 2013), ce milieu global, chatouilleux et agissant, interroge nos organisations humaines dans leurs milieux écologiques et les manières dont le design peut répondre à l'intrusion de nouveaux êtres et de nouvelles relations. En effet, lorsqu'on lève l'occultation des milieux (Triclot, 2024), l'intrusion des vivants non-humains dévoile des "embrouilles multispécifiques" (Haraway, 2015). Quand les polliniseurs, les dauphins, les plantes ou une rivière font intrusion, ils questionnent nos imaginaires, nos concepts, nos manières d'habiter et de cohabiter. C'est sur ces agencements bio-socio-techniques que portent les recherches de Zoopolis. Ces travaux font apparaître un double enjeu se situant dans une frontière trouble. D'une part, la prise en compte de nos interdépendances à ce tissage d'êtres et de relations appelle à réinventer les organisations humaines et les processus de leur design. D'autre part, comme le propose Aldo Léopold, nous sommes convoqués, dans les pratiques de design et dans la société, à élargir notre éthique à la communauté biotique. De l'exploration de nouvelles relations à nos milieux, à l'intrusion des êtres vivants qui sont parfois des "colocataires inconfortables", le design se réinvente aux frontières entre les mondes humains et non-humains.

- Donna J. Haraway, « Sympoïèse, SF, embrouilles multispécifiques », p.42 - 72, dans, Didier Debaise, Isabelle Stengers, *Gestes spéculatifs*, 2015, Les presses du réel
- Isabelle Stenger, *Au temps des catastrophes, Résister à la barbarie qui vient*, 2013, La découverte
- Mathieu Triclot, « De l'oubli des milieux aux échecs de conception », dans, Nicolas Brault, Guillaume Carnino, Michel J.F. Dubois, Xavier Guchet, José, Halloy, Laurent Heyberger, Nathalie Rodet-Kroichvili, Charles Lenay, Victor Petit, Pauline Picot, et al. *Prendre soin des milieux. Manuel de conception technologique*, 2024, Éditions Matériologiques

## **Prendre soin des savoirs et milieux territoriaux pour construire une nouvelle écologie de l'industrie**

Vincent Puig

*Directeur de l'Institut de Recherche et d'Innovation (IRI) du Centre Pompidou*

Que signifie aujourd’hui prendre soin des savoirs territoriaux dans une nouvelle relation à la technique et à l’industrie ? Loin de tout localisme ou d’une forme de technophobie, il s’agit avant tout de prendre soin de ces milieux socio-techniques que nous habitons et qui nous habitent et pas seulement d’un point de vue géographique mais bien d’un point de vue « organologique » et « pharmacologique ». A la suite des Entretiens du Nouveau Monde Industriel qui se seront tenus au Centre Pompidou sur le thème « La nouvelle écologie de l’industrie. Pour une bifurcation vers l’éco-technologie et les nouvelles localités industrielles » nous reviendront sur les bases épistémologiques de la recherche contributive telle qu’elle se construit théoriquement et de manière expérimentale dans le cadre du Territoire Apprenant Contributif en Seine-Saint-Denis (<https://tac93.fr>) sur les problématiques de la surexposition aux écrans, de l’urbanité à l’ère des *smart cities* et de l’alimentation. Il s’agira de montrer comment une telle recherche contributive conduite avec les habitants suppose un modèle économique pour soutenir leur capacitation et leur engagement dans la construction d’un nouveau milieu socio-technique et industriel territorial. Une économie qui reconstitue des filières en bottom-up et où la contribution collective est reconnue, encouragée et soutenue par un revenu contributif ou par un soutien en monnaie locale comme actuellement dans le cadre du projet ECO conduit à Plaine Commune (<https://www.comite-eco.fr>).

## **2 milieux sous les terres ? Conception, reconnaissance et indemnisation des sols vivants dans un groupe de cultivateurs wallons**

Séverine Lagneaux

*Chercheuse senior au Centre wallon de recherches agronomiques (CRA-W)*

Il était une fois, dans le bon pays wallon, un groupe de cultivateurs et d’ingénieurs agronomes qui décida de faire se rejoindre l’agriculture bio et l’agriculture de conservation des sols (AB/AC). Au fil des réunions collectives, des coins de champ, des échanges plus informels, ils mirent en place des expérimentations en ferme pour répondre à cet objectif commun.

C’est le récit de leur enquête que je propose de suivre. Comment, au travers de ces rencontres et actions partagées, ont-ils appris à lire la vie du sol, à en reconnaître les protagonistes, à en comprendre les interactions et à cultiver (ou non) autrement ? C’est aussi le récit de la dissolution du groupe fracturé par des tensions identitaires, des valeurs professionnelles et des croyances indemnisanter le sous-sol et sa « compaction ». C’est enfin le récit d’une refondation d’un groupe ABC autour d’un nouveau dispositif d’expérimentation co-construit et d’une enquête relancée.

## **Géo-ingénieur ou castor ? L’ingénieur contemporain et les milieux face à une injonction contradictoire**

Hugues Choplin

*Enseignant-chercheur à l'université de technologie de Compiègne et membre de l'unité de recherche Costech*

*Directeur de programme au Collège international de philosophie*

1. Géo-ingénieur ou castor ? Ce questionnement reposera ici sur la conjugaison de deux perspectives de recherche :

a) la première porte sur la singularité de l'*ingénierie soutenable contemporaine*. De ce point de vue, nous nous appuierons sur l'exigence, centrale dans ce séminaire Phiteco, de coupler les dispositifs techniques à leurs milieux. Jusqu'à quel point convient-il d'opposer la posture "hightech" du géo-ingénieur – s'attachant à *réparer* ce "milieu des milieux" (Dubois et Halloy, 2024) qu'est l'atmosphère terrestre – et la posture "lowtech" de "l'ingénieur castor" (Morizot et Husky, 2024) qui, par ses dispositifs en bois, *soigne* le milieu des rivières en les connectant à la terre ? ;

b) d'ordre philosophique, la seconde perspective questionne l'*injonction contradictoire* à laquelle nous devons aujourd'hui faire face. La gravité de notre situation écologique conduit en effet paradoxalement à la fois à critiquer radicalement les priviléges humains au regard du reste du vivant et – au contraire – à assumer et valoriser les responsabilités qui sont aujourd'hui spécifiquement les nôtres (Krtolica, 2002). Cette injonction contradictoire engage l'ingénierie soutenable contemporaine. Dans quelle mesure, le géo-ingénieur, s'il ne saurait être réduit à un apprenti-sorcier visant à *piloter* les dynamiques de la Terre (pour la refroidir), assume-t-il néanmoins une responsabilité spécifiquement humaine : celle de réparer ce que nous avons abîmé ? En quel sens ce "fabricant des milieux" qu'est "l'ingénieur-castor" témoigne-t-il, lui, de la nécessité de notre effacement devant le vivant (et les alliances qui le constitue) s'il s'agit de prendre soin des milieux ?

2. L'objectif de notre intervention sera de problématiser l'hétérogénéité des deux termes de l'alternative ici questionnée : la géo-ingénierie du côté de l'humanisme et de la réparation de nos milieux ; "l'ingénierie castor" du côté d'une philosophie du vivant et du soin de ces milieux. Nous questionnerons ainsi les ingrédients que ces deux termes convoquent pareillement (au-delà même de leurs différences incontestables) : une même critique des *pouvoirs* humains (ceux de l'ingénieur) ? Une même exigence d'assumer le poids des *incertitudes* ? Une même conjugaison, finalement, de responsabilité et d'imitation du vivant ? Nous suggèrerons en définitive la nécessité de déjouer cette alternative elle-même, encore attachée en effet, nous semble-t-il, à la logique du capitalisme contemporain. Ni géo-ingénieur ni castor ?

## Penser la place des milieux techniques au cœur de la redirection écologique

Alexandre Monnin

Enseignant-chercheur

*Imaginarium-S / POPSU Transition Nice Côte d'Azur*

La question technologique est au cœur des bouleversements en cours. Elle apparaît pour les uns comme la cause de nos maux, et pour d'autres, comme la solution à ces derniers. Souvent convoquée sur le banc des accusés au titre d'une critique du techno-solutionnisme ou de l'extractivisme, plusieurs publications récentes mettant en cause la transition énergétique de même que des chantiers industriels en cours. La critique de l'industrialisme est parfois étendue à la transition écologique elle-même, contribuant à la décrédibiliser. Un ré-ancrage territorial, axé sur les enjeux de subsistance, prendrait ainsi la place d'une modernité sur le point de chanceler. Pourtant, à rebours de ces velléités, tous les scénarios du GIEC nécessitent un certain niveau de développement et de transfert technologique pour sortir de l'ornière – en plus des changements importants en matière de politique, de gouvernance, de lutte contre les inégalités, etc. D'autres scénarios, décroissants ou assimilés, mobilisent également les gains d'efficacité à venir et la décarbonation pour imaginer des modes de vie viables à 8 milliards d'individus. Dans ces conditions, la voie du rejet ou la bascule vers les low-tech est-elle la seule possible ? Faut-il sortir de la production (ou du « producérisme ») ? Dans le cas contraire, existe-t-il aujourd'hui une possibilité de faire place aux milieux techniques de manière non-naïve, en intégrant la question du renoncement, et sans laisser de côté les questions difficiles pour l'écologie de la puissance et de la géopolitique, plus vives que jamais ?

## L'engagement dans les milieux. Qu'est-ce qui mérite d'être soigné, comment, et avec qui ?

Alexandra Bidet

*Chargée de recherche au CNRS au sein du Centre Maurice Halbwachs*

Manuel Boutet

*Maître de conférences à l'université de Côte d'Azur, Groupe de Recherche en Droit, Économie, Gestion (GREDEG)*

Nous pointerons quelques questions que l'appel à prendre soin des milieux nous semble laisser ouvertes. Comment tirer en effet pleinement parti de la dimension constitutive de la technique, c'est-à-dire de la co-genèse des personnes et de leur milieu ? Comment penser les conflits de milieux lorsque plusieurs collectifs s'engagent dans le même environnement ? De quel type d'enquête, mais aussi de conséquentialisme avons-nous besoin pour faire atterrir nos activités de production et de consommation dans l'Anthropocène ? Quelle sociologie pourrait accompagner le soin apporté aux milieux ?

## Notes

## [Chapitre 1]

# De l'oubli des milieux aux échecs de conception

Mathieu Triclot

Pourquoi faudrait-il se préoccuper des milieux dans la conception ? À quoi bon ajouter cet impératif supplémentaire ? La première raison tient à l'expérience des échecs. Non seulement, il est possible d'attribuer nombre d'échecs de conception à des «effets de milieux» qui n'ont pas été pris en compte, mais les milieux sont aussi ce qui se révèle dans l'échec ou la déception : ça ne marche pas ou «ça ne prend pas», l'invention reste sur l'étagère... alors que toutes les parties prenantes ont toujours dit «oui» au long du processus. Mais pourquoi ? C'est à partir de ce genre d'énigme, si courante, dans les situations de conception, que l'on peut se mettre en quête de milieux. Le milieu résiste, renâcle et s'impose par frictions.

Dans une formule célèbre, le philosophe Gaston Bachelard, affirmait qu'en science, «il ne saurait y avoir de vérité première. Il n'y a que des erreurs premières». Adoptons un même genre de bachelardisme pour la technologie : «La première et la plus essentielle fonction de l'activité du sujet est de se tromper. [...] L'expérience est très précisément le souvenir des erreurs rectifiée» (Bachelard 1934, p. 23). En conception, ce principe ne surprendra pas grand monde. Il s'agit d'un des mots d'ordre parmi les mieux partagés : «*Fail fast, fail often*» (Babineaux & Krumboltz 2013). Commençons donc par tirer les leçons de quelques échecs, parmi les plus spectaculaires auxquels on puisse penser.

Ce chapitre raconte trois histoires édifiantes d'échecs, à des échelles diverses, comme autant de vignettes avec lesquelles réfléchir. Entendons-nous sur la notion d'échec. Dans nos histoires, il

ne s'agit pas de prototypes oubliés dans les cartons ou de technologies *vaporware*, ces produits fantômes, toujours annoncés, jamais réalisés, pur *bullshit* commercial. À chaque fois, les dispositifs sont déployés, les architectures construites, les budgets consommés. Retenons cependant, à minima, que, dans nos trois histoires, les promesses initiales n'ont pas été tenues. Mieux, il y a, à chaque fois, une forme de surprise dans l'échec de la promesse. C'est cette surprise qui fait toute la morale de l'histoire. La trajectoire de conception prévue dévie, comme si elle était rattrapée par des effets de milieux qui l'envoient droit dans le mur.

Ce sont trois histoires, parmi tant d'autres possibles. Nous sélectionnons celles-ci parce qu'elles nous semblent particulièrement spectaculaires, parfois même divertissantes, à chaque fois bien documentées, et propres à alimenter notre passion pour l'erreur : «plus complexe sera son erreur, plus riche sera son expérience», dit encore Bachelard.

Le mode d'emploi de ce chapitre est le suivant : commençons par écouter le récit de la promesse et prenons le temps d'essayer de deviner par où est-ce que cela a pu mal tourner. Dans une seconde partie du chapitre, nous présentons l'analyse de chaque situation. Gardons en tête ces questions pour mettre à profit les cas : quoi de commun entre les récits ? Quoi de différent ? Par où s'invitent les milieux ?

## 1] Il était une fois trois échecs...

### 1.1] Première histoire : un portable sur la tête

Notre première histoire est un des plus beaux exemples de projets techno-utopiste de la seconde moitié des années 2000. À une époque où le NASDAQ, la bourse des valeurs technologiques, commence tout juste à se remettre de l'éclatement de la bulle internet et où un vent d'optimisme nouveau se lève sur la tech. Il s'agit du programme *One Laptop per Child* (OLPC), initié par Nicholas Negroponte, ancien directeur du prestigieux Media Lab du MIT et soutenu par des géants de l'informatique et des communications, comme Google, AMD, News Corporation (le groupe de média de Rupert Murdoch), Ebay, Marvell Technology, Nortel, etc., sans oublier les Nations unies elles-mêmes.

La promesse est absolument maximale : «éliminer la pauvreté, créer la paix et agir pour l'environnement» (Ames 2019, p. 18). Il

s'agit de distribuer, comme le nom l'indique, un ordinateur portable par enfant dans les pays en voie de développement. L'ordinateur, dénommé XO, doit pallier l'absence ou la déliquescence des systèmes d'éducation. Dans les mots de ses concepteurs, le projet OLPC est un hack, «un cheval de Troie en forme d'ordinateur portable» (Ames 2019, p. 104) L'éducation est la clé de tout. Et l'ordinateur est la clé de l'éducation.

Le design est ambitieux et captivant. Il s'agit de produire une machine à bas coût, même si la barre des 100 \$ initialement avancée ne sera jamais atteinte. Cette machine doit être robuste : clavier, écran mais aussi connecteurs sont protégés lorsque la machine se referme par une bande de caoutchouc. Un des clous du spectacle dans les démonstrations techniques consiste à jeter l'ordinateur au sol ou à l'asperger d'eau ou de terre et à constater qu'il fonctionne toujours aussi bien. La machine tourne avec des logiciels libres et le projet recrute des communautés de développeurs chevronnés dans le monde entier. Le design est ludique : la machine a une poignée pour être transportée sur la route de l'école, les antennes pour le réseau forment deux petites oreilles sympathiques, et le logo reprend sous forme stylisée la posture d'un enfant qui lève les bras au ciel de joie.

Deux caractéristiques techniques attirent particulièrement l'attention et captivent l'imagination. La première est la présence d'une manivelle, dévoilée avec le premier prototype auprès de Kofi Annan, le secrétaire général des Nations unies, lors du Sommet mondial pour la société de l'information à Tunis en 2005 (**figure 1**). Cette manivelle se loge à l'intérieur de la coque et permet de recharger l'ordinateur à la main pour le faire fonctionner n'importe où, même là où il n'y a pas de prise électrique! (**figure 2**) La machine est certes peu puissante, mais elle est économique en énergie. La deuxième caractéristique enthousiasmante est la présence d'un réseau maillé, un *mesh network*, chaque machine servant de relai de proximité pour les autres. Ainsi, il suffit qu'une machine ait accès à internet quelque part pour diffuser le réseau de proche en proche vers les autres machines éloignées de l'infrastructure.

La promesse est de diffuser la machine dans le monde entier. Dans sa conférence TED de 2008, Negroponte annonce des accords avec treize pays, dont la Libye – «C'était vraiment marrant de



FIGURE 1. Nicholas Negroponte monte à Kofi Annan, le secrétaire général de l'ONU, le premier prototype de XO à manivelle : photographie présentée dans les diapositives de la conférence TED de Nicholas Negroponte du 27 juin 2008 ([https://www.youtube.com/watch?v=y\\_TKjfjgjiQs](https://www.youtube.com/watch?v=y_TKjfjgjiQs)).



FIGURE 2. Un jeune garçon expérimente avec son XO à Artigas en Uruguay en 2010 (CC BY 2.0: One Laptop Per Child).

rencontrer Khadafi dans sa tente, mais les chameaux sentent vraiment mauvais.» L'objectif annoncé est que l'OLPC représente « 20 % de la production mondiale d'ordinateurs dès l'année suivante» jusqu'à toucher 100 millions d'«enfants chanceux» de par le monde (Negroponte 2008).

Au-delà des chiffres, la promesse qui résume le mieux le projet est sans doute celle de livrer les ordinateurs par hélicoptère : «On prendra les ordinateurs et on les lancera par hélicoptère sur les

villages qui n'ont ni électricité, ni école. Et on reviendra un an plus tard pour voir si les gamins savent lire» (Thomson 2011). Après tout, la machine est suffisamment robuste pour résister à une chute de dix mètres. Et pas besoin d'électricité grâce à la manivelle ou à la batterie solaire intégrée dans les versions ultérieures. Il est difficile de ne pas penser ici au scénario du film *Les Dieux sont tombés sur la tête*, où une tribu de Bushmen, en plein désert du Kalahari, reçoit une bouteille de Coca-Cola jetée négligemment d'un avion.

Visualisons notre enfant muni de son ordinateur tombé du ciel. Prenez le temps d'imaginer comment les choses pourraient se passer. Notez vos hypothèses. Nous les comparerons ensuite au compte-rendu passionnant que donne la sociologue Morgan Ames de la réception, cette fois-ci au ras du sol, de l'OLPC au Paraguay.

### **1.2] Deuxième histoire : milieux sous cloche**

Notre deuxième histoire débute le 26 septembre 1991 : huit «biosphériens», à parité femmes et hommes, débutent un voyage immobile qui doit durer deux ans (**figures 3 & 4**). Ils vont se couper du monde pour vivre en autonomie dans une immense structure appelée Biosphère 2, construite dans le désert de l'Arizona, qui reproduit à l'identique cinq environnements ou biomes naturels – désert, savanes, mangrove, forêt amazonienne, jusqu'à un océan miniature avec son récif corallien - et deux environnements humains –, une ferme et des quartiers d'habitations. Dans le vocabulaire du projet, Biosphère 2 est la réplique artificielle de Biosphère 1, notre Terre.

Le bâtiment est une prouesse technique. L'ensemble du complexe s'étend sur plus d'un hectare, avec une immense pyramide de verre, des structures inspirées des dômes géodésiques de l'architecte Buckminster Fuller. Il a fallu trouver comment chasser la moindre fuite d'air dans cette structure de verre et d'acier, mais aussi traquer les résidus de gaz libérés pendant la construction, tout en assurant les conditions techniques du maintien artificiel des écosystèmes. Des biologistes ont participé aux côtés des ingénieurs à la construction de ces écosystèmes en conserve, en choisissant avec soin les espèces, en reconstituant l'ensemble des chaînes alimentaires à la recherche de la soutenabilité, mais aussi en assurant les conditions climatiques nécessaires à chaque biome. Le défi le plus impressionnant est la construction de l'océan miniature, avec son



FIGURE 3. Les huit membres de la première expédition lors de la phase finale de la construction du complexe en 1990 (CC BY-NC 2.0: Science Photo Library).

récif corallien, qui suppose de produire artificiellement les vagues nécessaires à l'écosystème. Le bâtiment est même doté d'une sorte de poumon artificiel qui permet à la structure de “respirer” en modifiant son volume en fonction des fluctuations de la température de l'air intérieur.

L'ensemble forme un mélange inextricable de nature et de technique, bourré de capteurs, pour éviter le moindre dérapage. Les promoteurs ont conscience de la fragilité de l'entreprise : le moindre déséquilibre, en matière de température, de concentration de CO<sub>2</sub>, d'acidité dans l'océan miniature, conduirait rapidement à la catastrophe. Or, et c'est le défi, les biosphériens doivent démontrer qu'ils peuvent survivre deux ans dans cet environnement intégralement reconstitué, en produisant l'intégralité de leur nourriture, en recyclant l'ensemble des déchets et en maintenant l'équilibre global du système, dans l'idéal d'une économie parfaitement circulaire. Et, si possible, sans s'entretuer entre-temps.

Financé par le milliardaire Ed Bass et porté par l'ingénieur John Allen, devenu passionné d'écologie des systèmes, mais aussi drama-



FIGURE 4. Vue du complexe Biosphère 2, avec les quartiers d'habitats et le «poumon» de la structure (CC BY 2.0 : DrStarbuck).

turge à ses heures perdues, et animateur d'un ranch techno-hippie, le projet se situe sur une frontière floue entre science et spectacle. Ce qui lui sera constamment reproché et alimentera conflits et campagnes de presse. On pourrait considérer Biosphère 2 comme l'équivalent pour le XX<sup>e</sup> siècle du célèbre canard de Vaucanson au XVIII<sup>e</sup> siècle. Le canard était la réplique automatique de l'animal, reproduisant aussi bien le mouvement externe des ailes, que le mouvement interne de la digestion. La machine était à la fois « validée » par l'autorité de l'Académie des sciences et destinée à être exposée dans les plus grandes foires d'Europe (Doyon & Liaigre 1966). Ce que le fameux canard réalisait à l'échelle de l'organisme, c'est-à-dire la réplique artificielle des fonctions du vivant, Biosphère 2 le réalise à l'échelle du système Terre. Et dans un cas comme dans l'autre, la transmutation du vivant en machine génère une immense fascination. Les baies vitrées du complexe permettent de voir à l'intérieur de la structure. Les visiteurs se sont pressés pour contempler les biosphériens au travail dans leur bulle. Au point que le complexe est devenu la deuxième attraction touristique, en nombre de visiteurs, de l'Arizona, derrière le grand Canyon.

Sur le plan scientifique, l'expérience présente un double enjeu. Il y a, d'une part, un enjeu d'écologie théorique : le bâtiment permet l'étude, dans des conditions contrôlées, de l'évolution de ces écosystèmes technico-naturels. Mais il y a aussi, d'autre part, une seconde problématique, massive, liée à la conquête spatiale et aux voyages habités. Sommes-nous capables de reconstruire, à partir de rien, dans un milieu clos, des conditions de vie soutenables sur la longue durée ? Le problème de Biosphère 2 est celui de la colonisation de Mars ou du voyage spatial. Le projet se distingue par son ampleur : contrairement à ce que faisaient jusqu'ici les Russes ou la NASA, il ne s'agit plus d'expérimenter dans des environnements restreints, intégralement techniques, dont les sources d'alimentation sont limitées à la culture d'algues (lesquelles servent aussi à la filtration de l'air)<sup>1</sup>. Il s'agit de tenter l'expérience avec une multitude d'écosystèmes, en tablant sur les effets de stabilisation de ces différents biomes. Les concepteurs revendiquent cette rupture : il s'agit de rompre avec la science normale, analytique, pour expérimenter une nouvelle approche holistique du problème.

Le 26 septembre 1991, nos huit biosphériens pénètrent donc la bulle, vêtus de tenues qui ne dépareilleraient pas dans la série *Star Trek*. Ils prononcent un petit discours devant la foule de curieux venus assister à l'évènement et s'enferment pour deux ans, avec un stock de graines à planter, quelques poules, chèvres et cochons.

Qu'est-ce qui aurait bien pu mal tourner ? Prenez le temps de formuler quelques hypothèses.

### **1.3] Troisième histoire : techniques de la justice sportive**

Notre troisième histoire concerne un sujet plus familier. Le 18 novembre 2009, à la 103<sup>e</sup> minute du match qui oppose la France à l'Irlande, l'attaquant français Thierry Henry dévie de la main le ballon pour le défenseur William Gallas qui marque de la tête. Cette action assure la qualification de l'équipe de France à la Coupe du monde et disqualifie les Irlandais qui avaient dominé la rencontre. L'injustice est totale. Les Français exultent, les Irlandais se ruent sur l'arbitre. Le but est validé. Si les téléspectateurs ont pu revoir l'action au ralenti, sous toutes les coutures, ce n'est pas le cas de l'arbitre de la rencontre, le Suédois Martin Hansson, persuadé

---

[1]Le jeu vidéo *Oxygen not included* (Klei Entertainment, 2019) est une bonne façon d'expérimenter avec ce problème de la survie en milieu clos.

d'avoir pris la bonne décision. Si Hansson avait eu accès à la vidéo, le but n'aurait jamais été accepté (**figure 5**).

Cet épisode est un des moments clés de l'histoire de l'adoption de l'arbitrage vidéo (VAR pour *Video Assistant Referee*) dans le football. L'enjeu est maximal, la faute est évidente et la controverse qui s'ensuit est monumentale. En dépit des pétitions, la FIFA refusera de rejouer le match. Au sein des instances du football, les partisans de la VAR gagnent du terrain. Après tout, l'arbitrage vidéo est déjà en vigueur dans nombre de sports : rugby, tennis, escrime, hockey, football américain, baseball, cricket, etc. En 2010, la fédération néerlandaise propose une réforme des lois du jeu pour intégrer la vidéo, qui est testée localement lors de la saison 2012-2013. En 2016, décision est prise par l'*IFAB (International Football Association Board)*, l'organisme chargé des lois du jeu, de lancer l'implémentation de la VAR. L'inclusion dans les championnats majeurs a lieu à partir de la saison 2018-2019.

Le terme lui-même est trompeur. L'usage fait dire «la VAR», comme s'il s'agissait d'un dispositif technique autonome, alors qu'il s'agit du VAR, de l'arbitre assistant vidéo. L'arbitre central peut solliciter l'aide de cet assistant vidéo, lui-même membre du corps arbitral, aidé d'un adjoint et d'un technicien. Cette équipe a accès aux caméras des diffuseurs, ainsi qu'à des caméras spécialement dédiées aux hors-jeu. L'appel à l'assistant vidéo est limité à quatre situations : but, penalty, carton rouge direct et identification des joueurs impliqués sur les fautes. L'assistant vérifie toutes les actions



FIGURE 5. Un arbitre assistant vidéo au travail durant un match du championnat serbe (CC BY-SA 4.0: Niko4it).

et peut informer l'arbitre de champ qu'une «erreur manifeste» a été commise ou un «incident grave» a été manqué (IFAB 2023). L'objectif est de réduire les erreurs et injustices commises en profitant des capacités techniques d'une régie vidéo. Il n'y aurait plus but sur la main de Thierry Henry.

Mais qu'est-ce qui pourrait mal se passer?

Nos trois promesses ont maintenant été formulées. Vous savez que les projets ont d'une manière ou d'une autre échoué à réaliser leurs promesses. Comparons maintenant vos hypothèses à la réalité.

## 2] Les milieux résistent

### 2.1] Retour sur *One Laptop per Child*

Revenons à notre première histoire : celle du projet *One Laptop per Child*. Que se passe-t-il si on envoie un PC à des enfants dans un village isolé ? À quoi faut-il s'attendre ? Il ne surprendra personne d'apprendre que le projet OLPC n'a pas mis fin à la pauvreté ou à la guerre. Qui peut croire à de telles promesses ? Mais encore faudrait-il comprendre pourquoi celles-ci ne cessent d'être énoncées et les dommages qu'elles provoquent au final. Le projet n'a pas distribué 100 millions de machines, mais son impact est loin d'être négligeable avec 3 millions d'ordinateurs portables mis en circulation.

Comment les choses se sont-elles passées une fois les ordinateurs dans les mains des enfants ? C'est ici que l'ouvrage de Morgan Ames offre une contribution indispensable (Ames 2019). Ames a passé plusieurs mois dans les écoles paraguayennes dotées en OLPC et réalisé 144 entretiens avec les professeurs, les familles, les promoteurs locaux du projet. Le cas du Paraguay est particulièrement intéressant. En effet, 85 % des OLPC ont été distribués en Amérique Latine, dont 75 % pour le Pérou et l'Uruguay.

Dans le cas du Pérou, le déploiement s'est fait en suivant à la lettre la promesse : donner les ordinateurs et repartir, y compris avec les fameuses distributions dans les villages isolés... par hélicoptère. Le cas de l'Uruguay est différent puisque le pays a un PIB par habitant quasiment deux fois supérieur à celui du Pérou, et comparable à la Roumanie ou à la Bulgarie, avec un système scolaire structuré, un taux d'alphabétisation de 98 %. Le cas du Paraguay est encore un peu différent, puisqu'il s'agit d'un projet

de taille beaucoup plus modeste, avec 10 000 machines distribuées, mais bénéficiant d'un suivi par une organisation non-gouvernementale, Paraguay Educa, qui, contrairement à ce qui s'est passé au Pérou, a tenté de pallier le déficit d'infrastructure, en installant des antennes wifi et des prises électriques dans les écoles, ou encore en lançant de modestes programmes de formation des enseignants. L'action de Paraguay Educa lui a valu d'être régulièrement cité comme l'un des projets les plus réussis.

Pour autant, dans chaque cas, la distribution d'OLPC n'a pas eu d'impact mesurable sur les performances éducatives, selon les études menées sur place. L'étude de la Banque inter-américaine pour le développement montre peu d'effets pour les 500 000 enfants péruviens. Il faut dire qu'il n'y a eu aucun financement pour les infrastructures, ni formation des enseignants, ni accès à internet. Il y a peu d'usage. Les ordinateurs restent dans un placard à l'école. Le cas de l'Uruguay est plus proche de celui étudié au Paraguay, avec un soutien aux infrastructures et un investissement social. Mais les enquêtes conduisent à un résultat similaire au Paraguay : 25 % à 35 % des machines sont inutilisables. L'étude conduite par l'Université Nationale de l'Uruguay ne montre aucun gain en lecture ou mathématiques (Ames 2019, p. 156).

Comment expliquer que la machine ne rencontre pas le succès attendu et échoue à produire les effets éducatifs espérés ? Le projet coche à peu près toutes les cases de l'occultation des milieux dans la conception. Nous pouvons retenir deux leçons de l'ouvrage de Ames, comme autant de figures de cet oubli.

Suivons d'abord Ames dans l'observation d'une séance en classe. Celle-ci ne devrait guère surprendre n'importe quel professeur habitué à travailler avec des technologies numériques. Sur les 14 élèves, 9 ont leurs ordinateurs, 5 ne l'ont pas, soit qu'il soit cassé, soit que les élèves, transférés d'une autre école n'en aient pas été dotés. Sur les 9, seuls 2 ont le programme nécessaire à la leçon, Tux Paint. Pas grave, l'enseignante a prévu une clé USB pour flasher les machines. Mais le processus ne marche pas. Souvent les ordinateurs n'ont plus de place mémoire. Il faut désinstaller d'autres programmes et rebooter. Mais les PC allumés se trouvent bientôt à cours de batterie. Paraguay Educa a beau avoir fait installer deux prises par classe, elles ne sont pas assez nombreuses. Et encore, il n'y a pas de coupure de courant

ce jour-là. Quarante-cinq minutes plus tard, 6 étudiants sont prêts pour la leçon, les autres suivront au papier crayon... quand ils ne sont pas occupés à regarder un épisode de *Naruto* sur l'une des rares machines en fonctionnement. L'OLPC se révèle ainsi un tout autre cheval de Troie que celui envisagé par ses promoteurs, qui complique singulièrement le travail des enseignants.

On pourrait dire que le premier oubli ici est celui du milieu technique. Il est, d'une certaine manière, délibéré. La manivelle était censée résoudre le problème du réseau électrique. Le *mesh network* celui du réseau internet. Comme si la machine pouvait déployer par elle-même sa propre infrastructure. Or, la manivelle est restée à l'état de prototype. Pour la petite histoire, elle s'est cassée lorsque Kofi Annan a voulu montrer la machine. De plus, l'ordinateur n'était pas assez puissant pour faire fonctionner le *mesh network*, dont Ames explique qu'il crashait à partir de trois machines connectées. Alors que l'ordinateur était censé être robuste, selon les estimations de Paraguay Educa seules 40 % des machines étaient encore en bon état un an après, avec la fragilité de l'écran, la tentation de les attraper par les antennes wifi et la difficulté à se procurer des pièces détachées. Il n'y a pas d'objet technique sans milieu technique : à quoi bon avoir des voitures si l'on n'a pas de route, des ordinateurs si l'on n'a pas d'électricité ? L'occultation *by design* des infrastructures et de la maintenance a conduit à un premier point de friction évident. Toute seule, la machine ne sert pas à grand-chose.

On pourrait cependant objecter, à raison, que la leçon en classe ne correspond pas au cas d'usage envisagé pour la machine. Les promoteurs étaient inspirés par la pédagogie constructionniste, développée par le chercheur Seymour Papert au MIT, lui-même impliqué dans les débuts du projet. C'est ici que se trouve le véritable cœur battant de la promesse. L'idée est que les ordinateurs permettent un mode d'apprentissage autonome, en rupture avec l'apprentissage scolaire standardisé. Dans cette perspective, il est essentiel de comprendre que l'OLPC n'a pas pour but d'améliorer l'école, mais de la transformer, voire de l'évincer. Les enfants pourront apprendre seuls, sans la supervision des adultes.

Les ordinateurs nous permettent d'éviter aux enfants le processus traumatique dangereux et aléatoire qu'est l'éducation scolaire. Rien n'est plus ridicule que l'idée selon laquelle cette technologie

pourra être employée pour améliorer l'école. Elle va déplacer l'école et la façon dont nous avons jusqu'ici compris l'école. Les défauts de l'école sont absolument fondamentaux. Il est impensable que l'école telle que nous l'avons connue se poursuive (Ames 2019, p. 61).

Cette promesse s'incarne tout particulièrement à travers les programmes installés sur la machine, comme *Scratch* ou *Turtle Art*. Ce dernier permet de dessiner en utilisant des instructions en *Logo*, langage développé par Papert. Le cœur de l'apprentissage se ferait donc de manière autonome par la programmation.

Or, ici, les données de terrain sont sans appel. Le premier usage de l'ordinateur est un non-usage : 15 % des ordinateurs sont cassés auxquels s'ajoutent 50 % qui ne sont jamais utilisés par les enfants en dehors de l'école. Ces derniers n'en voient tout simplement pas l'intérêt. Mais le tiers d'utilisateurs restant n'utilise absolument pas la machine dans l'usage escompté, mais comme un instrument de consommation médiatique : dessins animés sur internet ou jeu vidéo, à commencer par *Vascolet*, un clone publicitaire de *Super Mario Bros* produit par Nestlé pour la machine. L'usage constructionniste est donc ultra-minoritaire. Ames parvient à dénicher deux enfants, un frère et une sœur, qui s'intéressent, pour un temps, à *Scratch*. Mais les conditions sont particulières puisque leur mère est impliquée dans Paraguay Educa... Les autres enfants qui se conforment à l'usage prescrit se recrutent dans les quartiers riches de la capitale, où l'usage de l'anglais permet de se débrouiller pour trouver des ressources en matière de programmation.

Nous trouvons ici une deuxième forme d'occultation du milieu, cette fois-ci socio-technique. Et, à nouveau, cette occultation est à dessein. Non seulement l'ordinateur est censé produire ses effets indépendamment des conditions locales, du niveau d'éducation des familles, des compétences des uns et des autres, mais les utilisateurs n'ont jamais été au centre du design. L'OLPC est, de ce point de vue, un modèle de conception étrange, qu'on pourrait dire «orienté concepteurs» plutôt qu'utilisateurs. Non seulement l'absence de prototypage ou d'essai grandeur nature avant le déploiement des machines est revendiquée, mais surtout, la conception est empreinte, selon l'expression de Ames, d'une forme de nostalgie.

La machine n'est pas pensée pour les enfants actuels, dans la diversité de leurs conditions d'existence, mais pour les enfants que

les concepteurs ont été. C'est ce «design nostalgique» qui explique que les limitations techniques drastiques de la machine n'ont jamais été envisagées comme un véritable problème. Justifié par le coût, le retard technique de la machine était aussi considéré comme une opportunité : les enfants seraient obligés de hacker, de pousser le portable dans ses retranchements, tout comme les concepteurs avaient eu à le faire avec les ordinateurs peu puissants de leur jeunesse. Or, à l'usage, ces limites, notamment en termes de mémoire, apparaissent comme un frein considérable.

Toute la machine est traversée par l'idéologie du «garçon techniquement précoce», du petit génie qui code tout seul dans sa chambre... en oubliant les conditions sociales qui favorisent ce type de pratiques, notamment en termes de genre. Parmi les deux enfants de Caacupe que suit Ames, c'est la sœur qui se montre la plus entreprenante, mais qui finit par être mise sur la touche au profit des garçons.

L'OLPC représente ainsi une forme quasiment caricaturale d'oubli des milieux et des utilisateurs. L'image de l'ordinateur balancé par hélicoptère sur les gamins offre une figure extrême du global : vu du ciel, les enfants sont les mêmes partout ; nul besoin d'aller se compliquer la vie dans les conditions intriquées du terrestre. On reviendra après et la machine aura produit toute seule ses effets, dans le colloque singulier entre l'utilisateur et le dispositif. L'oubli des milieux et des médiations apparaît comme le fantasme technosolutionniste ultime.

Est-ce à dire que le projet était condamné à échouer ? L'expérience de Paraguay Educa montre la voie... mais aussi toutes les contradictions de cette affaire. C'est la dernière leçon que l'on peut retenir de Ames. Que fait Paraguay Educa si ce n'est de la conception orientée milieu, en reconstituant avec ses moyens un milieu d'usage favorable pour la machine, en prenant soin aussi bien des infrastructures matérielles que de la transmission humaine des savoirs et des capacités ? Mais le drame de l'histoire est que la grande promesse se perd aussitôt dans un travail beaucoup plus lent, graduel et ingrat : au final, il faut reconstituer de l'infrastructure scolaire... c'est-à-dire précisément ce que l'OLPC promettait d'éviter d'avoir à faire. Et lorsque se tarit la magie de la promesse, se tarissent bientôt à leur tour les financements. Entre faire semblant que la

magie opère et le vrai travail d'aménagement d'un milieu éducatif favorable, il n'y a pas de place pour un tiers terme.

## 2.2] Retour sur Biosphère 2

Le cas de Biosphère 2 nous livre une autre leçon. Le problème n'est plus l'oubli du milieu, mais la perspective de sa maîtrise totale. Biosphère 2 est un exemple particulièrement saillant de la tentative de transformer le milieu en environnement, en un système intégralement sous contrôle. Nous suivons ici le compte-rendu de Mark Nelson (2018), l'un des participants de l'expérience.

Qu'est-ce qui a pu mal se passer? Procérons à une avance rapide vers la nuit du 5 avril 1994: vers 3 heures du matin, deux membres de la première expédition, Abigail Alling et Mark Van Thillo, attaquent le complexe. Ils brisent plusieurs vitres, forcent l'ouverture des sas et dégradent des filtres à oxygène (Hotz & Bauman 1994). Biosphère 2 héberge à ce moment-là une deuxième expédition, qui s'achèvera prématûrément quelques mois plus tard. Cet épisode n'est que l'un des soubresauts dans la série de conflits rocambolesques qui transversent l'histoire du projet. La veille, Ed Bass, le financeur du projet a pris la décision d'évincer le management scientifique, porté par John Allen, et d'installer à la tête du projet un banquier d'affaire, dont le nom ne vous est peut-être pas inconnu, puisqu'il s'agit de Steve Bannon, devenu depuis l'idéologue d'extrême droite, responsable des campagnes de Donald Trump. Bannon s'empare du site avec une équipe de policiers. La justice estimera, quelques années plus tard, qu'Alling et Van Thillo ont eu raison, qu'ils ont agi en connaissance de cause, pour sauver les membres de l'expédition menacés dans leur intégrité physique par le nouveau management (Stern 1996).

C'est la fin de Biosphère 2, comme site de «missions de survie». La responsabilité du complexe est transférée à l'Université de Columbia en 1995, qui abandonne le principe d'expérimentations en milieu clos et l'utilise comme vivarium destiné à expérimenter l'impact des niveaux de CO<sub>2</sub> sur la végétation. En 2005, le site est à vendre, menacé d'être racheté pour être transformé en zone touristique, avec centre commercial et complexes hôteliers. L'Université d'Arizona, soutenue encore et toujours par Ed Bass, préempte le rachat et maintient la fonction du site comme zone d'expérience écologique, jusqu'à ce jour.

Quelles leçons tirer de la première mission ? Comme pour l'OLPC, la controverse est possible pour la qualifier en succès ou en échec. Les huit biosphériens sont sortis sains et saufs deux ans, jour pour jour, après leur entrée. Bien qu'ils se soient fâchés à mort et scindés en deux clans, ils ne présentaient pas de symptômes de dépression. Au plan physique, ils avaient, certes, perdu du poids, du fait du régime basse calorie suivi et de l'expérience continue de la faim, mais ils étaient en bonne santé. Ce qui est plus polémique est la question de savoir dans quelle mesure la «réussite» de la mission – deux ans de survie en milieu clos sans apport externe – a pu être truquée. La sortie d'une participante qui s'était blessée à la main, dans les premiers mois de l'expédition, et surtout sa rentrée, chargée d'un gros sac, contenant simplement des pièces informatiques pour les uns, de la nourriture pour les autres, a alimenté la controverse médiatique. De même, la question de savoir si «l'équipage» a pu recevoir de la nourriture de l'extérieur a fait polémique. On sait qu'une partie des graines apportées initialement a été consommée comme nourriture primaire. Le fait de savoir si l'expérience devait se poursuivre en clôture intégrale a été le principal sujet de discorde dans l'équipe : une moitié plaidant pour la réorientation de l'expérience vers des motifs scientifiques, quitte à recevoir de l'aide extérieure, l'autre moitié plaidant pour la logique initiale de l'expédition de survie en milieu clos.

La question de la survie en autarcie a été tranchée par la suite, et sur un autre terrain que la nourriture, à partir du moment où a été révélé le fait que l'expérience a nécessité l'injection externe d'oxygène. Le système laissé à lui seul aurait conduit à la mort certaine de ses occupants. Pas plus sur Mars que dans un vaisseau spatial, il n'aurait été possible de sauver l'expérience. Cette question de la baisse du niveau d'oxygène est une des énigmes les plus intéressantes de l'aventure de Biosphère 2. En un sens, elle est l'une des expressions de la réussite architecturale du projet. Si le système avait été moins cloisonné, avec un peu plus d'échanges avec l'environnement extérieur, cette baisse de l'oxygène aurait été compensée et indétectable. Or, le taux d'oxygène dans l'air, à 20,9 % au début de l'expérience est tombé à 14,5 % 16 mois plus tard, soit l'équivalent d'un séjour à 4 000 mètres d'altitude (Nelson 2018, p. 174). Cette lente dégradation du taux d'oxygène dans l'air, associée au

régime faiblement calorique, a eu un impact considérable sur les biosphériens dont toute l'activité a été ralentie. Une des hypothèses physiologiques avancées est qu'ils auraient survécu dans un état analogue à une hibernation, retrouvant une capacité oubliée de l'espèce (Nelson 2018, p. 181). De fait, un des résultats étonnants est que leur métabolisme n'a pas compensé la baisse de l'oxygène dans l'air par un accroissement de globules rouges comme cela se passe en montagne, probablement du fait du régime alimentaire suivi.

Quoi qu'il en soit, le mystère de la disparition de l'oxygène est resté entier jusqu'à ce que Jeff Severinghaus et Wallace Broecker de Columbia ne trouvent l'explication en 1994. La première hypothèse pour expliquer cette disparition reposait sur le déséquilibre entre respiration et photosynthèse. Durant la journée, les plantes utilisent le CO<sub>2</sub> et l'eau pour produire des tissus et rejettent de l'oxygène dans le processus. Cet oxygène, déchet de la photosynthèse, est consommé par la respiration des animaux ou des bactéries aérobies qui rejettent à leur tour du CO<sub>2</sub>. Mais dans biosphère 2, le processus de respiration excédait la photosynthèse. Cet excès a été expliqué après coup par la richesse bactérienne des sols aménés pour soutenir la croissance végétale. Sans compensation par la photosynthèse, la seule respiration des sols prélevait un pour cent d'oxygène par semaine. On aurait néanmoins pu s'attendre, à terme, à ce que le système se rééquilibre, la croissance végétale bénéficiant à la fois de la richesse des sols et du CO<sub>2</sub> pour générer à son tour plus d'oxygène ramenant le système à l'équilibre. Mais l'énigme de biosphère est que la diminution du taux d'oxygène n'était pas corrélée à une augmentation du CO<sub>2</sub>. En effet, alors même que la gestion des taux de CO<sub>2</sub> était l'un des enjeux majeurs de la vie quotidienne des biosphériens, nulle part n'apparaît l'accroissement du taux de CO<sub>2</sub> auquel on aurait pu s'attendre du fait du déséquilibre entre respiration et photosynthèse.

La solution réside dans un facteur inattendu, à l'entrecroisement de la technosphère et de la biosphère : la structure de béton a fonctionné comme un puits de carbone. Le béton absorbe en effet le CO<sub>2</sub> à travers un processus dit de carbonatation. Les analyses ont montré que le béton à l'intérieur de la structure avait des taux de carbonatation dix fois supérieur au même béton, coulé à la même époque de la construction, mais en contact avec l'extérieur de la

structure. La solution du béton explique en outre pourquoi la perte d'oxygène était plus forte en hiver : une moindre production d'oxygène par les plantes menait à de plus forts taux de CO<sub>2</sub>, absorbé par le béton. Biosphère 2 offre un exemple extraordinaire d'intrication entre bio et techno-sphère : le déséquilibre entre la photosynthèse et la respiration de la vie microbienne est capturé et dissimulé par la chimie du béton.

Ce déséquilibre est sans doute le plus frappant, dans la mesure où il était totalement inattendu pour les membres du projet. La plus grande part de l'activité des biosphériens était tournée sur la gestion du CO<sub>2</sub>. Dans Biosphère 2, tous les cycles géochimiques se produisent à une échelle accélérée. Une trop forte concentration de CO<sub>2</sub> était le facteur qui faisait le plus craindre un échec rapide de l'expérience. Non pas à cause de l'effet de serre et du réchauffement, puisque le climat de Biosphère 2 est artificiellement contrôlé, mais du fait du déséquilibre dans la croissance des plantes et la production d'oxygène. Le CO<sub>2</sub> sert, en effet, à la croissance des plantes, mais devient contre-productif à partir d'un certain seuil. Il produit en outre une acidification des océans qui aurait mené rapidement à la disparition du récif corallien. L'équipe bénéficiait d'un dispositif de séquestration artificiel de carbone, mais elle a surtout utilisé des stratégies métaboliques, en stimulant artificiellement la croissance de la savane par irrigation, puis en coupant les herbes pour les stocker dans une réserve, servant de banque de carbone. De même, le moindre espace cultivable a été investi pour alimenter la photosynthèse. En définitive, le taux de CO<sub>2</sub> a été maîtrisé, avec tant d'efforts délibérés, mais aussi l'aide inattendue de la structure de béton.

La gestion du CO<sub>2</sub> illustre bien le soin considérable que les biosphériens ont dû porter à leur infrastructure vitale. Tout était calculé pour la survie, avec la pleine conscience de la précarité de l'expérience. Le relevé des taux de CO<sub>2</sub> ou de pH océanique faisait partie de la routine des briefings matinaux. Cependant, d'autres systèmes se sont transformés ou effondrés lors de l'expérience. L'ensemble des insectes pollinisateurs a été décimé par une espèce invasive de fourmis. Le biome désertique a commencé à évoluer vers un climat méditerranéen du fait de la condensation et de l'humidité. La forêt vierge a été colonisée par des belles-de-jour. De plus, l'équipe a dû

lutter contre une invasion massive de cafards. De manière générale, le maintien de la stabilité relative de l'écosystème a demandé un effort constant, au jour le jour.

L'expérience a-t-elle été une réussite ou un échec ? Une des manières les plus convaincantes d'en faire une réussite est de considérer, comme le biosphérien Mark Nelson, que l'échec du projet est sa véritable réussite. C'est-à-dire que la fonction de Biosphère 2 était de montrer à la fois la fragilité des écosystèmes et la nécessité d'agir, en permanence, pour en préserver les équilibres vitaux.

À partir de notre expérience dans Biosphère 2, où nous avons travaillé si dur pour empêcher le CO<sub>2</sub> et autres problèmes de détériorer notre biosphère et notre santé, une énorme question demeure : pourquoi jouons-nous aux dés avec notre biosphère globale ? L'endroit où expérimenter et apprendre des biosphères est dans les laboratoires comme Biosphère 2, pas avec quelque chose d'aussi précieux et irremplaçable que la vie sur la planète Terre (Nelson 2018, p. 70).

Peut-on reproduire sous cloche un environnement dont nous maîtriserions tous les paramètres et que nous pourrions intégralement piloter ? Reconstruire de A à Z les conditions de l'habileté du terrestre se révèle plus difficile que prévu. La meilleure leçon de Biosphère 2 est son échec : le milieu résiste ou excède la mise en système. Biosphère 2 nous confronte aux limites de cet idéal de maîtrise. Cet écosystème vivant sous cloche est construit sur l'oubli de l'historicité irréductible et de la singularité des milieux réels.

Est-ce qu'il y avait mieux à faire ou est-ce que le problème était, dès le départ, mal posé, comme l'écrivait à l'époque le philosophe Jean Baudrillard :

Biosphère 2 est le premier zoo qui inclut l'espèce humaine, et où l'être humain se prend lui-même pour une espèce zoologique en voie de perdition. En même temps, il s'affirme par là comme la seule espèce technologique capable de dominer toutes les autres, et se payant le luxe de les protéger après les avoir détruites. [...] Cette expérience, comme toute tentative de survie artificielle, de paradis artificiel de l'espèce, est illusoire, non pas par défaillance technique, mais dans son principe même. Elle est donc guettée, malgré elle, par les mêmes accidents que la vie réelle – heureusement, dirons-nous, l'enjeu involontaire de Biosphère 2 étant de vérifier, dans les meilleures conditions,

la vanité de toute abstraction rationnelle et scientifique de notre Biosphère 1. Espérons que l'univers aléatoire du dehors viendra briser ce cercueil de verre et ressusciter Blanche-Neige (cité par Scott 2019, p. 47-60).

### **2.3] retour sur la VAR**

Revenons, pour finir, à l'arbitrage vidéo. La promesse de justice sportive a-t-elle été tenue ? Le cas de la VAR nous entraîne sur un dernier terrain : celui de la «constitutivité» technique. Les techniques ne sont pas seulement des moyens neutres en vue d'objectifs déterminés, elles transforment invariablement les milieux et cadres de l'activité. La VAR ne règle pas le problème de l'arbitrage. Elle transforme le football.

Qu'est-ce qui a pu mal tourner ? Choisissons une autre scène de football : le 30 novembre 2022, le match du mondial au Qatar opposant la France à la Tunisie s'achève dans la confusion. Par l'intermédiaire d'Antoine Griezmann, les Français ont arraché une égalisation dans les arrêts de jeu. Les joueurs français se congratulent, les Tunisiens jouent le coup d'envoi, l'arbitre siffle la fin de la rencontre qui s'achève sur un match nul. Le diffuseur TF1 rend l'antenne. À la fin de la publicité, surprise : le but a été annulé par la VAR. La Tunisie remporte le match... sans enjeu sur la suite de la compétition. Mais l'histoire ne s'arrête pas là, puisque la Fédération française dépose alors une réclamation, arguant du fait que la VAR aurait été utilisée de manière illicite, alors que le jeu avait déjà repris.

Cet incident regroupe à peu près toutes les dimensions de la controverse sur le recours à l'arbitrage vidéo dans le football. Il permet d'identifier plusieurs «effets de milieux», qui n'étaient pas forcément évidents au point de départ. Ici, encore, et plus que dans les autres histoires, la notion d'échec se discute. Le système a été déployé. Même s'il génère, en permanence, son lot de controverses, il n'est guère question de revenir en arrière. Ce qui a pu arriver néanmoins, par le passé, dans d'autres sports, comme le football américain où l'arbitrage vidéo a été précocement introduit en 1986, supprimé en 1992, et réintroduit avec un autre périmètre en 1999. Ceci étant, il reste que la réalisation de la promesse initiale – celle de corriger les injustices et erreurs d'arbitrage (IFAB 2018) – par un surcroît de technique fait encore débat.

La VAR semble offrir un exemple particulièrement net de ce que l'essayiste Evgeny Morozov a baptisé du nom de «solutionnisme technologique» (cf. chapitre 12). Chez Morozov, le solutionnisme apparaît comme une forme d'illusion : l'idée que des problèmes sociaux complexes pourraient avoir des solutions techniques simples (Morozov 2013, p. 5). Ces solutions sont condamnées à échouer face à un retour de la complexité initialement refoulée. Dans le cas de l'arbitrage vidéo, ce retour du problème est une évidence. Manifestement, la VAR n'a pas supprimé les débats sur l'arbitrage, mais la solution les a simplement déplacés. Ce déplacement du problème était précisément l'objection que Michel Platini, alors président de l'UEFA, faisait à la VAR : «Ça ne règle pas les problèmes, ça les déplace. Je suis contre le VAR. Je pense que c'est une belle merde», déclarait-il (AFP 2019). Le cas du match France-Tunisie n'est pas loin de lui donner raison. Dans cet exemple, la VAR multiplie par deux la controverse plutôt que de la réduire : y avait-il hors-jeu, mais aussi l'usage de la VAR était-il légitime à ce moment du match ? La situation se traduit par ce curieux clivage de l'opinion : 85 % des passionnés de football se déclarent favorables à la VAR en 2019, mais 42 % de ces mêmes passionnés déclarent que ça marche mal et 49 % que la VAR «dénature l'esprit du football» (Fortune 2019) !

Nous aurions ici un cas typique de «contre-productivité paradoxale», pour reprendre le vocabulaire du philosophe des techniques Ivan Illich, dans lequel la solution, à partir d'un certain seuil, crée plus de problèmes qu'elle n'en résout. Un exemple typique est celui de l'automobile : la congestion du réseau diminue la vitesse (Dupuy 1975). La réponse technosolutionniste typique consiste en une forme de fuite en avant. Il faut construire d'autres routes, jusqu'à ce qu'elles soient congestionnées à leur tour, et ainsi de suite. Dans le cas de la VAR, le problème est qu'il n'y a jamais assez de VAR. Pour chasser les controverses, qui se sont réfugiées dans le car régie, il faudrait désormais assister les assistants par intelligence artificielle (Lausson 2021). Alors, là, seulement, on en aurait fini avec les polémiques sur l'arbitrage et refondé la justice sportive sur une base objective. Et ainsi, de suite.

Affirmer que la solution n'a fait que déplacer le problème – les controverses sur l'arbitrage n'ont pas disparu – est peut-être une critique trop timide. La solution ne résout pas le problème, mais le

problème était-il seulement bien posé ? L'arbitrage vidéo ne résout pas les controverses sur l'injustice des décisions arbitrales, mais ces controverses doivent-elles vraiment être réduites ? La question paraît provocatrice : la réduction des erreurs et injustices n'est-elle pas un objectif louable, par principe ?

Or, manifestement, la discussion de l'injustice, la mise en récit morale du sport est un ingrédient considérable de la discussion sportive. Il est possible de gagner en football « contre le cours du jeu », sans l'avoir mérité. L'ajustement imparfait de la récompense et du mérite semble être une coordonnée essentielle de l'expérience d'un jeu. Il serait juste « que le meilleur gagne ». Et pourtant la victoire et la défaite se joue sur un tout petit ensemble d'événements hautement aléatoires, si bien que le plus faible a toujours une chance de battre le plus fort. Par construction le football cultive l'aléa : telle est la fonction du ballon, un objet sphérique conçu pour échapper aisément à la prise et qu'il faut contrôler avec le membre le moins agile et le moins bien pourvu à cette fin, le pied. L'expérience de l'injustice est l'état normal du spectateur de football ; et non un état accidentel ou extraordinaire. En témoigne la formule de l'écrivain Nick Hornby (1992) : « L'état naturel du fan de football est la déception amère. »

La dimension constitutive de « l'erreur d'arbitrage » ou de « l'injustice » pour l'expérience sportive est rendue encore plus sensible si l'on considère le cas des jeux vidéo de football. Il y a ici une énigme : pourquoi y a-t-il des arbitres dans FIFA ? En effet, dans le cas des jeux de football, l'arbitrage est superfétatoire. Tout événement est parfaitement déterminé et le programme sait avec une certitude absolue si le ballon a franchi ou non la ligne, si la passe était hors-jeu ou si une faute a été commise. Le jeu offre un espace miniature de justice et d'objectivité absolue. La fonction de l'arbitre y est donc inutile : le programme remplace à la perfection son jugement. De fait, les premiers jeux de football ne possédaient pas d'arbitres. L'arbitre a été introduit dans un souci de « réalisme » de façon à imiter la retransmission télévisuelle des matchs. Jusqu'au point où l'arbitrage vidéo est lui-même intégré au jeu vidéo.

Mais faut-il aller jusqu'à introduire des erreurs d'arbitrage ? C'est manifestement la solution qui a été choisie, avec une forme de réglage variable de la sévérité de l'arbitre. La situation est curieuse :

les jeux vidéo de football réalisent le monde idéal de la VAR, celui dans lequel l'erreur d'arbitrage est devenue impossible ; et pourtant, ils réintroduisent des formes d'erreurs, l'arbitre fonctionnant comme un générateur d'aléatoire qui nourrit l'esprit du jeu. Le rédacteur cède ici la parole à son fils : « Romain, je l'ai charcuté dans la surface. Rien. Lui, il me pousse à peine : penalty, carton rouge. Je l'entendais hurler. » De fait, la question de l'injustice, non seulement des décisions prises par l'arbitre, mais aussi de toutes les résolutions algorithmiques qu'effectue en permanence le programme, est au cœur de l'expérience des joueurs. En témoigne la discussion interminable et buissonnante sur ce que les joueurs de FIFA appellent le « script », c'est-à-dire l'idée que le jeu triche sur certaines actions – un tacle réussi ou manqué, un ballon qui tape ou non le poteau – pour maintenir l'intérêt du jeu au détriment du mérite. Voici un monde où l'injustice et l'erreur sont expulsées par principe, mais où elles constituent pour autant une part essentielle de l'expérience ludique. La VAR poserait-elle la mauvaise question : faut-il vraiment éliminer l'erreur ou l'injustice en football ?

Si la première caractéristique du technosolutionnisme est de se présenter comme une solution technique évidente à un problème potentiellement mal posé, sa deuxième caractéristique est la négation des effets constituant de la technique sur l'activité. Le principe de la technosolution est de promettre une résolution du problème, «toutes choses égales par ailleurs». On fera mieux que l'existant, mais on fera exactement la même chose, sans rien transformer de l'activité. Or le cas de la VAR illustre particulièrement bien la dimension de constitutivité des techniques. Les techniques ne fonctionnent pas seulement comme un ensemble de moyens neutres déployés pour obtenir des résultats, mais ces moyens transforment non seulement les résultats attendus mais aussi l'activité elle-même.

Dans le cas de la VAR, cet effet de constitutivité technique est sensible à tous les niveaux de l'activité. Elle est évidemment présente pour le spectateur. C'est le cas, de manière emblématique, dans l'affaire du match France-Tunisie. La VAR transforme les conditions du spectacle sportif, sur son aspect le plus crucial : la célébration du but, la bascule de la défaite au triomphe. Ici, la VAR produit deux effets. Premièrement, elle fonctionne littéralement comme une technologie «rabas-joie». Le but est d'abord célébré, puis

ensuite annulé. Lémotion est décalée : elle se produit toujours sous le régime de lexplosion immédiate, mais elle est condamnée à rester dans les limbes jusqu'à la validation après coup. Un deuxième effet de la VAR est de produire du temps de jeu virtuel : des actions qui ont bien eu lieu, mais qui seront invalidées et qui nexistent plus du point de vue de la partie effective.

Mais la VAR ne transforme pas seulement l'expérience du spectateur, elle transforme aussi l'activité des arbitres elle-même. Ici, la vidéo et notamment la possibilité du ralenti fonctionne comme une technologie cognitive. Il a, par exemple, été démontré que la présence du ralenti altère le jugement : les arbitres ont tendance à juger plus sévèrement les fautes lorsqu'elles sont montrées au ralenti (Spitz *et al.* 2018). Autre effet : la VAR conduit à une conception millimétrique du hors-jeu, la recherche d'objectivité s'étend jusqu'à des seuils indiscernables à vitesse réelle. Autre effet encore, les arbitres assistants ont tendance à ne plus s'engager sur le jugement des hors-jeu, mais à laisser l'action se poursuivre, engendrant le fameux temps de jeu virtuel, quitte à être ensuite rectifiés par la VAR. Si les solutions techniques sont souvent présentées comme de simples outils, qui n'altèreront pas la souveraineté de l'utilisateur, elles transforment en réalité la prise de décision.

Un troisième effet de la VAR porte sur les lois du jeu elles-mêmes. Non seulement, il a fallu modifier les règlements pour inclure ce dispositif nouveau, mais la présence de la vidéo a conduit à un mouvement de balancier jurisprudentiel sur la fameuse loi 12, concernant la sanction des mains. A partir de quand une main est-elle fautive ? Contrairement à l'adage si souvent répété, la présence d'une « main décollée du corps » n'est pas un motif suffisant d'infraction. La faute implique de la part de l'arbitre l'évaluation de « l'intentionnalité » de la faute, critère hautement subjectif. Or, cette référence à l'intention a été supprimée des lois du jeu en 2019, sous l'influence de la VAR et de la recherche d'un critère objectif pour déterminer la faute. Quelques polémiques plus tard, la référence à l'intentionnalité a été réintroduite en 2021. Mais le problème de l'intentionnalité de la faute peut-il être résolu par un procédé technique ?

Que conclure de l'examen de la VAR ? La constitutivité dont fait montre la technique d'arbitrage vidéo n'est pas en soi un problème. Elle exhibe, au contraire, une loi générale de lopération des tech-

niques, qui ne se cantonne pas à la simple relation entre moyens et fins. Le problème dans ce cas n'est pas la constitutivité en soi, mais le fait de la mettre sous le tapis. Techno-solutionnisme est l'un des noms de cette opération d'ignorance délibérée.

Ce qui nous laisse une autre option possible en guise de travaux pratiques. Ayant esquissé quelques-uns des effets constitutifs de l'assistance vidéo sur le football, à plusieurs échelles, pouvez-vous imaginer ce que serait une conception du vidéo-arbitrage dans le football qui prendrait en charge ces effets de constitutivité, plutôt que de les reléguer sous le tapis ? À quoi pourrait ressembler un football transformé délibérément par l'arbitrage vidéo ? Que pourrions-nous faire de l'émergence des temps de jeu virtuel, du dédoublement des émotions, du point de vue du spectacle ? Quelles transformations des pratiques arbitrales ou des règles pourraient épouser les lignes de force nouvelles que dessine la VAR ? Pour cela, vous pouvez vous appuyer sur le bref survol de la diversité des formes d'arbitrage vidéo dans l'encadré (encadré 1).

#### Encadré 1. Technodiversité des formes de l'arbitrage vidéo

Si l'arbitrage vidéo a été adopté par de nombreux sports, le dispositif choisi pour le football est particulier. Il est intéressant de constater l'hétérogénéité des formes de l'assistance vidéo. De nombreux sports utilisent des technologies d'assistance à l'arbitrage, mais il s'agit bien souvent de décisions qui reposent sur un critère plus objectif que l'intention de faire faute. Ces systèmes s'apparentent, de ce point de vue, à la *Goal Line Technology*, utilisée en football depuis 2012 et qui permet de déterminer si la balle a franchi la ligne de but. La *Goal Line Technology* suscite moins de controverses, si ce n'est la critique de son coût, eu égard au service rendu.

Des techniques similaires existent au tennis, au cricket, au rugby : il s'agit de déterminer si une balle a franchi une ligne. La difficulté n'a rien à voir avec un problème d'intention. Dans le cas du tennis ou du cricket, le jugement est compliqué par la vitesse de la balle. Dans le cas du rugby, il est compliqué par l'empilement de corps au-dessus de la balle qui masque l'action d'aplatir dans l'en-but. Or, cette ambiguïté est largement résolue, depuis longtemps, dans des sports comme le football ou le basket par un dispositif technique parfaitement low-tech, qui est le

filet. Le dispositif du panier suffit à attester la réussite ou non de la tentative. Au basket, les aides à l'arbitrage étaient ainsi initialement liées au fait de savoir si le panier est marqué dans les temps.

Le cas du football apparaît relativement singulier de ce point de vue dans la mesure où l'arbitrage vidéo ne se cantonne pas à la mesure physique d'une trajectoire ou d'un franchissement de ligne, mais remonte en amont de l'action de but vers les fautes potentielles. D'autres sports s'engagent dans la même trajectoire, au nom du même impératif de justice. Ainsi, en rugby de la validation l'arbitrage est passé au jugement des en-avant et à la détection des «actes de jeux déloyaux».

Mais il existe, en outre, une diversité de modes de recours à l'assistance. Dans le modèle du tennis, du baseball ou du football américain, ce sont les joueurs ou les coachs des équipes qui demandent la vidéo. Le système s'apparente lui-même à un jeu puisqu'il repose sur une structure de pari. Le joueur de tennis, par exemple, a droit à 3 challenges pour contester une décision arbitrale dans la partie: si l'arbitre avait raison, il diminue son stock de challenges, si le joueur avait raison, il conserve son challenge. La logique est totalement inverse en football: non seulement, ni les coachs, ni les joueurs n'ont accès à la VAR, mais cet accès est, en outre, puni. Les joueurs qui demandent la VAR peuvent être sanctionnés. Une autre décision caractéristique de l'implémentation de la VAR en football est la non-publicité des échanges, contrairement, par exemple, au rugby ou au cricket. Personne ne sait ce qui se passe dans l'entretien privé, par oreillettes interposées, entre l'arbitre et son assistant en régie.

Le parcours parmi nos histoires d'«échecs» nous a conduit à considérer que ce qui faisait défaut, à chaque fois, est le milieu, sous des aspects divers: indifférence délibérée au milieu et conception hors-sol pour l'OLPC; résistance inaliénable du milieu contre la volonté de produire un environnement sous contrôle pour Biosphère 2; course-poursuite avec les effets de constitutivité de la technologie sur son milieu d'activité pour la VAR.

Adoptons la maxime suivante:

*Si on les oublie, les milieux renâclent, résistent et se ré-invitent par l'échec.*

Orientons-nous donc vers le souci des milieux dans la conception.  
Pour cela, il nous faut produire un concept de milieu.

### **Pour aller plus loin**

LATOUR Bruno (1992), *Aramis ou l'amour des techniques*, La Découverte.

Dans ce grand classique des études Science, technique et société, Bruno Latour analyse l'échec du projet Aramis, un projet de métro automatique à Paris, pour lequel chacun des acteurs se renvoie, après coup, la balle. L'ouvrage ouvre la boîte noire des processus de conception et montre l'importance des alliances entre humains et non-humains dans l'élaboration d'un réseau socio-technique, condition de réussite de l'innovation.

MOREL Christian (2014), *Les Décisions absurdes*, Gallimard.

L'ouvrage discute des exemples spectaculaires d'échecs, à commencer par l'accident de la navette *Challenger* en 1986. Pourquoi les responsables des boosters se sont-ils obstinés à conserver des joints qu'ils savaient défectueux ? Pour comprendre ce genre «d'erreurs radicales persistantes», comprises comme une forme d'action, menée avec constance, contre le but recherché, il faut plonger dans la sociologie des organisations et les biais qui affectent l'expertise.

NOVA Nicolas (2011), *Les Flops technologiques. Comprendre les échecs pour innover*, FYP.

L'ouvrage présente une collection de «flops technologiques» en partant des cas du visiophone et du réfrigérateur intelligent. Il propose une typologie des causes d'échecs qui recouvre en partie celle qui est présentée, notamment autour de la figure de «l'usager moyen» et «l'oubli du milieu technique» et plaide pour un autre modèle de conception.

### **Bibliographie**

AFP (2019), «Arbitrage vidéo : Pour Michel Platini, "le VAR est une belle merde"», *20 minutes* (<https://www.20minutes.fr/sport/2653975-20191118-arbitrage-video-michel-platini-var-belle-merde>).

BABINEAUX Ryan & KRUMBOLTZ John (2013), *Fail Fast, Fail Often: How Losing Can Help You Win*, Tarcher Perigee.

BACHELARD Gaston (1934), «Idéalisme discursif», in Alexandre Koyré, Henri-Charles Puech, Albert Spaier (dir.), *Recherches philosophiques*, vol. 4, Boivin.

DOYON André & LIAIGRE Lucien (1966), *Jacques Vaucanson, mécanicien de génie*, PUF.

- DUPUY Jean-Pierre (1975), «Ivan Illich et la némésis industrielle», *L'Arc* 62, p. 42-50.
- FORTUNE Gregory (2019), «VAR: 29 % des Français pensent que l'arbitrage vidéo dénature le football», RTL (<https://www rtl fr/sport/football/var-29-des-francais-pensent-que-l-arbitrage-video-denature-le-football-7798356885>).
- HORNBY Nick (1992), *Fever Pitch: A Fan's Life*, Gollancz.
- HOTZ Robert Lee & BAUMAN Adam (1994), “Biosphere Project Air Seals Broken: Environment: Two former inhabitants are suspected of opening doors to contaminate the ecology experiment. One says she acted for safety reasons, not sabotage”, *Los Angeles Times*, April 5.
- INTERNATIONAL FOOTBALL ASSOCIATION BOARD (2018), “Historic step for greater fairness in football” (<https://www.theifab.com/news/historic-step-for-greater-fairness-in-football/>).
- INTERNATIONAL FOOTBALL ASSOCIATION BOARD (2023), «Protocole d'assistance à l'arbitrage vidéo» (<https://www.theifab.com/fr/laws/latest/video-assistant-referee-var-protocol/#principles>).
- LAUSSON Julien (2021), «Football: après la VAR, de l'IA pour détecter les hors-jeu?», Numerama (<https://www.numerama.com/tech/759005-apres-la-goal-line-technology-de-lia-pour-detecter-les-hors-jeu-au-football.html>).
- MORGAN Ames (2019), *The Charisma Machine: The Life, Death, and Legacy of One Laptop per Child*, MIT Press.
- MOROZOV Evgeny (2013), *To Save Everything, Click Here: The Folly of Technological Solutionism*, Public Affairs.
- NEGROPONTE Nicholas (2008), «Nicholas Negroponte et le projet OLPC deux ans après», TED, 27 juin 2008, [youtube.com/watch?v=y\\_TKjfjgjiQs](https://www.youtube.com/watch?v=y_TKjfjgjiQs).
- NELSON Mark (2018), *Pushing Our Limits: Insights from Biosphere 2*, University of Arizona Press.
- SCOTT Felicity (2019), *Un climat sur mesure. Les colonies de la NASA (1972-1982)*, Editions B2.
- SEVERINGHAUS Jeff *et al.* (1994), “Oxygen loss in Biosphere 2”, *Eos Trans. AGU*, 75(3), p. 33-37.
- SPITZ Jochim *et al.* (2018), “The impact of video speed on the decision-making process of sports officials”, *Cogn. Research* 3, p. 16.
- STERN Eric (1996), “SBV firm on ‘sabotage’ claim”, *Tucson Citizen*, June 1.
- THOMSON Iain (2011), «Negroponte plans tablet airdrops to teach kids to read», *The Register*, 2 Nov. ([https://www.theregister.com/2011/11/02/negroponte\\_tablet\\_airdrops/](https://www.theregister.com/2011/11/02/negroponte_tablet_airdrops/)).