Méthodologie

Le Centre ERASME en partenariat avec l'Institute of Culture and Society (ICS) de l'**Université de Sydney** (Paul James) et le **Millennium institute** (Matteo Pedercini, Derek Chan) a développé une méthodologie de recherche qui s'appuie sur les cinq piliers suivants : (1) *Sustainability Science* ou science de la soutenabilité étudie les interactions entre les systèmes mondiaux, sociaux et humains ainsi que les mécanismes complexes conduisant à la dégradation de ces systèmes, (2) *Systems Thinking - Systems Dynamics* (développement du modèle iSDG à l'échelle nationale - France et Burkina Faso - territoriale et de la ville); (3) *Cercles de soutenabilité* (intégrant les quatre domaines : écologie, environnement, politique, culturel); (4) *les cartes de controverses et les cartes des acteurs* (notamment via le logiciel Xmind); (5) *la méthode des scénarios* (intégrant une dimension prospective dans les modèles).

SUSTAINABILITY SCIENCE



Hendry J. (2014), Science and Sustainability, Learning from indigenous, Palgrave Macmillan.

König A., Ravetz J. (2017), Sustainability Science, Routledge.

Diemer A., Marquat C. (2015), Education au développement durable, De Boeck.

Heinrichs H. & al. (2015), Sustainability Science: An Introduction, Springer.

Carillo N. (2019), Sustainability Science: An Integrated Approach, Larsen and Keller Education.

Becker P. (2014), *Sustainability Science : Managing Risk and Resilience for Sustainable Development*, Elsevier.

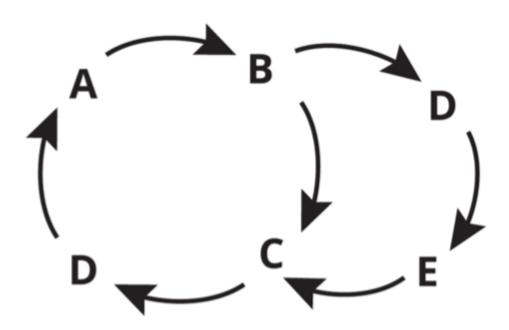
La science de la soutenabilité (Sustainability Science) étudie les interactions entre les systèmes mondiaux, sociaux et humains, les mécanismes complexes qui conduisent à la dégradation de ces systèmes et les risques concomitants pour le bien être humain. Cette science "en construction" doit relever les défis d'une société en mutation et dépasser les clivages et les raisonnements en silos des disciplines. La Science de la soutenabilité adopte une pensée systémique "System Thinking" et une vision holistique (sans pour autant rejeter l'expertise disciplinaire) afin d'appréhender des problèmes socialement et scientifiquement complexes. Elle revendique une approche interdisciplinaire et transdisciplinaire.

A côté des principaux piliers de la soutenabilité (économie, environnement, social), elle questionne la place du politique, de la culture, de la gouvernance, de la technologie, de l'éthique, du temps passé, présent et

futur, des différentes échelles géographiques (mondiale, nationale, régionale, territoriale)... Elle donne également un rôle aux acteurs (position, rapport de forces, convergences et divergences, controverses). La science de la soutenabilité questionne l'origine des savoirs (occidentaux, indigènes), notre capacité à comprendre les phénomènes et à résoudre les problèmes simultanément, la transposition des connaissances en compétences, la prise en compte de l'incertitude et des schémas de pensée (abstraction, simplification, complexité) dans la décision, les compromis nécessaires dans la résolution des problèmes.

La science de la soutenabilité aborde, dans le cadre d'une pensée systémique, un large éventail de sujets tels que le changement climatique, la perte de biodiversité, la population, nos modes d'alimentation et de déplacements, la dégradation des sols et des eaux. Elle ouvre le champs de l'action et du possible, en exigeant une intervention humaine (principes de responsabilité et de précaution) pour conserver, protéger et améliorer les ressources naturelles. La science de la soutenabilité constitue la pierre angulaire d'une éducation à, éducation aux changements climatiques, éducation à l'environnement, éducation aux risques majeurs, éducation au développement durable.

SYSTEMS THINKING TO SYSTEMS DYNAMICS



Forrester J.W (1961), Industrial Dynamics, Waltham, MA: Pegasus Communications. Forrester J.W (1968a), Principles of Systems, Waltham, MA: Pegasus Communications. 391 p. Forrester J.W (1969), Urban Dynamics, Waltham, MA: Pegasus Communications. 285 p. Meadows D. (2008), Thinking in Systems, Chelsea Green Institute.

Richmond B. (2000), "The thinking" in systems thinking. Honing your skills », The Systems Thinker, vol. 11, n° 8, Pegasus Communications.

Senge P., Ross R., Smith B., Roberts C., Kleiner A. (1994), The Fifth Discipline Fielbook, Nicholas Brealey Publishing. London.

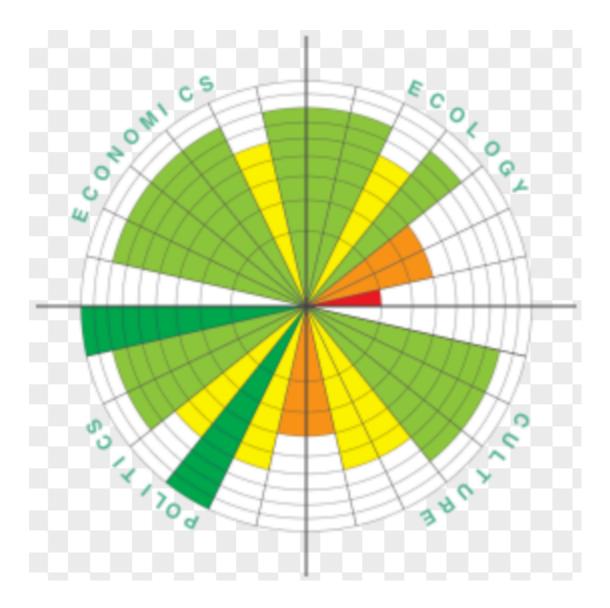
Sterman J. (2000), Business dynamics. Systems thinking and modeling for a complex world, New York, Mc Graw-Hill Higher Education.

La pensée systémique est une méthode permettant de cartographier un système complexe, elle constitue également la première étape mentale dans le design d'un modèle. L'étape suivante vise à quantifier le modèle afin de faire des simulations. C'est ce qui constitue le passage de « *System Thinking* » à « *System Dynamics* ».

La dynamique des systèmes (popularisée par Forrester) - via les diagrammes de boucles causales et les diagrammes de stocks – est l'étude des systèmes de rétroaction dynamique à l'aide de la simulation informatique (utilisation des logiciels VENSIM, STELLA ou POWERSIM). Elle s'applique aux problèmes dynamiques survenant dans des systèmes sociaux, de gestion, économiques ou écologiques complexes - littéralement tout système dynamique est caractérisé par l'interdépendance, l'interaction mutuelle, la rétroaction d'informations et la causalité circulaire. Le concept de rétroaction est au cœur de l'approche de la dynamique des systèmes. Les diagrammes de boucles de rétroaction de l'information et de causalité circulaire sont des outils permettant de conceptualiser la structure d'un système complexe et de communiquer des informations basées sur des modèles (il s'agit également de prendre en compte les délais temporels des boucles rétroactions). La méthodologie de la dynamique des systèmes implique la dominance et la non-linéarité des boucles, le concept de changement endogène, une structure de système (limites du système, boucles de rétroaction, niveaux et taux, objectif, état observé, écart, action souhaitée), des stocks (niveaux) et des flux (taux) en tant que composantes essentielles de la structure du système, et le comportement en tant que conséquence de la structure.

Le passage à la dynamique des systèmes permet d'intégrer les approches qualitative et quantitative du modèle, qui via la simulation informatique, permettent de faire des simulations à long terme (10 – 25 – 50 – 100 ans). Ce dernier point est crucial, le modèle ne donne pas de prévisions mais des évolutions de tendance sur le long terme. A ce titre, il constitue un bon outil d'aide à la décision. Au final, le développement d'un modèle de dynamique des systèmes passe par les étapes suivantes : (
1) Développement des diagrammes de boucles causales (CLD). Ceux-ci sont utilisés pour faire émerger des modèles mentaux sur le comportement des éléments (variables) du système exprimé sous forme de relations causales et de boucles de rétroaction (avec des délais temporels) ; (2) Cartes des stocks et des flux (S&F). Elles décrivent la structure du système en termes de flux et des accumulations de choses ; (3) Modèle de carte des limites. Celui-ci catalogue toutes les variables endogènes, exogènes et exclues du modèle ; (4) Modèles de dynamique des systèmes (SD). Ceux-ci combinent CLD et S&F qui décrivent le comportement dynamique d'un système ; (5) Schémas des sous-systèmes. Ils fournissent l'architecture globale d'un modèle, comprenant des sous-systèmes et des flux de choses entre les sous-systèmes.

CIRCLES OF SUSTAINABILITY



JAMES Paul, DIEMER Arnaud, (2018), Les cercles de soutenabilité, un nouveau paradigme pour les villes durables, Revue Francophone du Développement Durable.

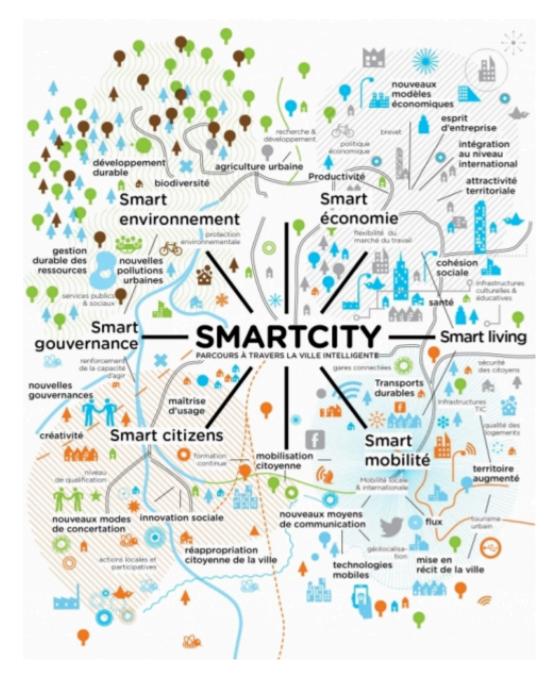
JAMES, Paul (2015). Urban Sustainability in Theory and Practice: circles of sustainability. Routledge. JAMES, Paul; SCERRI, Andy (2013). Auditing cities through circles of sustainability. Researchgate. Melbourne, Australia.

Circles of Sustainablity (Paul James, 2015) entendent proposer une analyse et une description de la durabilité d'un écosystème urbain. La « durabilité » est ici appréhendée comme un processus écologique, économique, politique et culturel qui se développe à l'échelle locale, nationale et mondiale. Les Cercles de Durabilité font eux-mêmes partie d'un processus plus général d'évaluation de Cercle de Vie qui prend en compte des critères de détermination, d'adaptation, d'habitabilité, de réconciliation et de sécurité. Les cercles de durabilité sont définis à partir d'un questionnaire « Profil de durabilité », ce dernier propose une analyse approfondie d'un écosystème urbain – que ce soit un village, une municipalité, une ville, une métropole... En répondant au questionnaire Profil Urbain, il est possible de réaliser une représentation graphique claire et simple de l'écosystème urbain observé.

L'écologie est définie comme un <u>domaine social</u> qui met l'accent sur les pratiques, les discours et les expressions matérielles qui se produisent à l'intersection des domaines du social et du naturel. Cela signifie que le domaine écologique se concentre sur des questions d'interconnexion socioenvironnementale, prenant en compte l'impact de l'homme sur l'environnement et sa place dans

l'environnement, des conséquences de la vie sur la planète aux problèmes environnementaux. L'écologique n'est donc pas traité comme un contexte de fond mais comme un lieu de vie. L'économie est définie comme un domaine social qui met l'accent sur les pratiques, les discours et les expressions matérielles associées à la production, l'utilisation et la gestion des ressources. Si la science économique se définit souvent comme la science de l'allocation des ressources rares, le concept de ressources est utilisé dans le sens le plus large du terme, y compris dans des contextes où elles ont été instrumentalisées à d'autres fins : accaparation des ressources par la violence ou accroissement de la valeur d'échange. La politique est définie comme un domaine social qui met l'accent sur les pratiques et les significations associées aux questions fondamentales du pouvoir social en ce qui concerne l'organisation, la légitimation et la réglementation de la vie sociale en société. Les paramètres de ce domaine s'étendent donc au-delà du sens conventionnel de la politique pour inclure les relations sociales en général. Ils transcendent la fracture publique/privée pour en donner une vision plus moderne. Le concept clé qui s'y rattache est celui d'une vie sociale ensemble. S'il est vrai que tout ce qui se fait dans le domaine privé ou public n'est pas forcément politique, de nombreuses questions politiques portent directement sur la durabilité d'une ville. La culture est définie comme un domaine social qui met l'accent sur les pratiques, les discours et les expressions matérielles qui, avec le temps, expriment les continuités et les discontinuités du sens social d'une vie en société. En d'autres termes, la culture, c'est « how and why we do things around here » (James, 2015, p. 53). Le « How » renvoie à notre pratique (matérielle), le « why » accentue les significations, le « we » fait référence à la spécificité d'une vie ensemble et le « around » précise la particularité spatiale et, par implication, temporelle de la culture du local au global.

CARTE DES CONTROVERSES/ACTEURS



Diemer A., Marquat C., Rafaitin Y. (2014), "Des controversial Issues aux questions socialement vives : une clé d'entrée pour comprendre l'éducation au développement durable", *Revue Francophone du Développement Durable*, n°4, octobre, p. 6 – 20.

Latour B. (2001), L'espoir de Pandore, La Découverte.

Legardez A., Simonneaux L. (2011), Développement durable et autres questions d'actualité : questions socialement vives dans l'enseignement et la formation, Educagri.

Latour B. (2006) in A. Fossier et E. Gardella, « Entretien avec Bruno Latour », Tracés, Revue des Sciences Humaines, p. 113-130.

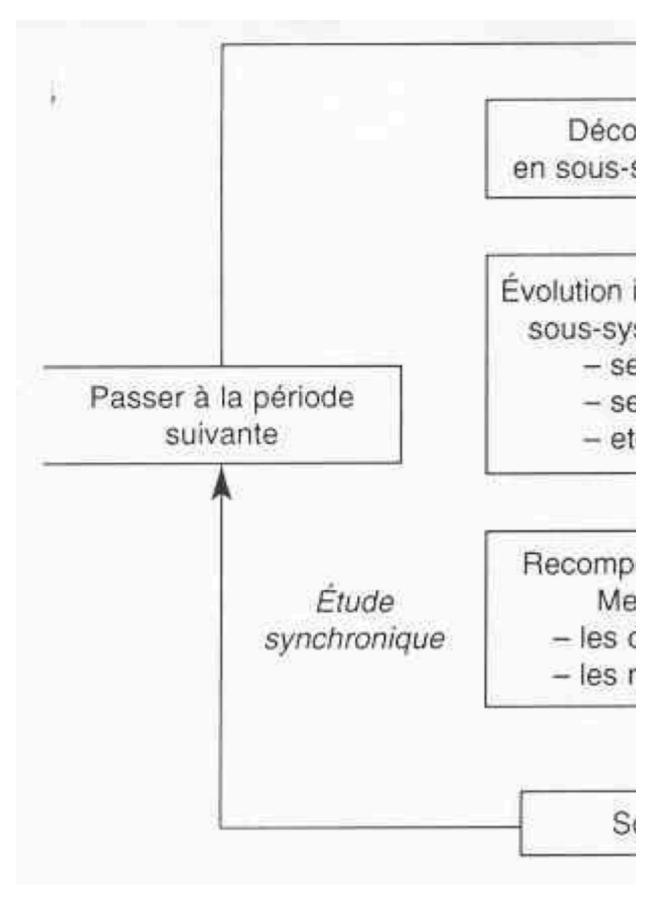
Wellington J.J (1986), « Controversial Issues in the Curriculum », Oxford, Basil Blackwell.

Si le fait de penser système et d'adopter une vision holistique permet d'appréhender des problèmes socialement et scientifiquement complexes, il est nécessaire d'accompagner ce mouvement en identifiant les acteurs (position, rapports de force, convergences et divergences) et les controverses (susceptibles d'émerger et de ralentir les délais de réponse du dit système). Dans ce qui, nous insisterons davantage sur la question des controverses (même si ces controverses émanent d'acteurs), qui ouvre le champ des questions socialement vives. Dans un ouvrage intitulé *Controversial Issues (CI)*

in the Curriculum, Wellington (1986, p. 3) notait qu'une question controversée ne pouvait être résolue par la preuve des faits ou de l'expérimentation et qu'il convenait de recourir à des jugements de valeur. Le rapport « Teaching Contoversial Issues. A European Perspective » du Children's Identity and Citizenship in Europe (2003) a défini la controverse en cinq points. Une question controversée met les valeurs et les intérêts en concurrence, est politiquement sensible, attise les émotions, concerne un sujet complexe, et est une question d'actualité. D'une certaine manière, l'analyse des controverses vise à présenter de manière synthétique et neutre, une situation complexe où discours, positions des acteurs, multiples enjeux s'associent ou s'opposent (Diemer, Rafaitin, Marquat, 2014). Dans ce contexte, les visualisations de l'information issues de l'analyse de la controverse sont autant de moyens pour rendre compte de cette complexité, pour permettre aux lecteurs d'en saisir les principaux éléments et les relations qui lient ces éléments. Selon Latour (2006, p. 122), la controverse est « le grand moyen pour entrer à l'intérieur de la science qui se fait. Si on considère les controverses non comme des combats, mais comme des moments où on commence par ne pas savoir, et où on discute, c'est la voie royale pour entrer dans l'activité scientifique ».

La controverse a plusieurs vertus. D'une part, elle permet d'explorer des zones laissées dans l'ombre par le traitement classique des problèmes et contribue à rendre visibles des éléments oubliés (ou sous-estimés). D'autre part, elle remet les experts et les profanes « sur un pied d'égalité » en considérant que chacun possède une expertise qui lui est propre. En apportant son expertise au débat, chacun l'enrichit, le déplace et l'élargit. En outre, la controverse suppose de faire évoluer la composition du collectif. En faisant l'inventaire de tous les problèmes, on a la possibilité de redéfinir la notion de démocratie, qui ne repose plus sur une règle majoritaire, mais sur la prise en compte des minorités. Enfin, la controverse permet aux apprenants d'évoluer dans un cadre où les connaissances ne sont pas stabilisées, de prendre en compte l'incertitude afin de repérer l'ensemble des solutions et de comprendre tout le cheminement d'un raisonnement (Latour, 2001). In fine, la controverse doit mener « à construire une cartographie de sujets qui sont l'objet d'une expertise technique poussée et qui, en même temps, sont devenus des affaires, souvent embrouillées, mêlant les questions juridiques, morales, économiques et sociales, au point que ces affaires, "ces choses publiques", deviennent de plus en plus le cœur de la vie politique » (ibid.).

SCENARIOS



Godet M. (2007), Manuel de prospective stratégique, Dunod, Paris.

Godet M. (2001), Creating Futures: scenario-building as a strategic management tool, Economica-Brookings, Paris.

Godet M. (1983a), « Sept idées clés », Futuribles, novembre, p. 5 – 9.

Godet M. (1983b), « Méthode des scénarios », Futuribles, novembre, p. 110 – 120.

Godet M. (1977), Crise de la prévision, essor de la prospective. PUF

O'Neill B.C et al. (2014), « A new scenario framework for climate change research : the concept of shared socioeconomic pathways », *Climatic Change*, 122, p. 387 – 400.

O'Neill B.C et al. (2017), The roads ahead; Narratives for shared Socioeconomic pathways describing world futures in the 21st century », *Global Environment Change*, 42, p. 169-180.

Wack P. (1985), "Scenarios: Shooting the Rapids", *Harvard Business Review*, November – December, p. 139 – 150.

Wack P. (1985), "Scenarios: Uncharted Waters Ahead", *Harvard Business Review*; September – October, p. 73 – 89.

La constitution de scénarios est une étape importante dans un modèle. Tout d'abord, elle vient parachever de longs développements liés à la structure du modèle. Ensuite, c'est une manière de rappeler qu'un modèle est avant tout utile, c'est un outil d'aide à la décision. Enfin, le ou les scénarios introduisent une démarche prospective, ils permettent de penser l'avenir. Il existe des principes de base pour établir des scénarios. Ces principes de base renvoient directement aux travaux de Pierre Wack (1985), Michel Godet (1990), O'Neil et al. (2014-2017). Les notions de scénario planning, prospective et de Narrative Shared Socioeconomic Pathways (NSSP) permettent de donner une dimension à la fois quantitative et qualitative aux scénarios.

- Le scenario planning a été développé par Pierre Wack dans les années 1970 pour la Shell Company juste avant la grande crise pétrolière de 1973-1974 (Shell, 2013). Dans son article "Scenarios, shootings the rapid", publié en 1985 par la Harvard Business Review, Wack avance que "les scénarios traitent de deux mondes : le monde des faits et le monde des perceptions. Ils explorent les faits mais visent les perceptions dans la tête des décideurs" (1985, p. 140). Leur but est de rassembler et de transformer des informations d'importance stratégique en perceptions nouvelles. Ce processus de transformation n'est pas insignifiant le plus souvent, il ne se produit pas mais lorsqu'il fonctionne, il s'agit d'une expérience créative qui conduit à des visions stratégiques hors de portée de l'esprit. La planification de scénarios permet d'imaginer différentes possibilités et d'élaborer des plans pour y faire face (Diemer, 2004). Cette approche insiste sur deux points : (i) les scénarios décrivent des mondes différents, et pas seulement des résultats différents dans le même monde, (ii) l'objectif n'est pas tant d'avoir un scénario qui donne le bon résultat que de disposer d'un ensemble de scénarios qui mettent en lumière les principales forces motrices du système, leurs interrelations et les incertitudes critiques.
- La prospective, remise au goût du jour par Gaston Berger (1957), signifie regarder au loin, discerner quelque chose devant soi. Comme le rappelle Michel Godet, « *l'attitude prospective est née d'une révolte de l'esprit contre le joug du déterminisme et le jeu du hasard* » (2007, p. 6). La prospective est une aptitude de l'esprit (à combiner imagination et anticipation), un comportement (volonté de faire quelque chose, refus du fatalisme) et une compétence (elle nécessite la mobilisation d'outils) mobilisés collectivement pour envisager l'avenir plus sereinement. Cette manière de penser le futur permet de se situer par rapport au passer et de donner un sens au présent. A ce titre, la prospective se distingue des prophéties (qui appartiennent aux gourous) et de la prévision (trop teintée de données quantitatives et de tendances extrapolées).
- Les *Narrative for Shared Socioeconomic Pathways* (NSSP) constituent depuis quelques années, le nouveau cadre de scénarios utilisé dans les travaux sur le changement climatique. Les Shared Socioeconomic Pathways (SSP) sont définis comme des « *reference pathways describing plausible alternative trends in the evolution of society and ecosystems over a century timescale, in the absence of climate change or climate policies* » (O'Neill, 2014, p. 387). Ils se composent de deux éléments : (i) un scénario narratif et (ii) un ensemble de mesures quantifiées. Les SSP sont dits de référence, en ce sens

qu'ils ne supposent aucun changement climatique ou impact sur le climat, ni aucune nouvelle politique climatique. Le but ultime du processus global de scénarisation est de produire des scénarios intégrés qui incluront des aspects socio-économiques et environnementaux.

https://erasme.uca.fr/version-francaise/recherche(https://erasme.uca.fr/version-francaise/recherche)