Aux avant-postes de la soutenabilité : l'enseignement supérieur colombien 1988-2018

Gloria Mariño Rojas

▶ **To cite this version:**

Gloria Mariño Rojas. Aux avant-postes de la soutenabilité : l'enseignement supérieur colombien 1988-2018. Géographie. Université Panthéon-Sorbonne - Paris I, 2022. Français. NNT : 2022PA01H099 . tel-04009082

HAL Id: tel-04009082
https://theses.hal.science/tel-04009082

Submitted on 28 Feb 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

UNIVERSITÉ PARIS 1
PANTHÉON SORBONNE

UNIVERSITÉ PARIS 1 – PANTHÉON-SORBONNE

ÉCOLE DOCTORALE DE GÉOGRAPHIE DE PARIS

AHTTEP/ UMR AUSser 3329

T H È S E

Pour obtenir le grade de

DOCTEUR EN AMÉNAGEMENT

Présentée et soutenue par :

MARINO ROJAS Gloria

Le 7 novembre 2022

AUX AVANT-POSTES DE LA SOUTENABILITÉ
L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR COLOMBIEN, 1988-2018

Sous la direction de :

Christian Pédelahore de Loddis, professeur HDR,
École Nationale Supérieure d'Architecture de Paris La Villette.

Membres du jury :

Daniela Poli, professeure, Universita Degli Studi, Firenze, Directrice du Laboratoire de Projetation Écologique, rapporteure.
Beatrice Mariolle, professeure HDR, École Nationale Supérieure d'Architecture et du Paysage de Lille, rapporteure.
Ana Rosa Olivera, docteur, professeure, ITESO, Guadalajara - Mexique, examinatrice.
Pascal Chombart de Lauwe, professeur, École Nationale Supérieure d'Architecture de Paris - Belleville, examinateur.

Résumé :

L'architecture est une discipline dont l'évolution est façonnée par la lente succession de paradigmes scientifiques devenant sociétaux. Dans la deuxième moitié du XXème siècle, notamment, elle a résonné de l'impact des nouvelles approches écologiques, et au XXIème siècle la recherche de soutenabilité y est devenue prépondérante de façon écrasante. La présente thèse cherche à éclairer comment ces domaines de recherche ont fortement et durablement influencé l'enseignement de l'architecture en Colombie et plus généralement en Amérique latine.

L'hypothèse centrale que nous proposons dans ce travail est que ce sont les pratiques de recherche les plus avancées, portées au niveau mondial, qui permettent le mieux d'articuler les systèmes académiques aux nouveaux défis issus des transformations et des mutations sociétales, en un temps présent qui pose en position centrale les approches écoresponsables du projet territorial. Pour démontrer cette hypothèse, nous proposons une mise en perspective de quatre ensembles d'études de terrain que nous avons réalisées et qui ont été choisies par leur valeur heuristique représentative et emblématique.

Le premier relève l'impact des démarches étasuniennes de planification écologique des espaces territoriaux où la synergie et l'interface entre les domaines physico-spatiaux et les domaines socio-économiques interagissent pour accomplir des plans de développement en harmonie avec l'environnement et soucieux des équilibres naturels et conjointement anthropiques.

Le deuxième présente l'habitat climatique sous l'angle de la recherche fondamentale française en thermodynamique. Ces recherches permettent d'identifier l'impact et les implications métamorphiques de l'utilisation des énergies renouvelables tels que le solaire sur l'évolution des approches architecturales. L'enseignement supérieur colombien, par le truchement de la conception de nouveaux programmes bioclimatiques, se situe, ainsi, à nouveau, aux avant-postes des évolutions sociétales.

Le troisième groupe d'études investigue, de l'intérieur, l'écosystème de la recherche universitaire colombienne, où la multiplicité des acteurs et la diversité croissante des axes d'abordage et des thématiques rendent possible une articulation étroite et efficace entre recherche-action, enseignement universitaire et projets de la société civile.

Le quatrième, analyse les évolutions contemporaines endogènes au sein d'un monde de plus en plus globalisé, interconnecté et incertain, marqué par la persistance des conflits et le retour des pandémies. Dans ce contexte complexe, l'enseignement, repensé et façonné d'un point de vue *glocal* ouvre d'amples perspectives opératoires, notamment par l'intensification des programmes partenariaux Nord/Sud comme Sud/Sud et leur constitution de chaines de connaissances et de dialogiques projectuelles maximalisant les savoirs, les résiliences et les pertinentes frugalités.

La conclusion relève que le rôle défricheur et moteur de la recherche articulé au rôle accélérateur, intégrateur et diffuseur de l'enseignement, les positionne continûment aux avant-postes de la soutenabilité planétaire et les conduisent à ouvrir toujours plus leurs champs d'investigations comme de réalisations concrètes et à descendre résolument dans l'arène, concrète et terre à terre, de la fabrique quotidienne des territoires du vivant.

Mots Clés : enseignement supérieur, architecture durable, écosystème académique, soutenabilité, planification écologique.

Abstract:

Architecture is a discipline whose evolution is largely marked by the slow succession of scientific paradigms becoming of social interest. In the first half of the 20th century the ecological pathways resonated, and in the 21st century sustainability played a preponderant role.

The main objective of this thesis is to see how these research priority areas have been substantially influencing the architectural education at the university in Colombia, and extensively in Latin America. The central hypothesis of our study deals with the new generation's research practices and how they allow to articulate academic systems towards new societal challenges, transformations and mutations, which result in processes for current social changes, particularly in territorial eco-responsible projects. To demonstrate this hypothesis, we are going to display four sets of case studies in which we actively participated and that were chosen for their heuristic, representative et emblematic values.

The first group of studies puts into perspective the impact of the United States' regional ecological planning method, and its synergy and relations with the physical-spatial and socio-economical areas to define a master plan of development that remains in harmony with the environment and in equilibrium with nature.

The second group deals with bioclimatic architecture influenced by fundamental scientific French research in thermodynamics. This research allowed us to evaluate the impact of alternative energies, such as solar energy, when applied to architectural needs. Higher education in Colombia, by designing new bioclimatic programs, allows this country to be once more, at the forefront of social evolution.

The third group of studies deals with the internal university research ecosystem where the multiplicity of actors and the growing diversity of boarding axes encourages a close and effective articulation between research-action, higher education and the needs of society.

The fourth group analyzed the contemporary endogen evolutions in an interconnected and uncertain globalized world, marked by the continuing conflicts and pandemic situations. In such a complex context, education, construed and rewired from a *glocal* point of view, opens up new operative horizons, particularly through the strengthening of North/South and South/South partnerships for the creation of knowledge chains and projective dialogic to maximize knowledge, resilience and pertinent frugalities.

The conclusion points out how the main role of research, integrated with the accelerator, integrator and diffuser role of teaching, permanently positions education at the forefront of planetary sustainability by conducting efforts and

opening new investigation areas in the search for concrete realizations that can answer to every-day needs.

Key words: higher education, sustainable architecture, academic ecosystem, sustainability, ecological planning

À Marianne et François

Remerciements

Je tiens à exprimer toute ma reconnaissance à Christian Pédelahore de Loddis, mon directeur de thèse, qui, grâce à ses expériences transcontinentales et à la direction de thèses dans des pays émergents, m'a apporté des précieuses orientations. Je lui garde une profonde gratitude, puisqu'avec son regard international, il a pu comprendre le potentiel du travail à entreprendre, sa projection et sa pertinence pour un pays d'Amérique latine. En plus, grâce à lui j'ai pu explorer de grands penseurs, comme Edgar Morin, Michel Serres, Marc Bloch et Félix Guattari, dont la lecture m'a permis d'éclairer et de confirmer mes idées.

Je remercie Pascal Chombart de Lauwe qui m'a donné un soutien fondamental. Il a connu cette thèse dès sa genèse, et a reconnu la pertinence des retombées des expériences françaises dans l'enseignement supérieur colombienne.

Je reste reconnaissante à l'Université Catholique de Colombie, et tout particulièrement à son Recteur et au Doyen de la Faculté de Design.

Un grand merci à ma sœur Margarita Mariño, à Felipe Bravo pour son soutien linguistique, ainsi qu'à mon collègue Claudio Varini, qui ont été à l'écoute des progrès de mon travail et qui ont contribué avec des observations multiples.

Toute ma gratitude à mes enfants, Marianne, collègue et amie qui m'a encouragée et qui a été une de mes principales lectrices, et à mon fils François, qui a été attentif au déroulement de ce travail. Sans eux je n'aurais pas eu l'énergie pour porter, avancer et conclure ce projet.

Sommaire

Introduction : L'enseignement de l'architecture : aux avant-postes de la soutenabilité planétaire 12

I. Construction d'un système de connaissances transférables : l'expérience étasunienne 32

1) La Planification écologique : ses origines 33

a) Aménagement écologique du territoire 34

b) Medford : étude de cas 42

c) Earthworks : le terrain d'expérimentation 47

d) Une multiplicité d'interrelations 53

2) L'avant-garde environnementale 54

a) Ouvrages et concepts fondateurs 56

3) Contextualisations colombiennes 60

a) Transferts méthodologiques 62

b) Sujets et objets de recherche 64

c) Le diagnostic des ressources naturelles 65

d) Contributions aux besoins essentiels 66

e) Las Gaviotas, un exemple de développement soutenable 71

4) Réflexion rétrospective, analytique et critique 76

a) Une pertinence transdisciplinaire 80

b) L'aménagement Macargien et l'actualité territoriale 83

II. L'habitat climatique sous l'angle de la recherche scientifique : l'expérience française 85

1) L'énergie solaire passive 88

a) Une vision intégrale 89

b) Architecture climatique 92

2) Science et conscience environnementale 96

a) Sciences dures 96

b) Expérimentations concrètes en thermodynamique et énergétique 98

3) Transpositions et extrapolations colombiennes 106

a) Enseignement de l'architectures renouvelable 107

b) Spécialisation en Architecture bioclimatique 108

c) Interaction entre recherches académiques et société 113

d) Contrastes et décalages 116
4) Distanciation analytique réflexive 121
a) L'énergie solaire : point de départ et d´ancrage 122
b) Applications dans un contexte complexe 122
c) Reliance ou résilience ? 124
d) Transition énergétique : niches de recherche endogènes 126
III. Analyse diachronique de recherches en développement durable 129
1) L'émergence d'un contexte universitaire intégral 132
a) Axes du développement scientifique 137
b) Feuilles de route 141
c) Visibilisation et accomplissements 144
d) Interactions internationales 148
2) Adaptabilité des outils de gestion 153
a) Parcours diversifiés d'intégration 153
b) Articulations multiples : compétences et développement agricole 157
3) Radiographie de la recherche architecturale colombienne 165
a) Études exploratoires 166
b) Contextualisations 169
4) Recherche scientifique et appliquée 176
a) Architecture environnementale et scientifique 176
b) La résilience dans les espaces urbains d'aujourd'hui 177
IV. Pilotage académique de la filière durable 180
1) Radiographie séquentielle de la vague écologique des territoires 181
2) Soutenabilité en architecture 187
a) L'expertise des programmes 188
b) La structure de l'écosystème programmatique 191
c) Interactions positives entre activités scientifiques, filière académique soutenable et société 201
3) Le rôle moteur du partenariat franco-colombien 208
4) Un projet éducatif intra et intercontinental 212
a) Caractérisation de la chaîne de formation 214
b) La construction des savoirs à travers une vision élargie 215
c) Premier échelon : les savoirs constitués 215
d) Deuxième échelon : Les organisations supranationales 219

e) La Colombie : un avant-poste de la soutenabilité.....222
f) Une ouverture permanente aux évolutions.....223
Conclusion : vers un enseignement intercontinental de la soutenabilité.....226
Bibliographie :.....237
Figures, cartes et tableaux.....250
Table des matières.....252

Introduction : L'enseignement de l'architecture : aux avant-postes de la soutenabilité planétaire

Tout au long de son développement historique l'architecture a suivi les tendances paradigmatiques qui ont dominé la société. C'est pourquoi, vers la fin du XXème siècle, elle a été fortement marquée par le mouvement écologique, et vers le début du XXIème siècle, par le mouvement soutenable qui a dirigé les débats face aux défis environnementaux d'ordre planétaire. Notre travail vise à reconnaître comment ces tendances paradigmatiques ont influencé l'enseignement supérieure en Colombie et plus amplement en Amérique latine.

La thèse principale que nous proposons dans notre travail doctoral est que les pratiques de recherche menées par les nouvelles générations au niveau mondial permettent d'articuler les systèmes académiques aux nouveaux défis actuels, issus des transformations et des mutations sociétales autour des tendances écoresponsables. C'est bien l'enseignement supérieur, et plus particulièrement l'éthique des disciplines spatiales, qui a joué une rôle canalisateur et fédérateur et qui a construit des interrelations symbiotiques et synergiques inaltérables entre la recherche et la mise en opération de ses résultats.

Parallèlement à cette thèse nous proposons trois hypothèses qui permettent de comprendre comment l'enseignement supérieur en Colombie s'est développé synchroniquement avec les grandes crises environnementales dans le panorama mondial. La première hypothèse s'articule à l'apparition de la question de la soutenabilité dans deux scénarios différents : le mouvement écologique dans le contexte nord-américain et la recherche scientifique française face au défi énergétique. Elle affirme, en particulier, que l'évolution de l'enseignement supérieur se trouve à la croisée des pratiques étasuniennes et françaises. Notre deuxième hypothèse affirme que c'est la recherche qui dirige l'évolution de l'enseignement supérieur en Colombie. Pour la tester nous avons choisi de l'aborder à partir d'une perspective interdisciplinaire, et par la caractérisation des résultats d'application d'un outil de gouvernance de la recherche dans plusieurs établissements universitaires. Cette caractérisation se fait d'abord dans une perspective interdisciplinaire et ensuite dans le contexte de l'architecture. Enfin, la troisième hypothèse affirme qu'étudier les mutations de la soutenabilité dans l'enseignement supérieur éclaire l'évolution de l'appropriation sociale des enjeux du XXIème siècle.

Pour démontrer ces hypothèses, et par là-même, notre thèse centrale, nous proposons la mise en contexte de quatre corps d'études de terrain que nous

avons accompli et qui ont été sélectionnés pour leur utilité heuristique, stratégique et formative d'ample contenu.

La gestion territoriale, avec un regard écologique, intégral et holistique, constitue le noyau du premier ensemble d'études de terrain. Dans cette perspective, les études étasuniennes menées par Ian McHarg ont marqué profondément son époque. Son principal apport a été la méthode du *framework*, où interviennent multiples couches d'information permettant d'évaluer un contexte donné. L'analyse environnementale de cette méthode comprend deux aspects : les biophysiques et les sociaux, qui interagissent de façon symbiotique, et où l'homme est considéré comme un facteur de développement. C'est également une méthode d'une grande souplesse qui peut être appliquée avec succès dans le contexte latino-américain.

La recherche scientifique française, abordée dans notre second groupe d'études, a marqué une étape importante pour l'architecture solaire sous l'angle de l'application des principes de la thermodynamique et de l'énergétique. L'utilisation de l'énergie solaire dans l'habitat dans sa filaire passive ou thermique à basse température permet le confort thermique des édifications. En base à ces recherches, l'enseignement supérieur colombien est devenu le laboratoire par excellence pour retrouver des nouvelles niches d'utilisation de cette source d'énergie. Ainsi, plusieurs axes de recherche se sont alignés à cette vague énergétique et la conception de nouveaux enseignements sur l'architecture bioclimatique a vu le jour.

L'écosystème universitaire, de caractère interdisciplinaire, devient le scenario pour avancer l'analyse diachronique des recherches en développement durable. Ceci correspond à notre troisième groupe d'études. Un intense travail de réflexion a permis d'orienter les politiques de recherche vers la soutenabilité. De cette réflexion surgit un instrument de gestion stratégique qui a été formulé et appliqué pour permettre le développement d'un recherche inter et transdisciplinaire. Pour conclure ces caractérisations de l'applicabilité des politiques de recherche dans des écosystèmes complexes, comme le sont ceux de l'enseignement supérieur colombien, un algorithme de gestion est conçu pour opérationnaliser le développement et rendre visible la recherche en soutenabilité issue des universités.

Le quatrième groupe d'études porte sur la prise de conscience, de la part des établissements universitaires, des retombées des avant-postes sociétaux en soutenabilité, dans un contexte mondialisé, fortement numérisé et semé d'insoupçonnés, aujourd'hui d'ordre pandémique. Ceci donne place aussi à une vision projective, issue d'une profonde réflexion sur les conséquences de la crise virale, qui se sont infiltrées dans le devenir des agglomérations urbaines latino-américaines et qui ont questionné l'ordre établi. Enfin, l'introspection et l'analyse ont été indispensables pour laisser les prémisses d'un nouveau programme, assurant la rigueur scientifique, pour former des diplômés prêts à envisager des nouvelles formules urbaines, adaptées aux défis changeants d'une société globalisée. Ici, la mise en place de partenariats Nord/Sud et Sud/Sud constituent une force de travail commune, pour concevoir des nouvelles chaînes de connaissances et des dialogues significatifs.

Contextualisations

Le propos fondamental de ce travail est de présenter notre expérience à partir d'un regard distancié et scientifique, loin d'une approche subjective. Nous tâchons, pour chaque étude de terrain, qu'il soit issu de notre propre expérience ou de l'expérience d'autres que nous avons souvent connu de près, de les analyser toujours avec un regard scientifique et comme si le temps d'évaluation était le présent. Ceci pour répondre à l'invitation de Marc Bloch qui, dans son livre *Apologie pour l'histoire*, nous invite à considérer « le présent humain comme susceptible de connaissances scientifiques ». Ainsi, notre recherche, située entre 1988 et 2018, caractérise ces différents présents, suivant une organisation chronologique au fur et à mesure que les défis arrivent dans la scène internationale.

Nous partons d'une vision transcontinentale de la soutenabilité, puisque nous avons acquis trente années d'expérience académique et professionnelle dans des contextes divers : d'une part, dans des pays à la pointe des savoirs scientifiques, comme la France et les États-Unis, et d'autre part, dans un pays émergent comme la Colombie. Le fait d'avoir participé come chercheurs dans des laboratoires scientifiques appartenant aux grandes écoles ou aux centres de recherche scientifique de haut niveau à l'échelle mondiale nous permet de construire des travaux de réflexion suivant des paramètres de grande valeur scientifique.

Cette introduction est l'espace approprié pour présenter succinctement des aspects généraux de notre travail. Pour cette raison, les quatre groupes d'études de terrain permettant de tester les hypothèses de travail sont résumés ici. Ensuite, nous proposons un court regard sur des auteurs emblématiques dans le panorama international et sur les œuvres qui ont aidé à légitimer notre travail. Finalement, les nouveaux horizons de l'enseignement des disciplines spatiales constituent un aspect médullaire qui est aussi abordé : ceux-ci ont surgi dans notre travail doctoral comme réponse au tsunami viral qui bouscule le panorama mondial, qui questionne l'avenir de l'humanité et qui est à la base de plusieurs changements envisageables dans les domaines territoriaux.

Les défis qui ont touché le devenir de l'humanité

Deux défis d'ordre planétaire, parus dans les années 1970, sont à la base des réflexions conduisant à tester notre première hypothèse de travail, selon

laquelle l'évolution de l'enseignement de la soutenabilité en Colombie se situe à la croisée de deux grandes références : les pratiques étasuniennes, d'une part, et les pratiques françaises, d'autre part. Dans l'espace de cette introduction nous souhaitons les mentionner, car nous considérons nécessaire d'avoir, dès le départ, une information complète qui sera amplifiée dans le développement du premier et du deuxième chapitre.

Le premier grand défi humain est de caractère écologique. Edgar Morin en parle dans son livre *Ecologiser l'Homme* : « la grande alerte mondiale fut déclenchée en 1972 avec le rapport Meadows, commandé par le Club de Rome ». L'enseignement supérieur nord-américain s'est rapidement positionné face à cette crise. À cette époque surgit une nouvelle formation au niveau des études supérieures : c'est *l'aménagement écologique du territoire*, mise au point par Ian McHarg à l'Université de Pennsylvanie. Il s'oriente vers le besoin naissant de la société de veiller sur l'écologie planétaire. La base de la méthode macargienne est une démarche interdisciplinaire où les facteurs naturels et les besoins humains interagissent dans la planification de l'espace territorial. McHarg, comme le décrit Lewis Mumford dans l'introduction de l'ouvrage *Design with nature*[1], est conscient, comme beaucoup d'autres, de la façon dont la technologie moderne s'immisce dans la société de manière précipitée et non réfléchie et détruit l'environnement et sa capacité de retourner à son point de départ.

Ian McHarg souhaitait former un planificateur dont le rôle serait de comprendre les sciences naturelles et humaines, d'avoir la capacité de les articuler au bénéfice d'une communauté, et par la même, d'explorer les potentiels et les limitations des facteurs naturels et des besoins des communautés, en vue de définir un plan de développement. Mais connaître en profondeur les systèmes écologiques n'est possible que s'il y a une synergie entre les savants de différents domaines : les géomorphologues, les physiographes, les géographes, les limnologues, entre autres. Le professionnel capable de convoquer l'ensemble de ces scientifiques et de faire une lecture intégrale de leur savoir ne pourrait être autre que le nouveau planificateur, formé en aménagement écologique du territoire.

Avec cette dernière affirmation, la méthode *macargienne* (terme que nous avons créé) entre dans le cadre d'une réforme de la pensée fortement ancrée dans la citoyenneté du nouveau millénaire. Edgar Morin est clair à cet égard quand il pose la question de l'intégralité : comment accéder à l'information sur le monde et comment parvenir à l'articuler et l'organiser ? Comment apercevoir et concevoir le Contexte, le Global (la relation tout/parties), le Multidimensionnel, le Complexe ?[2] McHarg prévoit dans sa méthode une première phase qu'il appelle « l'inventaire », où l'on recueille toute l'information écologique essentielle et on

---

[1] Ian McHarg, *Design with nature* (New York: The American Museum of Natural History Garden City, 1969). Lewis Mumford était un reconnu sociologue, philologue, et philosophe de la technoscience qui a écrit, entre autres, *The City in History, Sidewalk critique, The Conduct of Life, Technics and Civilization.*

[2] En 2000, Edgar Morin écrivit un livre pour l'Unesco appelé *Les sept savoirs nécessaires pour l'éducation du futur.* Cet ouvrage constitue un apport d'une grande valeur pour le débat qui doit avoir lieu au sein des universités à propos de la formation pour le nouveau millénaire.

l'organise en fonction des besoins d'une communauté dans un contexte déterminé. C'est ainsi que nous établissons les fondements pour concevoir des alternatives de développement soutenables. Cette méthode entre dans le terrain de la néguentropie où l'ordre, la transdisciplinarité, l'empathie, la symbiose et l'approche multidimensionnelle constituent les éléments nécessaires pour l'élaboration d'un plan de développement écologique, voire soutenable. Pour nous, la création de ce nouveau programme incite à veiller sur notre potentiel, à être attentifs aux défis actuels, et face auquel nous pouvons concevoir des nouvelles formes d'enseignement de l'architecture. Nous abordons ce sujet au cours de nos critiques analytiques à l'intérieur des parties de ce travail.

L'approche méthodologique de McHarg s'alignait à son époque avec d'autres auteurs emblématiques pour qui l'interdisciplinarité et l'articulation des connaissances étaient des corollaires de l'enseignement supérieur : en particulier, Buckmister Fuller, avec son *Comprehensive anticipatory*, et Barry Commoner, précurseur de la pensée écologique. Ces professeurs dans l'enseignement supérieur ont envisagé, à travers leurs propositions, une vision pour construire une société meilleure et plus équitable. La soutenabilité, vu du spectre de l'écologie ou de l'environnement, devint alors un champ de bataille. Issus du milieu de l'enseignement supérieur, ces créateurs furent les visionnaires de leur temps et des créateurs de nouveaux programmes d'enseignement supérieur.

La diaspora des étudiants formés par McHarg a touché l'Amérique latine, et a permis d'encourager des réflexions sur les mutations et les nouvelles vagues dans les universités de ces pays à travers la conception de projets de recherche ou d'enseignement. En tant que participants au sein d'un projet d'intervention au Connecticut[3], nous avons pu voir en direct l'implémentation de la méthode macargienne, ces phases de développement, ces processus et l'évaluation du plan. Dans notre premier chapitre nous analysons ce processus d'un regard distancié, pour caractériser l'implémentation de cette méthode dans des contextes réel d'intervention. L'application de l'aménagement écologique du territoire dans le cadre de la recherche dans les universités colombiennes permet de comprendre les mutations de la soutenabilité dans l'enseignement supérieur et éclaircir ses bénéfices pour la société. Mais il est important de comprendre dès maintenant qu'il existe une brèche entre l'interprétation de base théorique et l'applicabilité des résultats théoriques dans les contextes réels d'intervention.

Connaissances scientifiques pour un habitat soutenable

La recherche scientifique constitue sans doute un aspect *sine qua non* pour la prise de conscience des innombrables variables qui doivent intervenir pour un véritable habitat soutenable. C'est pour cela que les activités de

[3] Lauréat d'une bourse Fullbright nous avons poursuivi des études au programme de *Regional Planning* à l'Université de Pennsylvanie. En tant que membre d'un groupe d'étudiants-chercheurs, nous avons accompli un projet d'aménagement du territoire dans la ville de Sharon dans l'état de Connecticut.

recherche scientifique développées en France prennent une ampleur importante dans l'univers académique colombien, en particulier quand il s'agit d'innover dans des parcours de formation professionnelle.

Nous parlons ici, plus particulièrement, de l'applicabilité de l'énergie solaire, apparue dans la scène internationale comme une réponse au deuxième grand défi de la société dans le dernier quart du XXème siècle. Ce sujet est important, non seulement à cause de l'impact de ces technologies, mais surtout à cause des inquiétudes énergétiques lors des années 1970, quand la recherche a connu une accélération importante, surtout dans les pays développés comme la France.

Le brevet, déposé en 1957 par Félix Trombe au Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) sous le nom de *Mur Trombe*[4]*,* a joué un rôle décisif pour l'avenir de l'utilisation de l'énergie solaire dans l'habitat. La recherche scientifique sur le domaine solaire a en effet eu un développement majeur dans des centres de recherche comme le CNRS, ou le Groupe d'Etudes de Formes Architecturales et Urbaines, mais aussi au sein des groupes de recherche appartenant aux Grandes Écoles et Universités françaises. À la suite des résultats de ces recherches, de nombreuses questions sur leur application ont été soulevées, soit dans le cadre d'une nouvelle architecture bioclimatique, soit dans celui de l'urbanisme avec un label climatique. Dans ce contexte, les simulations physiques des systèmes ont été une source fondamentale pour les chercheurs sur deux versants : d'une part, pour les réflexions autour des nouvelles urbanités, et d'autre part, pour le confort climatique des espaces d'habitation. Concernant les nouvelles urbanités, la recherche se dirige vers le tissage nécessaire pour lutter contre le phénomène de minéralisation des villes. Autour du confort climatique des espaces, la recherche s'oriente vers le bioclimatisme, en particulier grâce à l'apport de l'énergie solaire.

Nous allons voir par la suite comment notre expérience en recherche scientifique, tout d'abord, en énergie solaire au Centro National de la Recherche Scientifique au Four solaire d'Odeillo, et ensuite, en thermodynamique et énergétique au Laboratoire de Thermodynamique et Energétique (L.T.E) de l'Université de Perpignan, contribue à confirmer la pertinence de cette source énergétique pour la Colombie. En effet, pour les pays émergents touchés par la crise énergétique, la recherche dans les énergies renouvelables, et plus particulièrement en énergie solaire, est incontournable. Ceci est le cas dans le domaine de l'habitat, autant dans le milieu rural comme urbain. Il est important de remarquer, en effet, que pour un pays comme la Colombie où l'incidence de radiation solaire est une des plus hautes au monde[5] dû à sa localisation sur la ligne équatoriale, cette énergie constitue une précieuse ressource à exploiter.

---

[4] Le principe d'utilisation du mur Trombe est l'accumulation de l'énergie solaire dans un mur en maçonnerie, avec l'approvisionnent d'une surface absorbante sélective pour la restituer à l'intérieur des habitations.

[5] Selon les études des physiciens Humberto Rodriguez et Fabio Gonzalez du centre de recherche du département de physique de l'Université Nationale à Bogotá, la radiation solaire sur la surface horizontale peut atteindre au mois de février 5.0 kWh/m2. À Barranquilla, ville située sur la côte caraïbe, le rayonnement va au-delà des 6 kWh/m2 (la constante solaire est de 1 kWh/m2).

Les paramètres microclimatiques jouent un rôle décisif dans la conception d'un habitat énergétiquement performant.

Le passage au L.T.E. sur les aspects scientifiques de l'utilisation de l'énergie solaire nous a permis de compter avec les arguments en hélio-technologie nécessaires pour discuter avec nos pairs académiques colombiens des possibles niches d'application de cette source d'énergie renouvelable, soit dans des propositions de programmes universitaires en énergie solaire, soit pour l'application de cette source d'énergie dans l'habitat ou dans des contextes territoriaux. Avec l'aide de laboratoires français, nous avons envisagé des projets conjoints de coopération internationale, bien que les aboutissements aient été limités à cause de problèmes de financement. Remarquons que dans ce pays le pourcentage du PIB destiné à la recherche et au développement est très limité[6]. Néanmoins, la valeur ajoutée de ces expériences reste ancrée dans la vie des universités et les résultats, même tardifs, ont investi le milieu académique du pays. Tout ceci nous aide à tester deux de nos hypothèses du travail : la première, selon laquelle l'évolution de l'enseignement supérieur se trouve à la croisée des pratiques étasuniennes et françaises, et la deuxième qui affirme que la recherche dirige l'enseignement supérieur en Colombie.

L'expérience à l'échelle internationale permet, en outre, d'éclairer le cas colombien, notamment concernant l'utilisation de sources alternatives d'énergie dans l'habitat. Parallèlement, ces expériences en recherche appliquée permettent de construire un savoir-faire transférable à l'univers didactique et universitaire du pays. Dans cet univers didactique, plusieurs chemins sont envisageables parmi lesquels nous trouvons la définition d'une ligne de recherche appliquée sur l'énergie solaire, dans le contexte de la ruralité, en vue d'améliorer le cadre de vie de populations dépourvues, ainsi que la création d'un nouveau programme en architecture bioclimatique. Ces deux chemins constituent des réponses qui contribuent à la formation des étudiants face aux tendances mondiales émergentes. Ils représentent également des possibles stratégies pour irradier les connaissances sur les avant-postes sociétaux en termes environnementaux. Ces actions ont été réalisées dans les années 1990 et nous allons les décrire en détail dans ce travail.

En Colombie, la mise en fonctionnement des résultats de recherche a besoin d'une forte articulation entre secteur académique et le secteur externe, public ou privé, mais aussi de l'intervention de plusieurs acteurs, notamment les communautés que nous voulons impliquer. C'est pour cela que nous avons dédié un espace important dans notre travail à la ville nommé *Las Gaviotas* [7], un modèle de communauté soutenable au niveau mondial. Grâce à l'apport international, interinstitutionnel, interdisciplinaire, intergénérationnel et intersectoriel, et à la direction d'un visionnaire de la soutenabilité, *Las Gaviotas*

[6] Selon les données de la Banque Mondiale, pour le 2018, le pourcentage du PIB destiné à la science et la technologie en Colombie était de 0,24%. Un pourcentage réduit en comparaison avec la France qui y destinait 2.20% pour la même année.

[7] Pablo Lugari, d'origine italienne, considéré pionnier dans l'utilisation de l'énergie solaire, a conçu dans le département du Vichada, dans la plaine colombienne, le projet *Las Gaviotas une ville soutenable*. Lugari a été qualifié comme *l'inventeur du monde* par Gabriel García Márquez, prix Nobel de littérature (1982).

a été construit comme un projet intégral. Cette expérience montre bien comment le territoire et son potentiel naturel peut constituer un laboratoire d'expérimentation pour de multiples démarches environnementales. Nous voyons là le véritable chemin pour une communauté qui s'appuie sur ses ressources naturelles et son potentiel humain pour chercher un avenir soutenable. L'interaction synergique entre chercheurs, stagiaires universitaires, scientifiques, ingénieurs et riverains a permis de réaliser des actions comme l'application d'énergies renouvelables, la transformation des produits naturels, la gestion de l'écosystème de savane ; mais tout cela en cherchant toujours un comportement d'adaptation permanent. La réussite a été multiple, comme multiples ont été les acteurs qui y ont participé. Il est à remarquer qu'un des facteurs clé pour l'établissement d'un processus durable a été la recherche d'une action participative avec les riverains. Le savoir des communautés existantes a été déterminant pour la réussite d'une vraie démarche de développement environnemental. Et ceci est sans doute un exemple que nous proposons de reproduire dans le milieu de l'enseignement supérieur où la théorie est l'activité la plus reconnue mais où l'applicabilité des résultats issus de la recherche universitaire est loin d'être atteinte.

Le premier moment de notre thèse que nous retrouvons dans les deux premières parties sera ainsi dédié aux mouvements de la soutenabilité dans les deux dernières décennies du XXème siècle et le début du troisième millénaire : en particulier, les expériences étasuniennes en termes d'aménagement écologique du territoire, la recherche française en énergie solaire, et les retombés de ces influences dans le territoire de l'enseignement supérieur en Colombie. Ceci accompli, nous nous intéresserons ensuite à l'enseignement de l'architecture avec une label scientifique.

L'écosystème de la recherche universitaire

Nous avons créé le terme *écosystème de la recherche universitaire* pour faire comprendre l'envergure du travail à entreprendre quand il s'agit de diriger la recherche universitaire interdisciplinaire. Nous sommes entrés une fois de plus dans un champ de créativité jusque-là inconnu, à savoir la créativité des formes d'interaction qui mettent en scène tous les composants nécessaires pour réaliser une démarche de caractère scientifique de haut niveau. Sachant que le milieu universitaire colombien est avant tout interdisciplinaire, c'est alors dans ce contexte que se conforme un *écosystème de la recherche universitaire,* compris comme un système où interagissent multiples composants. D'un côté, se trouvent les chercheurs appartenant aux différentes disciplines, de l'autre côté, les étudiants qui se forment grâce à leur participation dans les processus de recherche. Les autres intervenants sont les communautés bénéficiaires des résultats, qui constituent aussi des variables accompagnant cet écosystème. D'autres composants sont l'infrastructure de base, le soutien informatique et les laboratoires spécialisés. Par ailleurs, et dans un plus haut niveau, interviennent

dans cet écosystème de recherche le corps directif et le soutien administratif, les instances de décision pour le devenir de la recherche.

L'écosystème de la recherche apparaît en Colombie comme résultat de l'application de la Loi 30 de 1992, selon laquelle les établissements d'enseignement supérieur sont obligés à faire de la recherche au sein des programmes académiques, que ce soit en licence ou en master et doctorat. La loi établit en plus deux orientations : la première, l'obligation d'intégrer une formation en recherche dans le plan d'études des programmes ; la deuxième, de développer des projets de recherche. Suivant cette nouvelle norme, les établissements d'enseignement supérieur ont réalisé des efforts significatifs pour accomplir ce nouveau devoir. Ainsi, dans les plans d'études des programmes des orientations sur l'épistémologie de la recherche ont été intégrés, et le corps d'enseignants a répondu avec des projets de recherche articulés à leurs profils et leurs programmes.

Observer les écosystèmes de la recherche universitaire permet de comprendre les interactions entre les différents intervenants du système. En tant qu'observateurs et intervenants dans les actions de direction et gestion de la recherche dans des établissements d'enseignement supérieur de taille moyenne en Colombie, nous avons conçu et mis en fonctionnement un instrument de gouvernance de la recherche : *un outil de gestion* pour assurer la création d'un *écosystème de recherche universitaire*, capable de donner une direction claire à cette activité.

Il est essentiel de bien comprendre les paramètres qui entrent en jeu dans un contexte aussi complexe, où les acteurs et les disciplines sont multiples, et où les articulations entre les différents composants financiers, logistiques et infrastructurels sont essentielles pour l'accomplissement des tâches d'enseignement et recherche. Il convient de signaler que ces paramètres doivent s'accorder aux principaux axes institutionnels, et ces derniers, à la fois, avec les tendances et les défis marquants de la société.

Dans cette perspective, les organismes supranationaux, comme les Nations Unies, établissent des objectifs à mettre en œuvre face aux défis planétaires. C'est difficile de savoir jusqu'où ces ordonnances peuvent agir ou faire part du débat sur la définition des piliers de recherche universitaire. Mais dans ce contexte, un possible cheminement est d'explorer directement les avant-postes sociétaux, et voir comment ceux-ci ont une ampleur et une profondeur que concerne toutes les disciplines. Pour situer et aborder le sujet des défis de la durabilité et les réponses de l'enseignement supérieur à travers les axes de la recherche, nous devons commencer par rassembler quelques exemples dans notre propre pratique comme concepteurs et responsables de la gestion de la recherche. Ceci permettra de caractériser ce processus et de réfléchir à ces accomplissements avec l'espoir de présenter les mécanismes qui entrent en jeu.

La confrontation à l'échelle internationale avec les pays de l'Amérique latine constitue un dernier pas indispensable. Seulement à travers l'évaluation par les pairs, il devient possible d'apprécier réellement l'envergure de la démarche suivie, et surtout de se comparer avec les voies suivies par d'autres établissements du continent pour la direction de la recherche. Les résultats issus

de cette approche sont multiples et permettent, entre autres choses, de concevoir des nouvelles formes associatives pour atteindre un bénéfice mutuel et pour améliorer la gestion de la recherche.

Nouveaux horizons : un nouvel enseignement de l'architecture ?

L'espace architectural est vaste. L'architecture touche autant les problèmes d'habitabilité, comme les enjeux urbains et territoriaux. C'est ainsi qu'il devient nécessaire de porter un regard critique sur l'enseignement de cette discipline. Au-delà de tester nos hypothèses, cette thèse adopte une position analytique, fortement engagée à laisser les traces nécessaires pour la transformation de cette discipline. L'innovation dans les pratiques d'enseignement devient ainsi un élément indispensable pour répondre aux crises et aux défis croissants qui menacent la vie humaine dans la planète. Dans cette perspective, deux versants sont mis en valeur avec des propositions concrètes : le premier a trait à un nouvel enseignement l'architecture, et le deuxième vise la construction d'une chaîne de connaissances transcontinentale sur les nouvelles urbanités.

Nous avons la forte conviction que le talent et le savoir dans les universités ont, et auront, un énorme impact sur la situation actuelle et aideront à trouver des solutions pour concevoir des habitats soutenables pour l'ensemble de l'Amérique latine, et plus particulièrement pour la Colombie. Après avoir parcouru le champ scientifique de la thermodynamique, loin de notre fonction de créateurs de l'habitat, nous avons pu élargir notre champ d'inventivité. Comme architectes, professeurs d'architecture et évaluateurs de programmes de cette discipline dans des universités colombiennes et latino-américaines, nous avons pu tester le besoin de trouver des nouveaux horizons pour les architectes. La connaissance profonde issue de plus de vingt ans d'expérience dans l'enseignent de l'architecture nous a mis face à l'enjeu crucial de l'enseignement actuel de l'architecture. Ce questionnement nous pousse à apporter une réflexion autour des possibilités d'amélioration curriculaire pour contribuer à répondre aux multiples défis humains dans l'actualité, et il se dirige vers la nécessité d'envisager une nouvelle vision de l'enseignement de cette discipline.

Nous suivons l'exemple des pays européens lors du Processus de Bologne de 1999, qui a organisé l'enseignement supérieur en Europe, et qui comptait parmi ses objectifs « l'adoption d'un système qui se fonde essentiellement en deux cycles principaux, avant et après la licence »[8]. Le fait

[8] Le Conseil Européen affirme, à propos du Processus de Bologne, que dans les 46 pays qui ont participé, entre 1999 et 2010, le processus aurait facilité la mobilité d'étudiants entre pays de l'Union (http://www.coe.int). Pour leur part, les pays de l'Amérique latine, selon le rapport de la Convention Andrés Bello de 2015, sur la base des expériences européenne et asiatique,

d'avoir un premier cycle, où les étudiants acquièrent les connaissances de base de la discipline, nous permet de considérer que, pour le cas de la Colombie, l'enseignement de l'architecture peut suivre un premier niveau de formation basique, et un deuxième niveau orienté vers un versant strictement scientifique ou technoscientifique.

En Colombie, les efforts à cet égard ont à peine commencé. Récemment, un programme d'architecture a proposé au ministère de l'Éducation Nationale un changement curriculaire, prévoyant trois premières années de formation disciplinaire et les derniers semestres plus spécialisés dans le design[9]. Notre proposition s'oriente plutôt vers une formation scientifique lors des derniers semestres, ce qui permettra aux étudiants d'élargir leurs propos créatifs sur l'habitat. Notre objectif à ce stade sera de présenter une ébauche initiale pour une proposition curriculaire, afin qu'elle soit débattue avec nos collègues architectes. Si cette proposition est considérée comme viable alors elle sera suivie d'importantes études pour l'envisager et la raffiner.

Pour ce faire, en tant qu'acteurs et observateurs de tout ce processus, nous présentons une réflexion autour des énergies renouvelables. Cette réflexion se situera dans l'optique scientifique que nous avons acquise, mais aussi considèrera le besoin de former des professionnels responsables et compétents dans un monde changeant, capables de relever les défis permanents auxquels la société est confrontée. Tous cela constitue des raisons pressantes pour envisager l'émergence de nouveaux enseignements en architecture. Un versant possible est en effet le versant scientifique. En conséquence, l'approfondissement sur une science dure constitue un chemin à explorer. Du côté de la thermodynamique, par exemple, elle permettra d'accomplir des projets de confort thermique des espaces ; et dans le cas de l'utilisation de l'énergie solaire dans sa filière passive, elle permettra d'explorer des nouvelles architectures climatiques. Ainsi, à partir de l'exploration des expériences acquises autour de la recherche de pointe en thermodynamique, l'importance des apports en énergies renouvelables, et enfin le besoin de former les générations d'architectes de l'avenir, deux versant sont présentés dans notre travail : l'architecture scientifique et l'architecture technoscientifique.

Construction projective transcontinentale : *la chaîne des connaissances*

Nous commençons cette analyse avec une expression emblématique : *le droit de tout oser*, le nom d'un colloque au Musée d'Orsay en décembre 2018 sur

souhaitent définir des actions face à la construction d'un accord régional de reconnaissance de diplômes universitaires pour la région latino-américaine (http:// www.convenioandresbello.org).

[9] Nous parlons du programme d'architecture de l'Université Catholique de Colombie. Remarquons au passage que les études d'architecture en Colombie prennent cinq ans et que le niveau Bac+5 est équivalent au niveau Licence, dans le système français.

les dernières découvertes de l'œuvre de Paul Gauguin. Nous souhaitons commencer par déterminer les prémisses nécessaires à la construction d'un projet éducatif transcontinental. Ainsi, à la fin de la dernière partie nous nous donnerons *le droit de tout oser* pour faire face à un nouveau défi.

Actuellement les problèmes du monde sont multiples avec des crises qui s'enchaînent et rivalisent entre elles. Le changement climatique continue de s'intensifier, malgré les efforts des organismes supranationaux, la société devient de plus en plus urbanisée, les centres urbains de plus en plus invivables, sources de maladies, de pathologies physiques et psychologiques où le stress domine, et où les inattendus, comme le présent virus, vont continuer à nous surprendre, nous déconcerter et nous questionner sur notre capacité de réaction. Dans cette situation, la disjonction des savoirs provoque l'impossibilité d'analyser les contextes dans leur intégralité.

D'autre part, les progrès technologiques se multiplient, et nous devons donc explorer les potentiels qu'ils représentent. En effet, les urbanités, malgré leur fragilité, ont des énormes potentiels à explorer ; les universités, avec leurs chercheurs, peuvent fournir des réponses a une multitude de questionnements dans un monde globalisant. En outre, nous voyons s'établir de plus en plus d'alliances Nord-Sud qui permettront d'aborder des projets soutenables de grande envergure et qui ont besoin d'un regard élargi et d'un tissage intégral, interdépendant et solidaire envers les espèces naturelles, mais aussi envers les communautés et les générations futures.

Notre travail, situé tout d'abord entre 1988 et 2018, doit alors s'étendre un peu dans le temps, puisque nous sommes face à des nouveaux défis incontournables qui poussent les avant-postes sociétaux en termes de soutenabilité. Pour cette raison, vers la fin de cette thèse nous avons senti un fort engagement face au besoin d'établir une nouvelle feuille de route pour un enseignement supérieur qui puisse répondre aux circonstances de l'actualité. En résumé, nous nous sommes sentis dans *le droit de tout oser*.

La dernière section de la quatrième partie s'occupe donc entièrement de la caractérisation de cette proposition qui laissera les prémisses d'un programme doctoral transcontinental sur les nouvelles urbanités dans les contextes à risques. Ce nouveau professionnel que nous envisageons aura une vision intégrale, élargie, globale, prospective, projective, et prête à aborder les inattendus comme défis, pour construire un avenir soutenable dans les agglomérations urbaines.

Sources d'information, méthodologie

L'approche méthodologique est de type qualitatif-exploratoire, ce qui nous a permis d'explorer les avant–postes[10] de la soutenabilité dans l'enseignement

[10] L'expression « avant-postes », appartenant au lexique militaire, fait référence à l'élément positionné an amont d'une troupe et qui prend le rôle de surveillance. Dans le contexte de notre

supérieur en Colombie. L'échantillon étudié provient de deux sources d'information : la première, issue de notre propre expérience, que nous évaluons d'un regard critique, éloigné et dépourvu de toute subjectivité, et l'autre appartenant aux travaux de groupes de recherche spécialisés ou de professionnels spécialisés dans des domaines complémentaires à notre travail. Rappelons que notre parcours essai de décrire l'historicité du mouvement de la soutenabilité[11] qui a touché l'enseignement supérieur, c'est pour cela que les parties se développent de façon synchronique avec le temps passé, et nos sources sont analysés suivant leur apparition. Néanmoins, dans nos réflexions critiques nous faisons une mention du temps présent pour mieux comprendre les opportunités que représentent les anciens parcours.

Concernant les sources d'information permettant de donner une légitimité à nos résultats, nous nous basons essentiellement sur la pensée de visionnaires du XXème siècle, qui ont conçu l'éducation comme un moyen de former des personnes prêtes à faire face aux défis de leur époque. Ils ont proposé des initiatives pour la formation des diplômés dont le monde a besoin. Il est important de comprendre comment les idées de ces penseurs sont toujours d'actualité, et particulièrement comment à travers leurs réflexions nous avons conçu notre apport pour les défis de notre temps.

Pour revisiter la pensée de ces grands maîtres, dont certains nous avons rencontré personnellement (soit comme professeurs, comme scientifiques ou comme conférenciers), nous commencerons par Ian McHarg et nous nous intéresserons à son projet de former des nouveaux professionnels pour un aménagement du territoire fortement ancré sur l'écologie. Ses livres, ses articles, et surtout l'orientation de son programme a l'Université de Pennsylvanie ont été des sources fondamentales pour notre thèse, et nous gardons une profonde reconnaissance du temps précieux partagé avec lui. Son cours sur *Men and Environment* et ses observations à propos de nos progrès comme étudiants et comme stagiaires nous a permis d'entreprendre un chemin académique et professionnel sur la vague écologique. Deux autres auteurs que nous mentionnons sont Barry Commoner et Buckmister Fuller. Ce dernier, grâce à ses

---

travail, cette expression caractérise le rôle de l'enseignement supérieur comme l'élément qui doit se positionner en amont des défis humains de l'actualité et qui est en quête de surveiller et aborder les multiples causes et effets de la soutenabilité. Dans ce sens, l'enseignement supérieur devient également le précurseur, dans la mesure où ses actions préparent la voie pour accomplir la tâche de la soutenabilité. L'enseignement universitaire devient ainsi le nerf central de diffusion des connaissances universelles actualisées.

[11] La signification de durabilité et soutenabilité que nous utilisons dans cette thèse est tirée de la définition des Nations Unies sur la durabilité et la soutenabilité, à savoir : « la satisfaction des besoins des générations présentes sans compromettre la capacité des générations futures à satisfaire leurs propres besoins » (Commission mondiale sur l'environnement et le développement, *Our Common Future*, (Oxford : Oxford University Press, 1987). D'autre part, selon l'article « Institutions and intellectuals that configure the concept of the environment and development in Latin America and its global impact », paru dans le *Journal of Environmental Protection* en 2013, les intellectuels appartenant à la Commission Économique pour l'Amérique latine (Cepal), au bureau latino-américain du Programme des Nations Unies pour pour l'environnement et à la Fondation Bariloche, ont contribué à la discussion mondiale sur l'environnement et le développement dans laquelle a surgit la notion de eco-development, qui a ensuite servi de base au concept de « Substainable development » adopté par la World Commission of Environment and Development. URL= http://dx.doi.org/10.4236/jep.2013.49116

symposiums en « Energy and Shelter » a encouragé ses étudiants à construire une nouvelle vision intégrale sur les progrès de l'énergie dans l'habitat. Cette vision holistique reste ancrée dans nos réflexions autour des nouvelles formations dans le champ urbain et territorial.

Des plus brillants esprits français nous avons emprunté plusieurs orientations. D'une part, nous retrouvons Michel Serres et ses analyses à propos de la validité des algorithmes présentées dans son livre *Petite Poucette*, ainsi que ses raisonnements autour du divorce entre les sciences dures et les sciences sociales. Selon Serres, les premières, apportent au devenir de la société, mais le langage de ceux qui gouvernent la société est plutôt orienté vers les secondes. D'autre part, la pensée de Félix Guattari sera profondément éclairante, notamment ses observations autour des trois écologies. Dans la même perspective, l'apport de l'historien Marc Bloch a été significatif, en particulier grâce à la lecture de son ouvrage *Apologie pour l'histoire* qui nous a permis de réfléchir sur l'histoire et la mémoire, « sur la légitimité de l'histoire, mais aussi sur la fragilité de l'histoire ». Il nous a permis aussi « de transformer la source en document pour ensuite constituer ces documents, ces faits historiques en problèmes ». Le regard de Bloch représente en effet un apport précieux pour notre travail qui parcourt trente années dans l'histoire de la soutenabilité et son importance dans la recherche universitaire en Colombie.

D'autre part, notre travail a trouvé chez Edgar Morin une source principale de réflexion, d'articulation et de validité. Nous trouvons une forte empathie avec sa vision de la société de destin, et nous nous basons sur ses précieux discernements sur le passé, la situation actuelle, le devenir de l'humanité, et tout particulièrement, sur ses écrits à propos de la recherche, l'enseignement et l'environnement. Concernant les avant-postes sociétaux son positionnement est déterminant. Pour toutes ses raisons, nous analyserons brièvement quelques-uns de ses ouvrages, écrits à partir de l'an 2000, et qui ont fortement marqué l'exercice analytique que nous proposons tout au long du développement de cette thèse. Un écrit plus ancien, mais qui reste en étroite articulation avec notre thèse, est l'ouvrage *Science avec conscience*, écrit en 1980. Cette œuvre d'Edgar Morin a retenu toute notre attention grâce à ses observations réitératives sur la disjonction des savoirs et sur l'accumulation des savoirs pour combler les banques de données. Dans cette perspective, nous faisons écho à Morin lorsque nous insistons sur le besoin inévitable d'orienter les projets de recherche vers les besoins de la société, pour ainsi partager les résultats avec les milieux externes, au lieu de les laisser s'accumuler dans les archives universitaires.

En 2000, à la suite d'une demande de l'Unesco, Edgar Morin écrit *Les sept savoirs nécessaires pour l'éducation du futur*. Cette publication questionne de façon générique l'éducation actuelle. Dans le premier paragraphe de la préface, il aborde la complexité d'une société globalisée, déjà présente dans nos vies. Sa consigne sur la nécessité de faire face au futur dans un monde mondialisé et complexe est indiscutable, et son discours sur la complexité est récurrent dans plusieurs de ses œuvres, en particulier dans ses écrits sur *La méthode*. Deux des chapitres de cet ouvrage ont attiré notre attention tout particulièrement : le premier sur « les principes d'une connaissance pertinente », et le deuxième sur « affronter les incertitudes ». À propos du premier, nous devons souligner

l'importance d'envisager un savoir-faire capable d'analyser les problèmes à partir d'une vision globale et capable de s'aligner aux déterminants locaux. Pour une connaissance pertinente, il devient alors fondamental de s'orienter vers un enseignement des méthodes d'interrelations multiples dans une monde complexe. Sur l'affrontement des incertitudes, ou des *inattendus* comme Morin les appelle, dans plusieurs de ses derniers ouvrages, il se prononce sur la nécessité d'enseigner des stratégies pour affronter les imprévus. Aujourd'hui, nous comprenons bien ce besoin face à une surprenante pandémie devenue planétaire. À la suite de l'invitation que nous fait Morin, nous avons tenté d'apporter une contribution, présentée à la fin du dernier chapitre, et qui aborde une formation sur le contexte urbain à risques à partir d'une vision intégrale.

En 2010 paru l'ouvrage d'Edgar Morin et Patrick Viveret *Comment vivre en temps de crise ?*. Dans cet ouvrage Morin aborde la problématique de « comprendre le monde qui vient ». Ce n'est pas la première fois que Morin aborde le sujet des crises, mais cette fois-ci il se projette vers les nombreuses crises qui seront sûrement causées par le développement mondial actuel. Il utilise les termes « ambiguïté » et « ambivalence » pour ouvrir ses observations. Nous nous intéressons notamment au deuxième concept, qui, comme dit l'auteur, se produit dans les bidonvilles des pays émergents où il y a une ambivalence entre la pauvreté et la misère. En Amérique latine il se produit clairement cette ambivalence, et en Colombie elle ne fait que s'accroître comme conséquence de la situation d'ordre publique qui produit des nombreuses crises internes dans le pays.

Sur le plan de l'enseignement supérieur, Morin se prononce sur la crise de la spécialisation des savoirs qui ne laisse pas d'espace pour le développement d'une vision transdisciplinaire. Nous aborderons l'aspect interdisciplinaire lors de l'exploration du concept d'*écosystème universitaire*, et à partir de notre ambition de faire converger les savoirs vers la transdisciplinarité avec la réalisation de projets conjoints entre différentes disciplines. Quand il s'agit de projets touchant la soutenabilité, en particulier, la vision transdisciplinaire est fondamentale pour articuler les savoirs.

Dans cette perspective, nous ne pouvons pas ignorer les crises occasionnées par le changement climatique, le bouleversement des écosystèmes et la perte de la biodiversité. Nous nous arrêtons donc brièvement sur le sujet de la dévastation causée par les *incertitudes.* Finalement, nous sommes bien conscients du fait que la crise virale actuelle est causée par l'inattendu, l'imprévisible, l'inespéré, l'insoupçonné, qui a pénétré nos espaces de vie. Pour lutter contre l'inattendu, nous pouvons envisager la création de *cercles vertueux* qui pourront contribuer à organiser des forums de discussion dans les universités en vue de se positionner face aux avant-postes sociétaux.

Parmi les nombreux sujets que Morin aborde dans son livre *Penser global*, de 2015, il présente plusieurs concepts qui ont été une source d'analyse pour le développement de cette thèse et qui nous ont aidé à enrichir nos propos. Nous allons nous centrer sur l'éducation, sur la recherche et sur l'urbanisme. Concernant l'éducation son positionnement est radical : d'une part, il donne sa juste valeur à l'importance de connaître une profession pour vivre, ou survivre

dans certains cas ; mais de l'autre côté, il cible le besoin « d'éduquer pour affronter la vie », pour affronter les imprévus, pour se contextualiser et reconnaît le besoin d'enseigner que les connaissances sont à la fois source d'erreur. Un autre aspect tout à fait édifiant, autant pour l'éducation que pour la recherche en termes de soutenabilité, porte sur le devoir de contribuer, comme dit Morin, à repenser les frontières des connaissances, les liens entre les différentes disciplines et les liens qui devraient se produire entre les sciences dures et les sciences humaines et sociales. Nous avons tenté de relever ce défi dans deux scénarios différents : un premier, de caractère interdisciplinaire, où nous avons mis en fonctionnement un outil de gestion ou de gouvernance, et nous avons vu l'intérêt de la collaboration entre différentes unités académiques pour faire des projets de recherche conjoints où la transversalité des savoirs contribue de façon directe à la réussite des projets. Le deuxième scénario, quant à lui, touche le contexte disciplinaire de l'architecture où nous avons *osé* faire un modeste apport pour l'enseignement de cette discipline vis-à-vis des énormes défis du présent, mais aussi des grandes opportunités de la société du numérique d'aujourd'hui.

Un autre ouvrage d'Edgar Morin qui touche l'environnement, et qui a eu une grande importance pour notre travail est : *Écologiser l'homme*, écrit en 2016. Dès l'introduction, où l'auteur parle de la « Science, inconscience et conscience écologique », l'œuvre est révélatrice. L'auteur parle de la naissance du 7ème continent, formé par les déchets plastiques. Il se prononce aussi sur l'accroissement des crises écologiques et de la pollution, soit par la pollution dans les grandes agglomérations, soit dans le contexte de l'agriculture industrielle qui change les caractéristiques des sols et contamine les nappes phréatiques par l'utilisation d'engrais chimiques. Dans le déroulement des chapitres, Morin aborde le sujet de la néguentropie, qui nous enseigne la lecture des interrelations, des empathies, des symbioses qui apparaissent dans les écosystèmes naturels, et qui ont la sagesse de s'autoréguler. Dans ce sens, l'écologie comme science est décisive pour comprendre et inférer des aspects cruciaux pour les contextes universitaires où des véritables écosystèmes universitaires surgissent. Les réflexions autour de ce livre d'Edgar Morin vont se déployer comme support pour nous rapprocher de façon critique du système d'enseignement supérieur colombien, et nous donneront un aperçu essentiel pour démontrer nos hypothèses de départ.

Deux des derniers ouvrages de Morin ont été profondément influents pour cette thèse. De l'ouvrage *La méthode*, qui comporte six volumes, nous avons retenu surtout le dernier volume, ciblé sur l'éthique et publié en 2016. Une idée de Morin particulièrement importante tirée de cet ouvrage est la boucle *progrès cognitif – progrès moral*. Nous avons réinterprété cette idée à partir d'une notion de boucle *progrès cognitif – progrès social*, croyant fortement qu'à travers la recherche, lorsqu'elle se dirige vers les besoins de la communauté, il devient possible de mobiliser un progrès social. Et enfin, une dernière source fondamentale a été *Le temps est venu de changer de civilisation*, écrit en 2017, et présenté sous forme de dialogue entre Denis Lafay et Edgar Morin. Le nom de cet ouvrage est très suggestif pour les temps que nous vivons aujourd'hui, où l'ordre et la santé planétaire sont en jeu. Morin, nous invite à nous questionner sur un ensemble de sujets que les penseurs contemporains doivent aborder pour

construire des voies humaines vers le futur. L'invitation reste latente pour les scientifiques qui gravitent autour de espaces universitaires.

Ces visionnaires nous ont permis, à chaque pas de notre travail, de mobiliser des raisonnements, des concepts et des positionnements à propos du passé, mais aussi sur le futur et la voie de l'avenir. Cette continuité de la pensée humaine dirigée vers le bien-être humain et l'harmonie avec la nature sera toujours la clé pour la soutenabilité.

D'autres auteurs contemporains nous ont apporté un regard actuel, en particulier au moment de notre travail doctoral où nous avons *osé* être projectifs et proactifs pour le renouveau de l'enseignement de l'architecture et de l'urbanisme. Tout d'abord, Julia Watson qui, dans son livre *Lo-TEK Design by radical indigenism*, complémente le regard territorial avec des connaissances écologiques traditionnelles[12]. Mais également Alain Cluzet, qui dans son article « Mégalopoles, le devoir de l'innovation »[13] apporte un regard précieux sur les grandes agglomérations, Magali Talandier, qui nous enrichi avec son expertise sur la notion de résilience territoriale dans son article « Gagner en résilience »[14], et Jacques Theys, qui dans son article « Rendre visible l'invisible »[15] établi le dialogue entre la transition énergétique et les changements du paysage.

Enfin, les référents et les orientations fournies lors des sommets mondiaux des Nations Unies ont joué un rôle essentiel dans le cadre de cette thèse. En particulier, ils aident à caractériser les mutations qui ont eu lieu dans les établissements d'enseignement supérieur en Colombie, face aux tendances en termes de la durabilité. Mais ils font partie également des éléments fondamentaux pour la construction d'une direction claire pour la recherche universitaire au sein d'un établissement, notamment à travers l'application de l'outil de gestion. Ainsi, les chemins proposés par les organismes supranationaux, autant que les idées de penseurs clé, ont été décisifs pour ce travail.

Structure de la thèse

Cette thèse est structurée en quatre parties, chacune d'entre elles organisée en quatre sections, qui nous permettent de confirmer nos hypothèses ainsi que de faire des apports d'innovation pédagogique pour la recherche scientifique. Ceci permet d'explorer des possibles changements dans

[12] Julia Watson. *Lo-TEK Design by Radical Indigenism*, TASCHEN GmbH, Cologne, 2019.
[13] Alain Cluzet. "Mégalopoles, le devoir d'innovation", *La revue Urbanisme*, novembre 2020, pp 46-47.
[14] Magali Talandier. "Gagner en résilience", *La revue Urbanisme*, novembre 2020, pp. 40-41.
[15] Jacques Theys. "Rendre visible l'invisible", *La revue Urbanisme*, juin 2018, pp 59-60.

l'enseignement de l'architecture dans le contexte de l'habitat soutenable ou des nouvelles urbanités pour les contextes à risques.

La première partie, appelée « La construction d'un système de connaissances transférables : expérience étasuniennes », est constituée de quatre sections qui présentent l'apport de l'expérience étasunienne et ses retombées dans le milieu universitaire colombien. La première section introduit le fondement essentiel des plans d'aménagement écologique du territoire qui cherchent la néguentropie dans le développement urbain et territorial. Elle met en valeur la formation écologique interdisciplinaire au sein de l'enseignement supérieur, cherchant à associer les savoirs propres du milieu environnemental. La deuxième section caractérise quelques études de cas réalisés dans différentes villes des États-Unis où nous nous sommes investis en tant que jeunes étudiants-chercheurs, ce qui permettra de comprendre le savoir-faire de la méthode d'aménagement du territoire. La troisième section de cette partie explore un cas d'applicabilité de ce même concept au sein de la recherche dans un contexte universitaire colombien, à Bogota. Dans cette section, pour poser des concepts clé autour de la soutenabilité, nous avons consacré un espace pour la présentation des plus brillants esprits nord-américains qui, dans la deuxième moitié du siècle dernier, ont fait des apports essentiels aux avant-postes sociétaux de la soutenabilité. La quatrième section présente des réflexions analytiques et critiques, en particulier au sujet de la transdisciplinarité.

La deuxième partie, appelée « L'habitat climatique sous l'angle de la recherche scientifique. L'expérience française », est constituée de quatre sections. La première section introduit les principes de l'utilisation de l'énergie solaire dans sa filière passive à basse température. Nous nous basons sur l'expérience des recherches scientifiques françaises afin de présenter l'énergie solaire d'un point de vue didactique, permettant de comprendre les principes de la thermodynamique de l'habitat solaire. La deuxième section s'occupe de notre propre expérience dans le domaine de la recherche scientifique, au sein du CNRS et du L.T.E. en France, en utilisant des données climatologiques colombiennes. Ensuite, les études de cas présentés et appliqués au contexte colombien permettent d'établir une feuille de route académique pour intégrer l'énergie solaire dans l'enseignement supérieur en Colombie. Dans la troisième section un cas d'étude est examiné permettant de caractériser la réussite d'un projet soutenable grâce à l'intervention de multiples acteurs, scientifiques et académiques, entre autres. Ce cas sera un exemple de la possibilité de générer des symbioses pour construire une communauté durable sous un angle social, économique, énergétique solaire et environnemental. Nous fermons cette partie, par une quatrième section, en remarquant que l'énergie solaire appartient aux avant-postes sociétaux de l'époque, mais continue de faire partie de l'ordre du jour des chercheurs actuellement. Cette section finit par une réflexion sur la reliance ou résilience.

La troisième partie, nommée « L'analyse diachronique de recherches en développent durable *»*, est divisée en quatre sections. Dans la première section apparaît la notion *d'outil de gestion* de la recherche*.* Il s'agit en particulier d'un outil de gouvernance qui permet d'établir la feuille de route pour l'activité de recherche dans une université. Nous examinons l'usage de cet outil de

gouvernance en Colombie. Les études de cas présentées permettront de comprendre les mutations de l'enseignement supérieur à l'époque, marquées notamment par une ordonnance ministérielle qui situe la recherche au même niveau d'importance que l'enseignement. Dans la deuxième section, étant donné que dans la scène internationale plusieurs universités d'Amérique latine passaient par des transformations similaires, nous ferons une comparaison entre leur gestion de la recherche et le cas colombien. En basant l'analyse sur trois parcours dans différentes universités de taille moyenne, ce chapitre nous rapproche de la confirmation des hypothèses de départ, qui auront déjà trouvé un écho dans les chapitres antérieurs. Ici, cependant, la perspective est holistique, puisque nous touchons le milieu interdisciplinaire des universités colombiennes. Dans la troisième section de cette partie nous passerons du contexte interdisciplinaire vers une vision disciplinaire, concernant notamment l'enseignement de l'architecture en Colombie. Nous présentons une étude de cas qui permettra d'établir les grands questionnements des organismes supranationaux sur l'habitat, ainsi que le besoin, comme l'affirmait l'Unesco lors du Forum de Paris de 2004, de définir des nouveaux modèles de connaissances. Enfin, dans la quatrième section, nous tournons notre regard vers l'essor d'un possible enseignement de l'architecture de caractère scientifique, mieux adapté à un monde en pleine mutation.

La quatrième partie, intitulée « Le pilotage académique de la filière durable », est composée de quatre sections. La première section tente de présenter succinctement une dynamique historique sur les mutations de la filière durable entre 2010 et 2018. Dans la deuxième section cette filière durable est précisée à travers l'explication du fondement académique des lignes de recherche pour une faculté d'arts intégrées. La troisième section, quant à elle, s'oriente vers une formation en architecture durable. Ces trois premières sections contribuent à tester nos hypothèses de travail. Les expériences acquises aux États-Unis et en France, en plus des années d'expérience accumulée dans l'enseignement supérieur en Colombie, ont stimulé notre créativité comme concepteurs de nouvelles urbanités, et dans la quatrième section nous avons voulu faire un apport pour un programme de formation de haut niveau. Il est à remarquer au passage que pendant l'écriture de cette partie un événement d'ordre planétaire a bouleversé l'humanité entière, à savoir la pandémie du COVID-19.

En conclusion, grâce aux antécédents établis dans les parties précédentes, nous faisons des propositions pour l'enseignement supérieur. Celles-ci devront considérer des nombreux facteurs : les crises planétaires, le potentiel que représente l'univers de l'enseignement supérieur, le besoin d'aller plus loin dans les avant-postes de la soutenabilité pour impacter la société de façon permanente, l'urgence de faire face aux imprévus, le besoin de renforcer les liens Nord-Sud, l'impact nocif de la croissance ininterrompue des agglomérations urbaines et le changement climatique, ainsi que les problèmes qui doivent être abordés de façon locale, malgré leur contexte global. Nous avons ainsi pris l'engagement de laisser une plateforme de réflexion pour la

construction, à court terme, d'un doctorat international pour un urbanisme soutenable, dans un contexte à multiples risques.

Nous voudrions finir cette introduction avec une phrase récente d'Edgar Morin, prononcée le 8 juillet 2021 au sein de l'Unesco qui célébrait le centenaire de sa naissance. Avec sa voix toujours puissante, Morin nous exhorte à prendre position face à l'incertaine aventure de l'humanité, face aux gigantesques crises qu'elle traverse et face à un avenir énigmatique ; il finit son discours en disant : « ce ne pas une prophétie que je vous fais, c'est une mise en garde ». C'est bien une mise en garde qui nous pousse à développer la construction d'une chaîne de connaissances qui aboutira à favoriser la formation des *concepteurs scientifiques pour les contextes urbains*. Il est manifeste qu'une formation scientifique est nécessaire pour préparer les futurs concepteurs des nouvelles urbanités, pour qu'ils soient capables de comprendre la complexité des contextes, capables de créer de espaces plus résilients, capables de relever les défis déconcertants qui se présentent dans une société globalisée, mondialisée et interconnectée, et enfin, capables d'interagir avec les avant-postes sociétaux de façon immédiate lors d'événements inattendus.

I. Construction d'un système de connaissances transférables : l'expérience étasunienne

En 1973, le choc pétrolier a provoqué une augmentation du prix du pétrole, qui passa de 4 à 16 dollars le baril[16]. Les pays industrialisés se sont alors tournés vers des nouvelles sources d'énergies, notamment renouvelables, en s'alignant ainsi à la vague écologique et environnementale.

Aux États-Unis, cette vague écologique est appliquée par les architectes dans la conception de maisons solaires. Dans l'espace de l'aménagement écologique du territoire, la voix d'Ian McHarg prend force à travers sa planification écologique qui cherche à assurer le bien-être des populations humaines, de ses institutions, mais aussi des plantes et des animaux. Ainsi, à la fin des années 70, l'expérience américaine met en évidence une méthode d'aménagement du territoire qui survient comme réponse à la vague écologique des années soixante ; dans les mots de McHarg :

> *Planning has many definitions, but first it is important to consider if planning is necessary to ensure environmental quality. I suggest that planning is inescapable. The necessity for planning is unavoidable; non-planning is in fact bad planning.* [17]

Dénommé dorénavant « macargienne », la méthode de planification de McHarg est fondée sur une démarche de caractère interdisciplinaire où les professionnels en sciences sociales, les scientifiques et les physiciens œuvrent de manière conjointe afin d'atteindre un objectif commun : celui de définir des alternatives de développement respectueuses de l'environnement. De cette manière, McHarg met en valeur une formation écologique interdisciplinaire au sein de l'enseignement supérieur et cherche à associer les savoirs propres du milieu environnemental. L'approche macargienne est donc holistique et transdisciplinaire. Ceci implique que l'intégralité des connaissances des différents acteurs travaillent de façon symbiotique. Elle relie les savoirs et fait écho à une posture *morinienne* qui met l'accent sur le besoin d'une symbiose des connaissances : « La séparation des savoirs, des disciplines, des sciences, produit des esprits incapables de relier les connaissances, de reconnaitre les problèmes globaux et fondamentaux de la complexité »[18].

Cette partie sur l'expérience nord-américaine (1970-1980) commence par une description et une analyse de la méthode d'aménagement écologique du territoire créée par Ian McHarg[19] à la Faculté de Fine Arts de l'Université de

---

[16] Ministère de l'Économie, des Finances et de la Relance, « 120.000 ans d´histoire », *Faciléco*, URL= http://www.economie.gouv.fr.

[17] Ian McHarg, « Towards a comprehensive plan for environmental quality », présentation lors du cours *Man in adaptation* à l'Université de Pennsylvanie (Philadelphia, 1973), 3.

[18] Edgar Morin, *La Méthode 6 : Éthique*, (Paris : Éditions du Seuil, 2004), 200.

[19] McHarg est l'auteur du livre *Design with nature*, publié en 1971 par The American Museum of Natural History. Cet ouvrage emblématique a été traduit en plusieurs langues (mais pas encore en français).

Pennsylvanie à Philadelphie. Ensuite, nous proposons une réflexion sur l'influence des grands penseurs de l'environnement étasuniens sur les académiques colombiens. Cette influence sert de complément à l'approche macargienne face aux défis environnementaux. Cette partie finit par l'analyse de cette méthode dans le contexte de la recherche colombienne. Cette expérience constitue un sujet d'exploration permettant de démontrer la transférabilité et l'adaptabilité de cette méthode au contexte colombien.

Au centre du développement de cette partie se trouve une des trois hypothèses de travail, à savoir que l'évolution de l'enseignement de la soutenabilité en Colombie se situe à la croisée de deux grandes références : les pratiques étasuniennes, d'une part, et les pratiques françaises, d'autre part. Dans ce contexte, l'étude des pratiques étasuniennes sert à mettre en évidence l'impact que des connaissances acquises ailleurs peuvent avoir sur la recherche appliquée dans le cas colombien.

Nous commençons donc par une caractérisation complète de la méthode macargienne. Nous serons exhaustifs dans l'exploration des cas d'étude précisément parce que nous souhaitons laisser ici toutes les traces nécessaires pour évaluer cette méthode pionnière. En outre, cette exploration constitue un indice essentiel qui nous aidera à confirmer notre hypothèse sur l'influence nord-américaine dans la recherche en Colombie.

1) La Planification écologique : ses origines

L'aménagement écologique surgit comme une réponse aux multiples éventements d'ordre mondial qui apparaissent à partir des années 1960. Comme le remarque Florent Marcellesi[20], dans la décennie 1960–1970, le mouvement écologique met l'accent sur la survie de l'espèce humaine, et on assiste à l'émergence de la notion de crise civilisationnelle due à la catastrophe écologique, à la croissance économique et à la société de consommation.

En 1972, il est publié le premier rapport du Club de Rome *Les limites de la croissance*[21], écrit au sein du MIT par une équipe dirigée par Donella Meadows. Cette publication servira de base au Sommet des Nations Unies sur l'Environnement, réalisé à Stockholm en juin 1972. Dans ce scénario, la

[20] Florent Marcellesi, « Historia del movimiento ecologista y verde (parte 1): génesis y toma de conciencia », *Ecopolítica*, 2008, URL= https://ecopolitica.org/historia-del-movimiento-ecologista-y-verde-parte-i-gsis-y-toma-de-conciencia, 2008.
[21] Dennis Meadows, Donella Meadows, Jorgen Randers et William Berhms, *The Limits to Growth* (New York: Universe Books, 1972).

planification écologique est née comme une réponse aux trois principes de la Déclaration de Stockholm qui traitent sur la planification comme suit [22]:

> *13ème – Afin de rationaliser la gestion des ressources et ainsi d'améliorer l'environnement, les états devraient adopter une conception intégrée et coordonnée de leur planification du développement, de façon que leur développement soit compatible avec la nécessité de protéger et d'améliorer l'environnement dans l´intérêt de leurs populations.*
>
> *14ème - Une planification rationnelle est un instrument essentiel si l'on veut concilier les impératifs du développement et la nécessité de préserver et d´améliorer l'environnement.*
>
> *15ème - En planifiant les établissements humains et l'urbanisation, il faut veiller à éviter les atteintes à l'environnement et à obtenir le maximum d'avantages sociaux, économiques et écologiques pour tous.*

Ces énoncés ont une valeur remarquable pour la méthode de planification écologique d'Ian McHarg étant donné qu'ils prennent en considération les facteurs naturels et les besoins humains pour les articuler, en vue de planifier l'espace territorial.

La méthode de McHarg a besoin de compter sur des données fiables. Dans les années 1970, dans son rapport « Towards a comprehensive plan for environmental quality[23]», il souligne le fait que, malgré la technologie des images par satellite avec laquelle une partie du pays est surveillée tous les dix-huit jours, il reste une grande partie des États-Unis qui n'est pas cartographiée. Il propose donc de diviser les États-Unis en unités environnementales. Différentes des divisions politiques, ces unités environnementales devront être cohérentes avec l'histoire géologique, géomorphologique, hydrologique, les sols, la végétation et la vie sauvage. Chacune de ces unités doit compter avec un groupe de scientifiques compétents en sciences du milieu ambiant et capables de créer un modèle écologique qui permettrait d'appliquer la méthode d'aménagement écologique en ligne avec la planification rationnelle des ressources.

La planification écologique s'accomplit ainsi, et atteint une reconnaissance internationale dans les années 1960, sous la direction d'Ian McHarg, qui à cette époque était le Doyen du Département de Landscape architecture & Regional planning à l'Université de Pennsylvanie.

a) Aménagement écologique du territoire

Pour comprendre le concept d'aménagement écologique du territoire de McHarg il est nécessaire de partir de ses premières réflexions autour des concepts de planification et d'environnement. Pour lui, la planification est « la compréhension d'un système où l'on contemple l'action en ayant la certitude des

---

[22] Nations Unies, « Conférence des Nations Unies sur l'environnement : Déclaration de Stockholm », (Stockholm, juin 1972). URL= https://www.diplomatie.gouv.fr/sites/odyssee-developpement-durable/files/1/Declaration_finale_conference_stockholm_1972.pdf

[23] McHarg, « Towards a comprehensive plan for environmental quality », 1973.

conséquences prévisibles de chaque alternative d'action disponible »[24]. Cette explication fait écho à la question environnementale qui comprend à la fois des aspects biophysiques et sociaux, et où l'observateur n´est pas éloigné, mais où, au contraire, il fait partie du système[25].

McHarg signale que pour la planification et la gestion de l'environnement l'approche holistique prend une importance centrale. Dans la perspective de l'écologie l'homme ne serait plus considéré comme un destructeur de la nature, mais comme un facteur de son développement. Ces raisonnements permettent la naissance de l'écologie humaine, en base à l'éthologie, l'ethnographie, l'anthropologie culturelle et l'épidémiologie. Ainsi conçue, il est nécessaire de comprendre et connaître les origines de cette écologie humaine, en vue de l'appliquer dans les différents et uniques contextes qui constituent le territoire d'un pays. La vision holistique que propose McHarg n'est autre qu'une connaissance intégrale qui, à travers l'écologie humaine, se synchronise de près avec la pensée de Morin sur les principes d´une connaissance transférable. Ainsi, Morin affirme :

> *Il est nécessaire de développer l'aptitude naturelle de l'esprit humain à situer toutes ses informations dans un contexte et un ensemble. Il est nécessaire d'enseigner les méthodes qui permettent de saisir les relations mutuelles et influences entre parties et tout dans un monde complexe*. [26]

De même, pour McHarg, un nouveau type de planificateur doit être conçu. Son rôle serait celui de comprendre les sciences naturelles et avoir la capacité d'intégrer les domaines de l'écologie et de la sociologie de la communauté où les décisions sont prises. Il conclut qu'une seule personne ne pourrait pas aborder toutes ses disciplines : il est nécessaire de compter avec un ensemble de professionnels qui connaîtraient ces disciplines pour réussir à constituer le plan. C'est à dire que le planificateur devra réunir les physiographes, les géographes, les géologues, les limnologues, les sociologues, tous spécialistes essentiels pour l'élaboration du plan.

Le propos d'une planification écologique efficace est de réussir à garantir le bien-être des populations, de ses institutions, mais aussi des plantes et des animaux. Dans les mots de McHarg:

> *Given inventory and ecological models and the capability of predicting events, it requires a planning method to reveal areas intrinsically suitable for all prospective land use, to reveal environmental impacts as a consequence of prospective actions, to develop data from which performance specifications may be prescribed, and regulations written. The final attribute necessary to satisfy the mandate of comprehensive planning for environmental planning is the employment of epidemiological studies to monitor the health and wellbeing of plants, animals, microorganisms, men and institutions of regions, and adjust environmental planning to enhance such health and wellbeing*[27].

Cette courte déclaration nous permet de comprendre la méthode macargienne, même si plusieurs questionnements surgissent également. En effet, comment

---

[24] McHarg, « Towards a comprehensive plan for environmental quality », 3.
[25] McHarg, « Towards a comprehensive plan for environmental quality », 3.
[26] Edgar Morin, *Les sept savoirs nécessaires à l´éducation du futur* (Paris : Éditions Seuil, 2000), 14.
[27] McHarg, « Towards a comprehensive plan for environmental quality », 8.

comprendre le terme « *d'intrinsèquement approprié » (« intrinsically suitable »)* pour toutes les utilisations possibles du terrain ? Comme s'établit et se maîtrise l'impact sur l'environnement ? Comme formuler des réglementations à partir des données ? Enfin, l'aspect final pour constituer un plan intégral est une surveillance de l'environnement, de type épidémiologique, qui vise à comprendre la santé et le bien-être des hommes, de ses régions et de ses institutions, ce qui constitue un défi majeur pour un planificateur environnemental.

Il est à remarquer que la méthode macargienne s'aligne dans ce sens à la pensée de Félix Guattari, qui dans son livre *Les trois écologies* se prononce ainsi : « Moins que jamais la nature ne peut pas être séparé de la culture et il nous faut apprendre à penser « transversalement » les interactions entre écosystème, mécanosphere et Univers de référence sociaux et individuels ».[28] McHarg fait clairement l'exposé de cette pensée transversale quand il recommande la surveillance de plusieurs aspects de la santé des humains, des animaux, des plantes, des microorganismes, des institutions, des régions. Tout pour ajuster l'aménagement du territoire, en ligne avec les objectifs envisagés de la planification et des réglementations, et en vue d'améliorer la santé et le bien-être.

Les privilégiés formés à l'école de McHarg sont ainsi préparés à faire face au défi d'une gestion adéquate de l'environnement, comprenant les écosystèmes et les communautés concernées. Cette école, sans doute, est aux avant-postes sociétaux : elle prépare les nouvelles générations de professionnels, autant américains comme venus d'ailleurs, à réagir aux profonds changements du milieu ambiant.

i) Entropie et Néguentropie et le phénomène territorial

L'envergure d'un plan d'aménagement du territoire commence par comprendre la thermodynamique pour la pérennité, et la physiologie pour l'adaptation. Pour le professeur McHarg, la plateforme théorique pour un plan environnemental commence par la compréhension du premier et deuxième principe de la thermodynamique. Nous les présentons ici tels qu'il les a consignés[29]:

« Energy is neither created nor destroyed. »

« All energy is destined to entropy. »

En thermodynamique, l'entropie est une grandeur qui permet d'évaluer la dégradation de l'énergie d'un système[30]. L'entropie d'un système se caractérise par son degré de désordre. La néguentropie, d'autre part consiste dans la diminution de l'entropie.

---

[28] Félix Guattari, *Les trois écologies* (Paris : Éditions Galilée, 1989), 43.
[29] McHarg, « Towards a comprehensive plan for environmental quality », 15.
[30] *Le Petit Larousse*, (2003), « Entropie ».

L'explication de l'entropie et de la néguentropie est inhérente à la tâche de l'aménagement écologique du territoire, qui tend vers la néguentropie. En paraphrasant le professeur, nous pouvons dire que la conceptualisation de la néguentropie représente l'ordre, la complexité et l'habilité d'exécuter le travail. En conséquence, d'une part, la faible efficacité dans le transfert de l'énergie, la perte de l'énergie, l'utilisation des ressources non renouvelables, l'extinction des systèmes uniques, la mauvaise information, tout cela, est représenté par une haute entropie. D'autre part, une haute efficacité énergétique, le recyclage, la rotation rapide, la récupération d'information, tout cela, est représenté par la néguentropie.

L'explication de la planification écologique à travers ces deux termes « d'entropie » et « néguentropie » éclaire la méthode de planification territoriale. Le professeur suppose que les aspects tels que l'instabilité, l'uniformité, le caractère aléatoire des choix, les bas nombres de symbioses, le nombre réduit d'espèces, caractérise l'entropie. De l'autre côté, la minimisation de l'aléatoire, la complexité, la diversité, l'équilibre, le haut nombre d'espèces et la multitude de relations symbiotiques, représentent les attributs de la néguentropie. Sur ce point, nous pouvons nous appuyer sur Edgar Morin qui, en parlant de la complexité de l'écosystème, affirme :

> *[…] il n'est pas seulement nourricier en matière d'énergie : il donne aussi de l'organisation, de l'ordre, il nourrit l'homme de néguentropie, il est pour tout être vivant, y compris l'homme, coauteur, coopérateur, coprogrammateur de son propre développement.* [31]

Morin continue en parlant du *complexus*, c'est-à-dire de

> *[…] ce qui est tissé ensemble […] il y a complexité lorsque sont inséparables les éléments différents constituant un tout […] Les développements propres à notre ère planétaire nous confrontent de plus en plus souvent et de plus en plus inéluctablement aux défis de la complexité*.[32]

Ainsi, nous devrons comprendre les écosystèmes dans les zones d'étude, comme des *complexus* pour concevoir des scénarios de planification écologique de caractère néguentrope.

De cette manière, le terme *complexus* sert à aborder la complexité d'un écosystème naturel et humain, mais aussi la planification dans la mesure où elle confronte l'intégralité des disciplines scientifiques. Le rôle d'un projet écologique territorial est de comprendre l'intégralité des phénomènes pour les planifier. Mais il est absolument nécessaire qu'il s'appuie sur l'intégralité des professions pour mettre en fonctionnement la définition du plan. Sans doute, cette planification écologique, qui commence dans les années 1960, est bien en amont des futurs besoins planétaires en termes de soutenabilité territoriale.

Aujourd'hui, en rétrospective, ces deux termes éclairent la méthode d'aménagement territoriale d'ampleur écologique et mettent en valeur l'application des principes de la thermodynamique pour accomplir un plan de caractère environnemental. De cette manière, les sciences dures, ou l'apport scientifique plus généralement, valide une action où la complexité fait interagir

---

[31] Morin, *Écologiser l'homme*, (Paris : Lemieux Éditeur, 2016), 26.
[32] Morin, *Écologiser l'homme*, (Paris : Lemieux Éditeur, 2016), 26.

des paramètres sociaux, économiques, écologiques et géologiques, entre autres.

ii) Le « know how » de la méthode

Un point central pour ce travail est la reconnaissance de la méthode macargienne comme un système dynamique qui présente les opportunités et les contraintes pour l'utilisation future de l'environnement. L'adaptation créative, suivant le créateur de la méthode, peut résoudre les problèmes et revitaliser le milieu ambient ; en revanche, la non-adaptation peut conduire à l'extinction. Plus précisément, la méthode de planification écologique présente quatre phases d'après le guide préparé par le Center for Ecological Research in Planning and Design [33] :

(i) La gestion des inventaires : sciences naturelles, sciences biologiques et physiques, sciences sociales, économie, ethnographie et droit. La région est ainsi conçue comme un phénomène.

(ii) L'analyse : les analyses des facteurs physiques, biologiques et sociales donnent une approche de la région destinée à répondre aux questions : « Qui ? », « Pourquoi ? », « Où ? ». Tout pour comprendre l'action, les causes, les processus et les principales issues. En effet, avant de concevoir le plan il est important de comprendre le système.

(iii) La synthèse : les besoins et les sources sont identifiés pour résoudre les besoins d'une variété d'utilisateurs. Avec ses données, on atteint la réponse aux questions suivantes : Qui sont les utilisateurs potentiels de la terre ? Comment envisagent-ils l'avenir de leur paysage ? Quel modèle d'établissement est le plus critique pour leur futur ? Qui souffre et qui en profite ?

(iv) La formulation du plan : les phases précédentes sont présentées comme des alternatives qui ont des impacts sur les communautés de la région. Les planificateurs et leurs clients formulent les plans d'actions, c'est à dire, les ordonnances, les budgets, les cartes officielles, etc.

Pour cette méthode la dualité population/territoire est cruciale. La synthèse finale articule les valeurs des personnes et les réalités biophysiques du secteur.

[33] Center for Ecological Research in Planning and Design and Department of Environmental Resources Commonwealth of Pennsylvania, « Land resources inventory and analysis for planning », (Philadelphia, 1975), 8–9.

L'approche méthodologique permet d'aborder, d'une manière plus développée, les phases auparavant présentées. Nous allons maintenant nous engager sur l'approfondissement des phases pour la gestion des inventaires, l'interprétation du processus et l'ultérieure synthèse. Le guide élaboré par Charles Frandes, intitulé *Guidelines for Land Resource Inventory and Analysis for Planning,* pour la municipalité de Buckingham, nous servira à accomplir ce propos[34].

Frandes décrit pas à pas la méthode et le processus de prise de décision. L'étude de cas qui sert de base pour son explication est réalisé sous l'égide de la Office of Enforcement du Department of Environmental Resources, Commonwealth of Pennsylvania. Ce bureau considère qu'un plan sensible aux questions environnementales constitue la clé pour l'engagement écologique du *Environmental Amendement* de la *Commonwealth Constitution* :

> *To protect the natural processes and ecological relationships of the environment is vital to the long- term sustenance of man's life support system, and to respect the environment by managing man´s activities to preserve the natural, scenic, and esthetic values of the environment while meeting the expressed needs and desires of the people Constitution*[35].

Ainsi, le *Master Environnemental Plan* (MEP) de la localité de Buckingham, au sud-est de la Pennsylvanie, constitue un exemple d'articulation entre les facteurs naturels et les facteurs environnementaux. Il met en valeur le respect pour le milieu ambiant, tout en préservant les zones d'haute valeur naturel, et en répondant aux besoins de la population. Le groupe de professionnels impliqués dans la création de ce MEP appliquent la méthode de McHarg pour accomplir la formulation du plan. Remarquons au passage que « l'amendement » réalisé à la *Commonwealth Constitution of Pennsylvania* énonçait en 1971 que « la propriété des ressources naturels revient à la société, inclues les générations à venir ». Ici, nous ne sommes pas loin du Rapport Brundtland de 1987, qui parlait du défi « d'affronter l'avenir et de protéger les intérêts de générations futures »[36].

Première phase

Pour la première phase, portant sur la gestion et l'interprétation des inventaires, nous tirons l'information de sources gouvernementales et privées. Chaque renseignement considéré devra contenir les sources, l'échelle et les unités ou catégories cartographiques. Cette section présente une liste exhaustive des catégories environnementales qui sont nécessaires pour une étude de planification écologique[37] :

---

[34] Charles Frandes, Juneja Narendra et Bruce McDougall, *Guidelines for Land Resource Inventory and Analysis for Planning,* Center for Ecological Research in Planning and Design, Department of Landscape Architecture and Regional Planning, Graduate School of Fine Arts, University of Pennsylvania, and the Department of Environmental Resources Commonwealth of Pennsylvania, (Harrisburg, Pennsylvania, 1975).

[35] Frandes et al., *Guidelines for land Resource inventory and Analysis for Planning*, 1975, 3.

[36] Commission mondiale sur l'environnement et le développement, *Our Common Future*, (Oxford : Oxford University Press, 1987).

[37] Frandes et al., *Guidelines for Land Resource Inventory and Analysis for Planning*, 8–9.

Pour le climat, les facteurs naturels à tenir en compte sont : la température, les précipitations, le vent, les aléas climatiques et la qualité de l'air.

Pour la géologie : les catégories de roches, les principaux produits miniers, les caractéristiques géologiques particulières, les zones d'activité sismique, les formations qui ne sont pas stables.

Pour la physiographie : les pentes, les zones d'inversion, les terrains de ventilation limités, les zones de brouillards et de givres, et les caractéristiques physiographiques importantes.

Pour l'hydrologie : l'hydrographie, la qualité et quantité d'eaux de surface, les plaines inondables, les zones humides, la quantité et la qualité des eaux souterraines, les zones de recharge des nappes phréatiques et les zones de décharge d'eaux souterraines.

Pour les sols : le drainage, la texture, la capacité d'échange des éléments nutritifs, le potentiel biologique pour la productivité, la capacité portante, la perméabilité, le degré d'érosion, le potentiel de rétraction-gonflement, la conductivité thermale et les sols susceptibles d'extraction.

Pour la végétation : la forêt, les communautés d'arbustes, les prairies, les marais et les tourbières, les zones aquatiques, les communautés végétales rares et les végétaux sensibles aux perturbations.

Pour la faune : les habitats terrestres, les habitats aquatiques, les espèces rares, les espèces sensibles aux perturbations, les organismes bénéfiques, les espèces dangereuses, les espèces nuisibles, les gibiers sauvages, les espèces commerciales prisées et les corridors de mouvement.

La désagrégation des catégories environnementales est intégrale, permettant ainsi d'avoir une vision globale du terrain d'analyse en vue d'aborder la prochaine phase qui consiste à interpréter l'information. Ce substrat de base nous permet d'analyser chacun des phénomènes naturels, ses capacités et ses contraintes, pour assurer une utilisation des ressources en harmonie avec le milieu naturel.

Deuxième phase

Chacun des facteurs naturels est divisé en catégories. La catégorisation de la physiographie pourra être définie comme un intervalle compris, par exemple, entre 0-3%, 3-8% et ainsi ensuite. La finesse des intervalles doit être alignée avec le niveau d'interprétation dont aura besoin pour chaque activité. L'interprétation articulée de la cartographie dans la première phase a deux niveaux de lecture qui dépendent des résultats des informations apparues dans la cartographie.

Le premier niveau correspond à l'utilisation d'une matrice à deux axes. Le premier axe contient les facteurs naturels ; la deuxième, correspond à l'utilisation du territoire. La définition de chacun des facteurs clés est indispensable pour

définir la relation directe ou conditionnelle qui représente l'interrelation axiale. Des aspects comme la favorable ou non-favorable occupation du sol pour les corridors des mouvements ou les développent industriel ou résidentiel en haut ou basse densité, sont des facteurs qui constituent le point de départ pour le design du plan. Cependant, la représentation en deux axes est insuffisante pour comprend la complexité de la gestion d'un écosystème. Par conséquent, la méthode *inter-link* à trois axes où les dimensions sociales s'articulent avec les aspects écologiques du plan est nécessaire. Ici, deux questions se surgissent : Comment la communauté aperçoit le futur de son paysage naturel ? Et quels modèles de développement sont nécessaires dans une vision renouvelée de l'avenir ?

Cette deuxième phase offre ainsi la possibilité de comprendre le système physique et les opportunités que son utilisation représente. Il est évident qu'un système naturel est complexe à comprendre.

La synthèse

Le processus de synthèse permet de combiner les informations des phases antérieures. L'appui cartographique est essentiel pour délimiter spatialement les aires qui représentent les opportunités pour le développement et celles qui représentent les contraintes. Frandes souligne dans son guide que le système de « overlay », utilisé pour réaliser une carte de synthèse, ne constitue pas la phase finale, mais c'est une approche indispensable pour établir un rapport technique décrivant les règles de combinaison qui établissent les activités prioritaires pour la communauté.

L'approche méthodologique de McHarg, vue au travers du projet Buckingham entrepris par Frandes, met en évidence le caractère multidimensionnel de cette méthode ; et c'est justement cette multidimensionnalité qui nous permet de comprendre les interrelations nécessaires pour accomplir un plan intégral de développement soutenable. Les mots d'Edgar Morin nous aident à illustrer ce point quand il se prononce ainsi :

> *L'intelligence parcellaire, compartimentée, mécaniciste, disjonctive, réductionniste, brise le complexe du monde en fragments disjoints, fractionne les problèmes, sépare ce qui est relié, unidimensionnalise le multidimensionnel.*[38]

L'école macargienne part de connaissances multiples pour les relier dans un tout intégral, complexe, global, holistique. L'exposé que nous avons fait de cette méthode cherche ainsi à ce que le lecteur puisse établir une démarche de reconnaissance d'un secteur d'intervention, en partant de la multiplicité des facteurs qui confère ses caractéristiques particulières à chaque entourage.

Le projet de Buckingham, suivant la présentation de Frandes, constitue un projet réel d'intervention, et en même temps une étude de cas qui permet aux

[38] Morin, *Les sept savoirs nécessaires à l´éducation du futur*, 49.

lecteurs et aux étudiants de première année du programme de *Regional Planning* de comprendre la méthode et de l'appliquer aux différents *townships,* situés aux alentours de Philadelphie. Ici, les besoins de la société civile se superposent au milieu académique, permettant un retour d'information réciproque.

Aujourd'hui, les outils informatiques et les données sont plus précises et nombreuses pour accomplir un plan d'aménagement du territoire qui soit fortement ciblé vers les aspects écologiques. Pour ce qui concerne les catégories environnementales (à savoir, les aspects du climat, géologie, physiographie, hydrologie, sols, végétation), grâce à l'imagerie satellite on couvre l'ensemble des territoires des pays, et les programmes GIS (information géoréférencé) nous fournissent les données pour les interpréter. Avant, l'interprétation se faisait avec l'aide d'un diagramme de bloc, en superposant les informations pour faire un diagnostic du lieu d'intervention.

b) Medford : étude de cas

Une fois présenté le processus de planification écologique, il ne reste qu'à exemplifier la méthode à travers une étude de cas. C'est ainsi que nous abordons les projets *Medford*, du Centre pour la Recherche Écologique en Planification et Design[39], et *Earthworks*, résultat d'un travail réalisé par un groupe interdisciplinaire d'étudiantes en vue d'obtenir leur diplôme de Master en Regional Planning. L'étude de *Medford Township* représenta l'engagement de la communauté pour se développer, tout en préservant la qualité des eaux et la richesse et variété de la végétation et de la faune. Le principal problème de cette communauté était la croissance accélérée de sa population, qui dans les années antérieures à l'étude commençait à dégrader l'activité agricole et forestière. Le maire de la commune a voulu réaliser une étude écologique permettant, non seulement l'élaboration d'un plan, mais aussi d'obtenir des données scientifiques pour formuler des ordonnances. Le principal propos était d'identifier les zones les plus appropriées pour les différents usages du territoire, et de proposer des régulations de développement.

Nous abordons cette étude, en premier lieu, en considérant le processus de planification écologique réalisé pour cette communauté, qui tient en compte des populations impliquées dans le processus, en recueillant l'information des parties qui constituent le système. Ensuite, nous voyons comment s'opère une synthèse permettant de montrer les interactions entre les parties, suivie par l'établissement des alternatives de développement, en relation aux utilisateurs et à leur environnement. L'implémentation constitue une phase importante où les utilisateurs du système appliqueront les stratégies, les tactiques et les processus nécessaires pour rendre opérationnelle l'alternative de développement choisie.

[39] Center for ecological research in planning and design – Department of Landscape Architecture and Regional Planning – University of Pennsylvania, Philadelphia.

Le dernier pas consiste enfin à tester le résultat du plan, ce qu'on effectue trois ou quatre ans après sa mise en opération. L'analyse de ce projet nous permettra de rendre compte des résultats obtenus dans le canton de Medford[40].

i) Contexte

New Jersey est l'état le plus densément peuplé des Etats Unis, et il fait face à deux très graves crises : le manque de logement et la dégradation de l'environnement. La disponibilité de logements décents et la préservation du milieu ambiant constituent ainsi des défis majeurs pour l'état, la région et le canton. Environ 10 000 personnes, la plupart de classe moyenne, habitent à Medford. La grande question pour la municipalité est de savoir si l´implémentation d'un processus de planification serait la solution pour relever ces défis [41].

ii) L'application de la méthode

L'application de la méthode est divisée en deux grandes parties. Dans la première partie, une équipe de chercheurs est associée au projet pour réaliser l'inventaire des ressources naturelles. L'objectif de cette partie est d'évaluer les potentiels naturels du territoire. Ensuite, le propos de la deuxième partie consiste à comprendre les valeurs des facteurs naturels, articulés à la promulgation de réglementations qui cherchent à garantir la soutenabilité de ces facteurs naturels. Ici, une analyse des systèmes et des composantes est construite en utilisant les matrices à deux dimensions où les variables simples sont comparées entre elles. Ainsi, toutes les possibilités d'interactions sont mises à l'épreuve. La portée de cette analyse s'étend à la fois sur les personnes et les processus naturels.

La Figure I.1, représente le schéma de la méthode. Nous affichons un échantillon représentatif de 4/53 cartes qui comprennent l'ensemble des analyses des ressources naturelles de Medford. Sur les analyses des valeurs sociales nous présentons 1/24 matrices qui les représentent. Les conclusions du travail proposent quatre scénarios de développement qui sont représentés dans cette figure. Nous alignons la méthode dans une axe vertical, ce qui aide à comprendre le déroulement évolutif du procédé. La carte nous permet de mieux visualiser le plan écologique où la première partie de la figure représente les nombreux processus naturels, suivie des matrices sociales (dont le nombre est presque la moitié de celui des processus naturels). À la fin de l'axe sont présentées les quatre « *convenances »* (*suitabilities*) proposés pour le Plan environnemental.

---

[40] Narendra Juneja, Ian McHarg, Arthur Sullivan et Robinson Fisher. Principal investigators: Giegengack Robert (geology), Hanawalt Ronald (soils), Levin Michael (plant ecology), Subitsky Seymour (hydrology), *MEDFORD: Performance requirements for the maintenance of social values represented by natural, environment of Medford Township*, (Pennsauken, NJ: Pan Graphics, 1974).

[41] Juneja et al., *MEDFORD*, « Background », 4.

iii) Convenances (suitabilities)

Quatre scénarios sont cartographiés dans la Figure I.1 et révèlent le potentiel de Medford[42]. Ici nous considérerons seulement l'un d'entre eux : en particulier, « suitability : rural-urban development *»,* car il nous permettra de comprendre les avantages et les inconvénients que chaque alternative soulève. Cette étude d'aménagement écologique décrit le cas du premier scénario, portant sur la possibilité du développement rural-urbain, ainsi : « Rural-urban assumes detached single-family development on large lots, larger than an acre, with onsite sewage disposal through the means of a septic tank[43] *».* Pour ce type de développement, la densité peut varier entre 1 à 6 maisons par acre (1 acre = 4046 m2). L'étude conclut que l'utilisation de fosses septiques est une option, autrement un système d'égouts pour le village serait nécessaire. Pour ce type de développement rural-urbain les dépenses pour les logements sont concentrées dans les fondations et dans la maintenance de la fosse septique ; la seule restriction s'articule aux espaces, très limités.

Concernant les autres scénarios nous allons seulement esquisser des généralités. Le deuxième scénario se concentre sur les zones périurbaines. Dans ce cas, la seule restriction existante est celle des lieux susceptibles de localiser les fosses septiques. Le troisième scénario porte sur l'aménagement en banlieue groupée. Celui-ci a besoin de surfaces bitumées et de peu d'entretien pour les surfaces gazonnées ; le facteur critique est celui des fondations. Enfin, pour le quatrième scénario sur la production agricole, la possibilité de développement urbain est restreinte. Toutes les catégories, viennent accompagnées d'une liste de valeurs pour l'individu et pour la société.

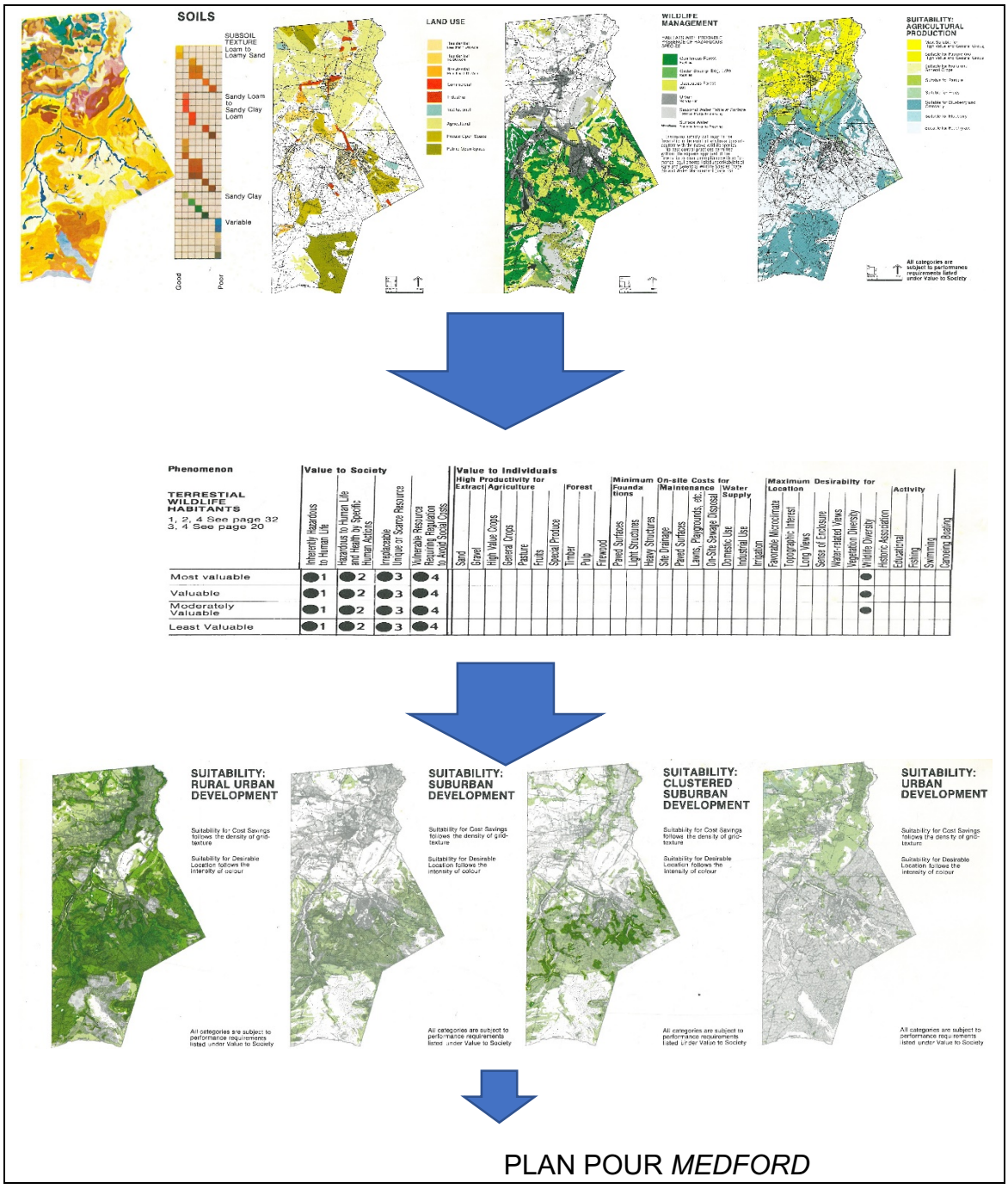
Il est caractéristique dans l'application de cette méthode de présenter plusieurs scénarios pour le développement. Ceci permet à la communauté de pouvoir choisir le plus approprié selon ses besoins. Les résultats de la méthode de planification environnementale accordent aussi la possibilité d'intégrer un seul scénario, que nous pouvons nommer *éclectique,* dans la mesure où il intègre tous les caractéristiques physiques, économiques et sociales appartenant à d'autres scénarios au bénéfice du développement de la communauté. Notre objectif, en présentant ici un exemple de l'intégralité de cette méthode, n'est autre que d'introduire un système d'analyse que nous considérons comme la méthode par excellence pour accomplir une approche d'aménagement écologique du territoire.

Les chercheurs qui ont réalisé l'étude de *Medford* appartiennent à l'enseignement supérieur et sont également enseignants dans le programme de master en *Regional Planning* (Aménagement du territoire). *Medford* constitue ainsi une étude de cas qui est présentée aux étudiants pendant le premier semestre du programme. De cette manière, l'académie et la société peuvent en

[42] Juneja et al*., MEDFORD*, 43.
[43] Juneja et al., *MEDFORD*, « Suitability criteria », 42.

tirer profit parallèlement. C'est un exemple de comment le contexte universitaire étasunien prend position vis-à-vis des mouvements mondiaux (dans ce cas la vague écologique), et comment les savoirs issus de l'académie sont rapidement adoptés et appropriés par la société. De cette manière, il s'établit une forte articulation entre l'enseignement, la recherche et l'application de la méthode d'aménagement. Ceci est différent du cas colombien, où l'appropriation de l'information issue du milieu universitaire par la société présente un délai considérable, comme nous le verrons à la fin de ce chapitre. Nous continuons avec une deuxième analyse, qui constitue un clair exemple d'une étude développée par un groupe interdisciplinaire d'étudiants dans une contexte réel. C'est un groupe visionnaire qui a appliqué la méthode de McHarg, et qui a permis aux usagers du terrain Earthwoks (une parcelle de 350 acres), appartenant à la population de Sharon dans le Connecticut, de s'approprier des résultats d'un travail scientifique pour les adapter à leurs besoins de développement.

***Figure I.1. MEDFORD* cartographie de l'étude de planification écologique**



Source de cartes : Juneja et al., *MEDFORD,* 1974.

c) Earthworks : le terrain d'expérimentation

Le projet *Eartworks* [44] que nous présentons et examinons ici est issu de l'expérience d'un groupe d'étudiants qui ont appris la méthode de McHarg et l'ont appliqué dans un contexte réel d'intervention. De cette façon, cette étude a permis à la communauté de s'approprier des résultats d'une recherche universitaire pour devenir autonome et envisager un développement écologique.

i) Contexte

L'application de la méthode de planification écologique dans *Earthworks* s'est réalisée au sein de la School of Fine Arts du Departement of Lanscape Architecture & Regional Planning de l'Université de Pennsylvanie. Cette recherche fut réalisée entre 1977 et 1978 par un groupe interdisciplinaire d'étudiants. Ils ont appliqué la méthode de McHarg dans le cadre d'un « Annual non formal practical training programme in ecological education ». Le terrain d'expérimentation, nommé *Earthworks,* est situé près de la ville de Sharon, entre les états de Connecticut et New York. Le projet était dirigé par le docteur Peter Skaller, enseignant à la Faculty of Fine Arts de l'Université de Pennsylvanie, et par six autres enseignants de différentes disciplines appartenant à l'aménagement du territoire, avec la participation de sept étudiants du programme de master.

Ce projet d'expérimentation interdisciplinaire a été divisé en deux phases. La première phase impliquait un travail de terrain permettant de recueillir des informations écologiques, afin de les articuler avec les bases de données des institutions locales, régionales et fédérales. La deuxième phase de l'étude a consisté à réaliser des recherches individuelles en agriculture écologique, aménagement forestier et sources d'énergies alternatives. Il s'agissait ainsi d'un scénario réel de recherche interdisciplinaire pour aboutir à la conception d´un plan d'aménagement territorial d'approche écologique. L'ensemble de ces données ont été intégrées à un projet d'application communautaire. Nous présentons ici, comme exemple, les résultats d'une de ces recherches qui a développé le potentiel solaire pour *Earthworks* [45].

---

[44] Elizabeth Badger, Michel Criss, Charles Goedken, Margo Lara-Resende, Susana Mariño, et Susan Miller, *Earthworks*, (dir. par Peter Skaller), Mémoire rédigé pour l'obtention du Master in Regional Planning du Department of Landscape Architecture and Regional Planning, University of Pennsylvania, (Philadelphia, 1978).

[45] Elizabeth Badger et al., *Earthworks*, « Solar Energy in Earthworks », 217–242.

ii) L'alternative solaire

En relation aux sources d'énergies alternatives, l'énergie solaire a un potentiel important pour ce terrain d'expérimentation car elle peut être adaptée aux édifications existantes. Un des défis majeurs d'*Earthworks* était celui d'exposer les étudiants du Centre d'Éducation Continue à une formation pratique en énergie solaire, comme une alternative énergétique viable et en harmonie avec l'environnement. Plusieurs alternatives d'hélio-technologie sont en effet envisageables pour cette communauté : l'utilisation thermique ou d'énergie solaire passive pour le confort de espaces habitables, la distillation de l'eau, la déshydratation des aliments ; ou l´implémentation de l'énergie solaire sous sa forme active[46], pour la génération d'électricité à partir de panneaux photovoltaïques.

Nous développons ici l'alternative d'utilisation passive de l'énergie solaire, la plus amiable avec l'environnement. L'analyse situationnelle pour son implémentation tient en compte des facteurs naturels de radiation directe et diffuse, la vitesse du vent et la localisation du bâtiment existant sur le terrain d'analyse. Pour l'apport direct, où l'espace d'habitation fonctionne comme un collecteur solaire, il est nécessaire de compter sur une orientation vers le sud, pour maximiser son utilisation, avec un système de stockage d'énergie calorique. Nous reviendrons en détail sur l'énergie solaire et son utilisation passive un peu plus tard, quand nous écrirons à propos de l'expérience française. Ici, le point à développer est celui des stratégies qu'ont été choisies pour l'utilisation de l'énergie solaire dans *Earthworks*, où le chercheur les intègre aux structures existantes.

L'information climatique est particulièrement importante pour envisager l'utilisation de dispositifs solaires. Les aspects de précipitation, de température, de vitesse et direction du vent sont déterminants pour la performance du système. Les aspects physiographiques autour de la localisation des édifications sont aussi essentiels, tels que la pente du terrain, le mouvement du vent et la végétation existante, étant donné que tous ces facteurs jouent un rôle essentiel pour calculer le rendement thermique des apports solaires. De manière générale, la crête de la colline diminue la quantité d'énergie solaire que les structures peuvent recevoir, en particulier en hiver où l'angle du soleil est bas. Enfin, il est recommandé de faire un suivi dans le temps.

La quantité de rayonnement solaire n'est pas seulement une question des caractéristiques microclimatiques : le vent joue aussi un rôle significatif, comme la pente montante qui permet de gagner de la chaleur. En général, les chaînes de collines à *Earthworks* servent comme une barrière de protection pour les

[46] L'utilisation active de l'énergie solaire est basée sur l'utilisation d'appareillages, comme des panneaux photovoltaïques, pour la génération d'énergie électrique, ou l'utilisation d'héliostats ou de capteurs paraboliques, pour les besoins en haute température. Elle diffère de l'utilisation passive, qui implique la connaissance des principes de la thermodynamique pour la réalisation de tâches à l'intérieur des espaces, tels que le confort thermique ou la conception d'un espace avec un contrôle de température pour le séchage de produits agricoles.

structures existantes contre les vents venant du nord-ouest. L'été les effets sont imprévisibles à cause des crêtes situées aux deux côtes de la vallée.

Aujourd'hui pour la construction de l'habitat solaire nous avons à notre disposition des outils informatiques très performants comme, le software *Design Builder*, un outil robuste qui permet de simuler les performances énergétiques et environnementales des édifications.

iii) Les convenances spatiales

Les convenances spatiales pour les futures structures sont également spécifiées dans ce rapport. Elles incluent l'éclaircie de la végétation existante, nécessaire pour préparer les nouvelles structures, l'excavation qui permet l'élimination du matériel consolidé ou non consolidé, la dotation d'un système de drainage qui facilite l'utilisation du terrain. Finalement, la localisation des futures structures a été choisie en vue de maximiser l'apport d´énergie solaire.

En somme, les règles générales pour avoir un bon rendement d'énergie solaire sont : orienter le bâtiment vers le Sud pour améliorer l'exploitation des gains solaires, éviter les arbres ou montagnes près des structures pour limiter la diminution de l'apport solaire par l'ombre, situer les serres côte nord ou ouest pour bloquer le vent d´hiver, concevoir les surplombs visant à réduire le soleil d'été, et enfin, planter des arbres à feuilles caduques, pour fournir de l'ombre en été, et promouvoir la pénétration du soleil en hiver[47].

iv) Les alternatives de développement

L'inventaire de l'information écologique, la mise en valeur des aspects sociaux et les recherches individuelles en différents domaines constituent les *éléments d'entrée,* permettant la conception d'alternatives de développement soutenables *(landscape sustainabilites).* Dans ce contexte, trois scénarios d'application ont été élaborés. L'objectif n'était pas de trouver le meilleur plan abstrait, mais de mettre au point des outils pouvant apporter des résultats différentiels, tout en les articulant avec les besoins de la communauté d'*Earthworks*.

Les étudiantes-chercheurs sous la direction du Ph.D. Peter Skaller participent aux *brainstormings* pour imaginer des scénarios possibles de transformation. Dans ce cas, ils se sont confrontés au défi de trouver une fourchette de possibilités envisageables pour améliorer les niches écologiques d'*Earthworks*. Les recherches groupales sur les ressources naturelles et les besoins humains, en plus des recherches individuelles en différent domaines, ont permis d'envisager plusieurs actions d'amélioration dans le terrain d'analyse.

[47] Badger et al., *Earthworks*, « Spatial Suitability », 230–231.

Pour la définition des alternatives de développement, le déploiement de séances groupales de *brainstorming*, entre les scientifiques et les techniciens hautement qualifiés, ont permis de construire des scénarios de développement de caractère transdisciplinaire. Pour visualiser ces alternatives, un seul des six composants sera caractérisé. Celui-ci aidera à comprendre la complexité de l'analyse que le groupe d'étudiants a envisagé pour chaque alternative[48].

En considérant aujourd'hui ces *brainstormings* à partir de la perspective éclairante de Morin dans le sixième livre de *La méthode,* il devient possible de réfléchir sur la disjonction et la réalité complexe. Les scénarios que nous analyseront à continuation ont été créés grâce aux connaissances partagées et à la volonté d'atteindre un meilleur développement pour *Earthworks.* Edgar Morin sur sa réflexion autour de la disjonction/réduction propose que :

> *Le principe de réduction qui réduit un tout complexe à l'un de ses composants, qui l'isole de son contexte, produit l'incompréhension de tout ce qui est global et fondamental. Le principe de disjonction s'allie au principe de réduction pour empêcher de concevoir les liens et les solidarités entre les éléments d'une réalité complexe et produit également l'invisibilité du global et du fondamental*[49].

En faisant écho à cette idée, le Dr. Skaller avait bien saisi la nécessité de partager les savoirs pour accomplir une tâche de développement territorial écologique. Pour lui, isoler une composant scientifique de son contexte n'était tout simplement pas envisageable. La définition des scénarios ne pouvait se faire qu'à travers le dialogue entre les acteurs de différentes disciplines. Ces derniers, disjoints et dissociés n'apporteraient rien au débat, mais associés seraient capables d'envisager des alternatives de développement. Et c'est ainsi qu'en suivant l'école macargienne, les *suitabilities* ou scénarios ont été multipliés. C'est ensuite à la communauté de choisir les plus appropriés selon ses besoins et ses attentes.

Le scénario No. 1 est orienté vers le développement commercial et l'agriculture conventionnelle. Pour cette approche, une haute performance est requise, et pour assurer des bonnes performances, il est considéré comme nécessaire d'utiliser des engrais commerciaux et des pesticides chimiques. Les engrais commerciaux fournissent les nutriments principaux, c'est-à-dire le nitrogène, le phosphore et le potassium. Mais à cause de l'assimilation des nutriments par les organismes du sol, ces nutriments seront rapidement épuisés. Il serait facile d'appliquer un excès des principaux nutriments, mais cela contribuerait alors à une concentration excessive de nutriments dans les eaux de ruissellement, menant à l'eutrophication. Quant aux pesticides, nous savons que leurs effets sont toxiques sur les écosystèmes. Par exemple, leur application sur les cèdres rouges, présents dans la vallée, pourraient augmenter très rapidement le taux de substances étrangères dans les cours d'eau de premier ou second ordre. Finalement, ne pas d'avoir une production agricole sur place, ou une production de ressources énergétiques pour la population du secteur, aurait

[48] Badger et al., *Earthworks*, « Scenario 2 », 245–249.
[49] Edgar Morin*, La Méthode 6 : Éthique* (Paris : Éditions du Seuil, 2004), 146.

comme conséquence l'importation de tous les produits nécessaires, comme des engrais commerciaux et des pesticides, ignorant ainsi l'approche écologique.

Sur ce point, nous ne pouvons pas continuer sans nous appuyer sur Morin. À ce scénario, où l'utilisation excessive d'engrais est considérée comme néfaste pour le système, nous pouvons associer l'idée de la « fausse rationalité » de Morin où « la rationalité abstraite et unidimensionnelle, triomphe sur les terres » :

> *Ainsi, la Révolution verte promue pour nourrir le Tiers-Monde […] les déversements massifs d'engrais dégradent les sols, les irrigations qui ne tiennent pas compte du terrain provoquent leur érosion, l'accumulation de pesticides détruit les régulations des espèces, éliminant des utiles en même temps que des nuisibles*[50].

Le scénario No. 2 est axé sur le développement d'activités agricoles à vocation commerciale. Dans ce cas, s'intègrent la préoccupation écologique et les répercussions préjudiciables sur l'agriculture conventionnelle. Les pesticides, les herbicides et les engrais synthétiques ne sont pas utilisés. Les pratiques agricoles destructives (par exemple, la monoculture) seront évitées. Dans ce scénario, étant donné que l'orientation commerciale est envisagée, alors l'agriculture intensive est nécessaire, mais des efforts seront mis en place pour minimiser les effets délétères en dehors du système. La diversité de production constitue un objectif fondamental, basé sur la prémisse selon laquelle la monoculture n'est pas stable puisqu'elle a besoin d'un apport énergétique constant afin que le système puisse être maintenu. Les produits issus de cette activité agricole iront au marché écologique, et non pas au marché commercial. Bien entendu, malgré les prix avantageux des produits issus de l'agriculture biologique, il existe tout de même des inconvénients : les besoins des consommateurs ne sont pas si connus comme dans le marché commun, et l'infrastructure n'est pas aussi bien développée.

Le scénario No. 3 établit un système agricole orienté vers la vision d'*Earthworks* comme un système auto-suffisant. La dépendance sur des produits importés à un faible coût en énergie, et la production de la nourriture a besoin de la construction d'abris sur le site. Dans cette alternative se produisent les besoins alimentaires de 30 personnes, et ces personnes contribuent en même temps, avec leur travail agricole, à maintenir l'autosuffisance. Dans ce système autonome les flux internes d'énergie et de nutriments ont besoin d'intégration pour leur utilisation et demandent une compréhension globale de l'équilibre écologique. Dans cette alternative, l'autosuffisance n'est pas intégrale : il existe toujours une dépendance de ressources extérieures. Cependant, les instruments et l'équipement pour la production d'énergie seront importés en quantités moins importantes que dans les alternatives précédentes. Enfin, dans cette alternative, il n'est pas possible de produire les besoins alimentaires pour un régime alimentaire américain moyen.

---

[50] Morin, *Les sept savoirs nécessaires à l´éducation du futur*, 50.

v) La comparaison des scénarios

Le contraste le plus visible entre les différents scénarios est la différence entre le modèle linéaire de l'alternative No. 1 et le modèle en cycles internes du scénario No. 3. Ainsi, le scénario 1 est dépendant de la possibilité de se procurer les matières premières du marché externe, et demande l'exportation autant de produits commerciaux, comme des déchets. En revanche, le scénario 3 repose très peu sur les sources externes de matériaux. Le scénario No. 2 est un hybride entre les deux dernières alternatives, puisque son approche organique demande que les produits issus du travail agricole soient introduits dans le marché externe.

Quand la quantité de cycles augmente, la diversité suit. Mais, quand les cycles diminuent alors on voit des impacts environnementaux sur l'utilisation des terres. Les déchets seront réutilisés, au lieu d'être rejetés dans les sources hydriques ou dans d'autres systèmes naturels. Les matériaux toxiques ne présentent pas de problèmes, puisque l'environnement naturel parvient à effectuer le travail, et on évite l'importation de produits naturels du premier scénario.

Finalement, la dépendance sur les systèmes naturels dans les deux derniers scénarios renforce l'importance de l'utilisation du territoire. Pour le premier scénario où la demande en énergie est importante, la fertilisation et les altérations effectuées sur l'environnement, comme les tuyaux de drainage, signifie que la localisation ne joue pas un rôle si important. Si la quantité de fioul importé n'est pas limitée, les maisons peuvent être situées dans des mauvaises conditions environnementales car elles seront toujours chauffées. Cependant, quand le chauffage dépend des apports en énergie solaires, étant donné qu'on cherche à minimiser la perte de chaleur, alors la localisation constitue un facteur critique.

L'importance d'analyser cette expérience, unique à cette époque et développée par les étudiants du Master in Regional planning à l'Université de Pennsylvanie, est que cette étude, en plus d'appliquer la méthode de McHarg, implique de se situer dans un contexte réel où les résultats obtenus permettront à la communauté de devenir autonome[51]. Il s'agissait de domaines nouveaux pour les étudiants, mais tout à fait nécessaires pour l'enseignement à *Earthworks*, qui devient alors un centre d'enseignement non formel.

La direction du professeur McHarg dans le département de Landscape Architecture and Regional Planning, dans les années 1960, a permis de positionner ce programme comme une programme pionnier au niveau mondial en planification écologique, où le terme « durabilité » est intégré au milieu académique sous le nom générique de « méthode écologique ». Nous pouvons la nommer aussi « méthode intégral », et remarquer que sa consolidation se

[51] Le terme en anglais « empowerment », en espagnol « empoderamiento », qu'on traduit ici par « autonomisation », est une démarche qui permet à une société d'aller au-delà de ses limites et de se projeter par la connaissance d'un savoir-faire spécialisé et significatif pour son développement.

présente deux décennies avant la publication du rapport Brundtland par les Nations Unies.

La méthode d'aménagement écologique du territoire est aujourd'hui plus pertinente que jamais. La société est avide de démarches écologiques amiables avec l'environnement ; grâce aux avancées technologiques et scientifiques, nous sommes d'autant plus prêts pour une application réussie de cette méthode. Aujourd'hui, les données ou éléments d'entrée du système sont plus numériques, l'existence de logiciels spécialisés permettent d'alléger les temps de diagnostic et la couverture des données que demande la méthode est territorialisée et comprend la totalité du territoire des pays, comme les États-Unis. Enfin, pour la phase finale de la méthode, il serait toujours nécessaire d'articuler les savoirs scientifiques et techniques pour concevoir les « *suitabilities* » ou convenances des alternatives envisageables pour un véritable développement territorial.

d) La multiplicité d'interrelations

Comme nous l'avons présenté dans les exemples de *Medford* et *Earthworks*, en général, l'aménagement écologique du territoire commence par une première phase de gestion et d'interprétation des inventaires, suivie par une deuxième phase d'évaluation des données, et une dernière, de synthèse. Ces phases constituent le noyau de la formulation du Plan. Ce dernier, permet de montrer diverses alternatives de développement, considérant leurs impacts, autant pour la communauté comme pour le système naturel. Avec ces données, les planificateurs et leurs clients peuvent formuler le Plan sous la forme d'ordonnances ou décrets, de budgets, de cartes officielles, des taux d'émissions, etc.

Notre objectif dans cette section, revenant sur l'expérience étasunienne, est de montrer que la méthode du *environmental planning* est la meilleure interprétation du phénomène naturel pour le développement. Cette présentation permet de comprendre la complexité de chaque habitat, unique en raison de ses caractéristiques géographiques particulières. Une fois qu'on a compris la multiplicité d'interrelations présentes dans un écosystème et qu'on a souligné les besoins des populations, il est temps d'arriver à la formulation du plan. Un deuxième objectif, aussi important que le premier, est celui de présenter la relation qui existe entre les connaissances acquises dans le milieu académique universitaire et leur application dans la société, comme nous l'avons vu dans les exemples de *Buckingham, Medford* et *Earthworks*.

Nous pouvons toujours adapter la méthode de McHarg aux nouvelles technologies pour aboutir à une compréhension chaque fois plus fine d'un système naturel d'opportunités et de restrictions pour son utilisation. Il est évident que la transdisciplinarité constitue une des plus importantes caractéristiques de cette méthode et une condition nécessaire pour la réussite du processus. Une approche transdisciplinaire est nécessaire pour définir un objectif commun, à partir duquel tous les intervenants hautement qualifiés, autant les scientifiques

que les professionnels issus de différentes disciplines, puissent concevoir le cœur d'un processus qui converge vers une vraie vague transdisciplinaire. Il s'agit ici de créer une symbiose de disciplines vers une objectif commun. Ici nous faisons appel à la *symbiosophie*, pour utiliser le terme de Morin, et qui signifie « la sagesse de vivre ensemble »[52].

Un dernier aspect fondamental pour cette thèse est le fait que ce sont les systèmes institutionnalisés de la recherche et de l'enseignement supérieur qui diffusent, qui légitiment et qui valident pour la société les chemins de la durabilité. Les cas d'étude de Buckingham, de Medford et d'Earthworks permettent d'affirmer qu'il existe un arrangement presque concomitant entre les connaissances formulées dans les universités et l'appropriation des savoirs et des méthodes par la société. Cependant, dans le cas des pays émergents, comme la Colombie, il existe encore un écart important entre les progrès scientifiques développés dans les établissements d'enseignement supérieur, et leur applicabilité et appropriation sociale. La section finale de ce chapitre est orientée vers ce phénomène.

Dans ce qui suit, nous faisons une parenthèse pour examiner le positionnement de grands scientifiques nord-américains, y compris Ian McHarg, à propos de la situation fragile de la planète en termes de soutenabilité qui constituait déjà un défi pour l'enseignement supérieur dans le siècle dernier.

2) L'avant-garde environnementale

Avant d'aborder avec précision la contextualisation de la méthode macargienne en Colombie, il est important de présenter quelques réflexions proposées par les plus brillants esprits environnementaux qui ont construit les avant-postes en termes de soutenabilité. À présent, et comme héritage du siècle dernier, la société est face à une dégradation de l'environnement sans précédents, au changement climatique, à la perte de la biodiversité, à la dégradation des sols par l'effet de l'industrialisation et de l'agriculture, pour mentionner seulement quelques-uns des grands défis actuels. Mais le XXème siècle nous a donné aussi comme héritage les idées de grands penseurs qui se sont trouvés face à des phénomènes profondément inquiétants pour le monde à venir.

Ces visionnaires ont écrit une page dans l'histoire du XXème siècle. Ils ont été professeurs aux universités de Pennsylvanie à Philadelphia, de Washington à Saint-Louis, Missouri, et à l'Université de Massachusetts à Amherst : ils sont Ian McHarg, Barry Commoner et Buckmister Fuller[53]. Tous les trois appartiennent

[52] Morin, *Les sept savoirs nécessaires à l'éducation du futur*, 93.
[53] Grâce à la formation suivie aux Etats Unies nous avons eu le privilège de les avoir rencontrés comme professeurs et d'avoir participé aux colloques et séminaires qu'ils ont organisé.

au milieu académique, à l'enseignement supérieur, et étaient fortement motivés par les problèmes environnementaux. Chacun d'entre eux a été pionnier et précurseur du défi de la soutenabilité, bien avant que la société en générale ne s'en préoccupe. Commençons par une présentation générale de ces penseurs, pour ensuite mentionner leurs apports à travers des ouvrages qui ont marqué la société étasunienne du XXème siècle.

Le premier, Ian McHarg, de qui nous avons déjà largement parlé, était fortement préoccupé par le rôle destructif que l'homme a dans le monde au point de changer la face de la Terre. La formation que ses étudiants ont suivi leur a permis d'être entreprenants et déterminés dans leurs pays d´origine. Et aujourd'hui, ils sont emmenés à jouer un rôle essentiel dans leur société, soit comme formateurs de futurs professionnels dans le milieu académique, soit comme entrepreneurs ou comme consultants sur les projets de développement qui touchent la variable environnementale.

Un autre révolutionnaire est Barry Commoner, nommé le « maître-conférencier de milliers ». Il était le porteur de l'étendard de l'écologie dans le milieu politique étatsunien (il a notamment été candidat présidentiel pour le parti écologiste-socialiste dans les années 1970). Commoner a été le directeur et fondateur du Centre National des Systèmes Naturels. Parmi les nombreuses activités de ce Centre, il a mis en fonctionnement un *Annual Formal Training Course* à la Washington University à Saint-Louis. Nombreux étudiants de différents pays du monde ont eu la possibilité d'être lauréats d´une bourse de l'ONU pour suivre son programme sur « Les problèmes environnementaux pour étudiants venus de pays en voie de développement »[54]. Ainsi, des étudiants de pays très différents, d'Asie, d'Afrique ou d'Amérique Latine, se sont retrouvés dans ce programme, au sein duquel ils se sont confrontés au débat autour des différents problèmes dans leur milieu social.

Enfin, l'ingénieur Buckmister Fuller est le créateur du « dimaxion »[55]. Parmi ses nombreux apports à l'enseignement supérieur, les workshops « *World's Game* » a permis de contextualiser les participants aux problèmes cruciaux de l'humanité, en particulier le problème environnemental. Le premier workshop a eu lieu en 1969 dans la New York Studio School. En 1978, le Workshop « *World game : energy and shelter* » fut organisé à l'Université de Massachussetts à Amherst. L'objectif de Fuller avec le *World Game – How to make the World Work*, était d'établir une formation qui puisse permettre à un professionnel de se projeter vers l'avenir à partir du présent.

[54] Washington University – Saint Louis. Center of Biology of Natural Systems: "Environmental problem for students from developing countries", (Saint-Louis, Missouri, 1977).

[55] Dimaxion : Structure tensoriel radicalement solide et légère, URL= https://cinqpoints.com/fr/blog/18_Richard-Buckminster-Fuller

a) Ouvrages et concepts fondateurs

Ces grands penseurs ont écrit des œuvres qui représentent des vraies contributions pour une société et une humanité avide de connaissances pour un meilleur avenir. Nous allons faire une courte explication de ces ouvrages qui ont fait des apports clé en termes d'écologie, d'environnement et de soutenabilité.

Une de plus emblématiques œuvres de la deuxième moitié du XXème siècle est *Design with Nature* d'Ian McHarg. Cette œuvre, à ce jour non traduite en français, est composé de seize chapitres[56] avec une introduction de Lewis Mumford. Mumford est révélateur quand il affirme[57]:

> *This is not a book to be hastily read and dropped; it is rather a book to live with, to absorb slowly, and to return to, as one's own experience and knowledge increases. […] Here is the foundation for a civilization that will replace the polluted, bulldozed, machinery-dominate, dehumanized, explosion-threatened world that is even now disintegrating and disappearing before our eyes*.

Ainsi, Mumford insiste sur la possibilité que la lecture et l'analyse de ce livre à différents moments de la vie permette d'inférer des renseignements précieux pour des projets de développement, et pour le futur de l'humanité en général. Il est important de remarquer, en effet, que les dernières décennies du XXème ont été marqués par une préoccupation, chaque fois plus urgent et bouleversant, autour du changement climatique.

Dans ce livre, les termes « entropie » et « néguentropie » apparaissent de façon récurrente. Ils permettent de comprendre l'envergure de la relation entre les phénomènes naturels et l'activité humaine. En outre, deux positions importantes, qui ont marqué la société de cette époque et changé la vision du monde, sont soulignées dans cet ouvrage. La première est l'idée selon laquelle, comme voyageurs dans l'espace, nous dépendons pour notre survive de l'énergie solaire, des processus de photosynthèse, de l'eau, et du cycle des matériaux, pour soutenir la population mondiale[58]. La deuxième, non moins importante, est la vision de l'homme comme un être anthropocentrique, détruisant tout sur son passage, que McHarg remplace par celle d'un homme plus conscient, qui cherche l'unité avec tous les êtres vivants, qui comprend son rôle créatif et qui s'articule dans un monde où nous sommes tous des partenaires avec les autres espèces de la planète [59].

---

[56] Parmi les seize chapitres de *Design with nature*, nous pouvons souligner : « Sea and Survival », où McHarg fait une description de la rive de New Jersey ; « City and Countryside » où il se souvient de son enfance à Glasgow ; et « A Step Forward », où il donne des paramètres à tenir en compte pour la construction d'une autoroute. De même, le chapitre « The Cast and the Capsule » présente l'humanité comme un groupe de voyageurs dans l'espace, une image qui sera connue plus tard comme « le village planétaire », « le village global » ou « la communauté mondiale », entre autres.

[57] Ian McHarg, *Design with nature* (New York: The American Museum of Natural History Garden City, 1971).

[58] McHarg, *Design with nature*, "The Cast and the Capsule", 45.

[59] McHarg*, Design with nature*, "A Step Forward", 40.

Pour avoir une explication intégrale des termes « entropie » et « néguentropie » nous allons transcrire les définitions du texte original, pour ne pas perdre l'explication de l'auteur :

> *Entropy is the rule, it demands its price; all energy is destined to be degraded but physical systems are becoming more and more ordered on earth, while life systems continue to evolve towards greater order, grater complexity, les randomness – towards negentropy. Abstract, absolute entropy would be that condition when all energy would be degraded, random, simple, uniform, disordered, and unable to perform any further work. In contrast idealized negentropy would exhibit high order, complexity, diversity, uniqueness, ability to perform work* [60].

Nous voyons donc que :

> *[…] l'entropie exige un prix ; toute l'énergie est destinée à se dégrader, mais les systèmes physiques deviennent de plus en plus ordonnés sur Terre, tandis que les systèmes vivants deviennent plus complexes et moins aléatoires – tendant vers la néguentropie*.

Cette explication nous aide à accomplir notre tâche comme professionnels en aménagement écologique en nous exhortant à nous rapprocher de la néguentropie des systèmes, et à guider nos alternatives de développement à l'encontre de l'entropie, à la recherche de la diversité, et contre l'uniformité.

Pour les étudiants du Master en Aménagement du Territoire, un des premiers, sinon le premier et plus profond choc intellectuel lors du séminaire *Man in adaptation*, est la vision apocalyptique que McHarg présente à son avide audience. Abordant le sujet de l'accroissement de l'usage du pouvoir nucléaire, l'objectif de McHarg est de bouleverser son audience en présentant un scénario qui pourrait devenir réel si les tendances continuent. Dans ce scénario hypothétique, aucun d'entre nous, êtres humains, a survécu à ce cataclysme. Il ne reste en vie qu'une colonie d'algues qui par chance a survécu à la radiation. De façon métaphorique, McHarg imagine alors les pensées de ses algues solitaires qui, se rendant compte de la fin de la vie autour d'elles et du besoin de recommencer tout le chemin de l'évolution, arrivent à la conclusion : « la prochaine fois, point de cerveaux » [61]. À la fin de ce chapitre, nous nous inspirons de cette vision pour proposer un scénario alternatif fondé sur la néguentropie.

Un deuxième ouvrage fondamental, aux avant-postes de la soutenabilité, est sans doute *The Closing Circle,* en français *L'encerclement : Problèmes de survie en milieu terrestre*, écrit par Barry Commoner en 1970 et devenu un bestseller. Commoner était un scientifique américain, Ph.D. en biologie cellulaire, et professeur à l'Université de Washington à Saint-Louis dans l'état de Missouri. Il a fondé et dirigé le Centre d'Études Biologiques des Systèmes Naturels[62] où, sous l'égide de l'Organisation des Nations Unies, il organisait annuellement un

---

[60] McHarg, *Design with nature*, "The Cast and the Capsule", 53.

[61] "The atomic cataclysm has occurred. The earth is silent, covered by a gray pall. All life has been extinguished save in one deep leaden slit, where, long inured to radiation, persists a small colony of algae. They perceive that all life save theirs has been extinguished and that the entire task of evolution must begin again – some billions of years of life and death, mutation and adaptation, cooperation and competition, all to recover yesterday. They come to an immediate spontaneous and unanimous conclusion: "Next time, no brains", McHarg, *Design with nature*, 43.

[62] *Encyclopédie Universalis* "Barry Commoner", https://www.universalis.fr/encyclopedie/barry-commoner/

cours d'été nommé : « Environmental problems for students from developing countries ». Des centaines d'étudiants se sont bénéficiés de ce programme et ont participé aux débats autour des possibles solutions aux problèmes environnementaux dans les pays en voie de développement[63]. L'auteur insiste sur le fait que dans la nature tout vient de quelque part et tout va quelque part. Cela implique de penser de façon globale, de penser en cycles, et donc de sortir d'une vision utilitariste qui considérerait l'environnement comme un simple réservoir de ressources d'un part, et une décharge de déchets, d'autre part [64].

Enfin, bien que la grande majorité de ses œuvres soient des inventions, Buckminster Fuller compte parmi ses travaux littéraires l'œuvre essentielle *Utopia or Oblivion : the prospects for Humanity*[65]. En particulier, dans le chapitre « Le citoyen du XXème regarde en arrière », l'auteur fait une forte critique de la société de l'époque, dominée par les États-Unis et l'URSS. Rappelons que la vague révolutionnaire de ce temps-là était de « faire plus avec moins » (doing-more-with-less), en utilisant la technologie pour satisfaire, avec moins de ressources, les besoins croissants d'une population de plus en plus nombreuse et exigeante. Vivant à cette époque, et sachant que ce scénario ne pouvait pas être attribué à une doctrine politique, Fuller lance la réflexion suivante : si tous les réseaux de distribution d'énergie et la machinerie industrielle de tous les pays industrialisés étaient soudainement retirés, alors dans une durée de six mois plus de deux millions de personnes ne pourraient plus survivre. En revanche, si l'ensemble des hommes politiques, d'idéologistes et de protagonistes sociaux de ces pays faisaient une pause prolongée et laissaient les pays avec leurs ressources, leurs industries productives et leurs réseaux de distribution, alors la société ne mourrait pas de faim et sa santé ne serait pas affectée. Fuller était certain que « faire plus avec moins » ne dépendait pas de débats politiques, ni de l'octroi de licences bureaucratiques ou des favoritismes du patronage privé, mais de la société elle-même[66].

Dans cette perspective, Fuller était convaincu qu'il n'y avait pas véritablement de crise énergétique, ni de crise alimentaire ou de crise environnementale ; avant tout on faisait face à une crise d'ignorance [67]. En même temps, il croyait fermement à la capacité de réaction de l'être humain pour trouver des réponses aux multiples problèmes. C'est ainsi qu'il organise, dans le cadre

---

[63] L'auteur de cette thèse a bénéficié d'une bourse de l'ONU pour participer à ce cours pendant l'été 1977.

[64] Dans La Botz et Daniel Tanuro, « Hommage à Barry Commoner, précurseur de l'Eco socialisme », Europe solidaire sans frontières ESSF, 2012, URL= https://www.europe-solidaire.org/spip.php

[65] Richard Buckmister Fuller, *Utopia or Oblivion, the prospects for humanity* (London: Allen Lane Penguin Press, 1970), 16.

[66] Buckmister Fuller, *Utopia or Oblivion, the prospects for humanity*, 16.

[67] Dans Howard Brown, Robert Cook et Medard Gabel, *Environmental Design Science Primer* (New Heaven: Advocate Press, 1976), 2–3, Buckminster Fuller souligne: « there is no energy crisis, food crisis or environmental crisis. There is a crisis of ignorance". Dans le même esprit, il remarque: « Humanity on Earth teeters on the threshold of revolution. It has to be success for all or none. If the revolution is a bloody one, humanity is through. The alternative is a design science revolution ».

du *World Resources Inventory Projet*, les premiers *World Game's Workshops*[68]. Dans ce contexte, il applique aux participants les méthodes de *Brainstorming*, *Group consensus* et *Jeu de simulation*, permettant à tous les participants de s'interroger et de trouver différentes idées de développement viables pour un scénario donné. Pour Fuller la société était entrée dans un période de transition cruciale avec son environnement où il était nécessaire d'adopter une nouvelle approche. Son apport est connu sous le nom de « Comprehensive Anticipatory Design Science », à savoir :

> *The effective application of principles of science to the conscious design of our total environmental order to help make the Earth´s finite resources meet the needs of all of humanity without disrupting the ecological processes of the planet*[69].

Fuller, comme McHarg, parlait de la Terre comme une petite sphère mécanique ou comme une navette spatiale qui tourne autour du soleil. Cette métaphore, nous permet de prendre conscience du besoin intrinsèque que représente la recherche du bien-être sur Terre, et du fait que, comme des astronautes dans cette petite navette, nous sommes responsables du soin et de l'entretien de cet appareil qui nous soutient et qui nous protège[70]. Ainsi, les assistants au *World Game Workshop : Energy and shelter* ont joué un rôle comme planificateurs et participants, plutôt que comme spectateurs.

Les plus importantes séances du *Workshop* étaient les conférences magistrales de Fuller, où il partageait sa vision d'une « Comprehensive Anticipatory Design Science » (une science exhaustive et anticipative du design). Elle est exhaustive dans la mesure où l'on travaille sur le système entier, en prenant en compte l'influence de l'ensemble des systèmes naturels, de l'humanité et tous les facteurs cruciaux sur les problèmes et les besoins de la Terre et de ses passagers. Elle est anticipative dans le sens où il est nécessaire de se préparer pour faire face à la crise avant son apparition, tenant en compte les besoins actuels et futurs de l´humanité. Elle constitue du design, comme un processus d'intégration essentiel qui peut synthétiser les parties qui constituent le Tout. Enfin, elle est une science*,* dans la mesure où elle constitue un processus logique, une méthode systématique et empirique de recherche à partir d'une expérience séquentielle[71].

Ces auteurs emblématiques ont été des professeurs très respectés dans l'enseignement supérieur, en plus d'être aussi de visionnaires pour une société meilleure et plus équitable. Étant donné leur notoriété, la société les a écoutés et a réagi à leurs propositions pour envisager un meilleur avenir pour l'humanité. La soutenabilité, vue à travers le spectre de l'écologie ou de l´environnement, était leur champ de bataille, et concevoir une méthode intégrale où les ressources naturelles s'accouplent pour réponde aux besoins des populations, était leur objectif de base. C'est ainsi que ces professeurs universitaires ont montré à la société de l'époque le chemin à suivre en termes d'environnement. Ils se sont

---

[68] Ces workshops sont organisés par le centre Earth Metabolic Design, situé à New Heaven dans l'état de Connecticut, en partenariat avec les universités de Southern California, University of Pennsylvania, University of City Science Center et la Southern Illinois University

[69] Brown et al., *Environmental Design Science Primer*, "Overview", 3.

[70] Brown et al., *Environmental Design Science Primer*, "Spaceship earth", 11.

[71] Brown et al., *Environmental Design Science Primer*, 4.

situés comme des précurseurs de la soutenabilité. Mais ces grands professeurs furent aussi des entrepreneurs, et la société étasunienne a rapidement mis en opération nombreux de leurs projets. Les professionnels qui ont eu le privilège de suivre les enseignements de ce groupe de grands d'intellectuels du dernier quart du XXème siècle peuvent et doivent être actifs et d'avantage déterminés vis-à-vis les enjeux de l'ère actuelle.

3) Contextualisations colombiennes

Pour les privilégiés qui ont suivi ces parcours dans des établissements universitaires nord-américains reconnus, l'heure d'appliquer les connaissances acquises constitue un moment remarquable. De retour dans leurs pays, ils sont confrontés à appliquer les connaissances acquises en aménagement écologique dans leur propre pays, parmi lesquels nous pouvons bien sûr citer la Colombie. C'est pour cela que, pour montrer jusqu'où les savoirs acquis dans les universités étasuniennes ont un impact dans la recherche des universités colombiennes, nous analysons un projet réalisé par une faculté d'architecture dans ce pays. Pour ce faire, nous commençons par quelques renseignements généraux sur la Colombie pour avoir un contexte territorial.

La Colombie constitue un laboratoire par excellence pour accomplir une tâche d'aménagement écologique du territoire. Ce pays possède un territoire deux fois plus étendu que la France et se caractérise par une localisation géographique stratégique et par une de plus importantes richesses du monde en termes de biodiversité. La Colombie est située au nord de l'Amérique Latine, entre une latitude de 12º 26′ 46″ (Punta Gallinas) nord et 4º 12′ 30″ sud (Quebrada San Antonio), et une longitude de 60º 50′ 54″ ouest (Isla de San José) et 79º 02′ 33″ est (Cabo Manglares)[72]. Son altitude est comprise entre 0 et 5.775m (Pic Cristóbal Colon). Sa localisation géographique lui permet d'avoir des radiations solaires comprises entre 2.5 kWh/m2 et 6.5 kWh/m2, situées parmi les plus hautes de monde. Par ailleurs, ce pays est :

> *[…] le troisième pays le plus peuplé et la cinquième puissance économique de l'Amérique latine [...]. Située sur un carrefour stratégique entre l'Amérique centrale et le continent Sud-Américain, elle compte deux façades maritimes, l'une sur le Pacifique et l'autre sur l'Atlantique […]. Par ailleurs, le territoire colombien représente la deuxième réserve mondiale (après le Brésil) en termes de biodiversité [73].*

La carte I.1 montre l'emplacement de la chaîne montagneuse des Andes qui traverse tout le territoire de Sud à Nord, permettant au pays de compter avec des couches thermiques variables, présente la localisation de la Colombie et

[72] Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), "Datos geodésicos", URL= http://www.igag.gov.
[73] *Encyclopédie Universalis*, "Colombie", URL= https://www.universalis.fr/encyclopedie/colombie/#i_30696

détermine l'ampleur de l'Amazonie, partagée entre le Brésil, la Colombie, le Venezuela, le Pérou, l'Équateur et les Guyanes.

Pour nous intéresser à la biodiversité, nous allons nous appuyer sur l'explication que donne la Fondation française pour la Recherche sur la Biodiversité (FRB)[74], selon laquelle la « Biodiversité constitue l'ensemble des êtres vivants, micro-organismes, plantes, champignons ou animaux »[75]. Mais on ne peut pas parler de biodiversité sans mentionner à Robert Barbault et Edward O. Wilson. Le premier était professeur à l'Université de Paris-VI ; pour lui « La biodiversité c'est le passage du concept de l'homme et la nature à celui de l'homme dans la nature »[76]. Edward Wilson, pour sa part, était professeur émérite de l'Université de Harvard, et a publié *Biophile* en 1984 où l'expression « BioDiversity » apparaît pour la première fois[77]. Il se prononce ainsi sur les espèces en voie de disparition : « Once species are gone, they are gone forever. Unless we move quickly to protect global biodiversity, we will soon lose most of the species composing life on earth »[78]. Selon l'information de l'Institut de Recherche des Ressources Naturelles Biologiques Alexander Von Humboldt sur le classement mondial en biodiversité, la Colombie occupe la première place au monde en nombre d'espèces d'oiseaux et d'orchidées, le deuxième en richesse d'amphibiens, papillons et poissons d'eaux douce, le troisième en espèces de palmiers et reptiles, et le quatrième en mammifères. L'Institut affirme que la biodiversité en Colombie a diminué de 18% lors des dernières décennies, la cause principale étant la perte des habitats naturels due à l'agriculture et l'élevage extensif [79].

---

[74] Fondation pour la recherche en biodiversité (FRB) « Qu'est-ce que la biodiversité ? », URL= http://www.fondationbiodiversite.fr/fr/societe/avec-la-societe/diffusion-de-connaissances/en-savoir-plus/qu-est-ce-que-la-biodiversite.html

[75] La FRB divise la biodiversité en trois branches : la génétique, la spécifique et l'écosystémique. Nous parlons ici de cette dernière qui est constituée par des « ensembles de populations d'espèces différentes, formant des communautés, interagissent entre elles avec leur environnement physico-chimique. », URL= http://www.fondationbiodiversite.fr/fr/societe/avec-la-societe/diffusion-de-connaissances/en-savoir-plus/qu-est-ce-que-la-biodiversite.html

[76] Grégoire Macqueron, « La biodiversité est plus qu'un catalogue d'espèces », janvier 2010. https://www.futura-sciences.com/planete/actualites/developpement-durable-robert-barbault-biodiversite-plus-quun-catalogue-especes-22259/

[77] Wilson, « Biophile », URL= https://eowilsonfoundation.org/e-o-wilson/

[78] https://eowilsonfoundation.org/

[79] Institut de Recherche des Ressources Naturelles Alexander Von Humboldt, « Biodiversidad colombiana », http://www.humboldt.org.co/es/boletines-y-comunicados/item/1087-biodiversidad-colombiana-numero-tener-en-cuenta

Carte I.1. Localisation de la Colombie. Pays situé au nord de l'Amérique du Sud. Façades maritimes sur l'Atlantique et sur le Pacifique.

Source : viajaracolombia/regiones-de-colombia. Selon l'Institut colombien de géographie Agustín Codazzi, l'Amazonie constitue le 41,8% de l superficie du territoire national, répartie dans les départements du Amazonas, Caquetá, Guainía, Guaviare, Putumayo et Vaupés

a) Transferts méthodologiques

Notre recherche sur l'application de la méthode macargienne en Colombie a été réalisée entre 1994 et 1997, pour une faculté d'Architecture d'une université à caractère confessionnel de l'ordre des jésuites. La méthode a été appliquée dans un secteur d'exploitation minière de charbon et pour une population démunie. L'application de l'indicateur IPH-1, qu'on présente à continuation, peut montrer l'importance de comprendre le terme « démunie » dans ce cas.

Dans *Le rapport mondial sur le développement humain* de 1988, dans la section sur la mesure de la pauvreté humaine dans le pays en développement, un indicateur de pauvreté humaine est établi : le IPH-1, qui mesure la longévité, le savoir et le niveau de vie. Mais les auteurs de ce rapport sont bien conscients qu'il existe d'autres paramètres plus difficiles à mesurer, tels que : « l'absence

de liberté politique, de sécurité humaine, l'incapacité à participer librement à la vie de la communauté, et les menaces sur la viabilité à long terme, difficilement mesurables et quantifiables »[80]. En faisant une comparaison entre l'indicateur économique appliqué aux pays en voie de développement IPH-1 et l'indicateur IPH-2 pour les pays industrialisés, le rapport signale que le « premier utilise trois critères : malnutrition, absence d'accès à l'eau potable et aux services de santé, et le deuxième est fondé sur le taux de pauvreté monétaire »[81]. L'application de cet indicateur de pauvreté pour la Colombie indique un pourcentage de 11.1% de la population au niveau de pauvreté. En Amérique latine le pays le mieux placé est Trinidad et Tobago avec 3.3%, et la dernière place est occupée par le Guatemala, avec un IPH de 29.3%.

Cette prémisse met l'accent sur le pourcentage des populations dépourvues dans le pays, parmi lesquelles se trouvent les communautés charbonnières. Ici nous utilisons une recherche antérieure pour caractériser ces collectivités, en particulier notre « Alternatives de développement intégral pour les populations minières » (« Alternativas de desarrollo Integral para los asentamientos mineros »), réalisée dans la Vallée d'Ubaté du Département de Cundinamarca[82]. Pour cette recherche, nous nous sommes concentrés sur la communauté marginale de la vallée d'Ubaté, située entre les municipalités de Cucunubá et Sutatausa, dans le département de Cundinamarca, dans le centre du pays, à environ 100 kilomètres de Bogota. Les populations objet de l'étude étaient les habitants appartenant à l'exploitation des mines de charbon qui font partie des groupes de populations les plus démunies. Ce territoire se caractérise par avoir le plus grand nombre d'exploitations des mines de charbon dans le pays. Ces exploitations, nommées « traditionnelles », sont des exploitations de micros, petits et moyens volumes de production, qui peuvent varier entre 1 et 17 tonnes par an. Mais malgré leur petite dimension, ces exploitations causent des très sérieux problèmes environnementaux comme la disparition ou la pollution des courants d'eau et la déforestation.

L'hypothèse de cette recherche affirme que les potentiels en ressources naturelles du territoire peuvent soulager certains besoins basiques de la communauté minière, et aussi contribuer à la diminution des impacts environnementaux que cette pratique exerce sur le territoire. Comme techniques pour recueillir l'information des sources primaires nous avons utilisé des entretiens avec les professionnels spécialisés du secteur minier.

La phase initiale pour appliquer la méthode est l'élaboration du diagnostic préliminaire*,* nécessaire pour préparer les projets d'aménagement du territoire. La méthode de cadrage (*framework)* permet d'évaluer les limitations et les potentiels naturels du territoire d'analyse. Une première lecture de cette phase a permis de remarquer la fragilité des écosystèmes naturels, mais aussi les

[80] Programme des Nations Unies pour le développement (PNUD) « Rapport mondial sur le développement humain », (New York, 1988)
[81] PNUD, « Rapport mondial sur le développement humain », 2831.
[82] Susana Mariño, « Alternativas de desarrollo integral para los asentamientos mineros », *III Congreso de investigación de la Universidad Javeriana*, (Bogotá, 1995). (Recherche réalisée entre 1994 et 1997 pour la Facultad de Arquitectura y Diseño, Pontificia Universidad Javeriana.)

potentiels qu'ils représentent pour améliorer les ressources des populations locales.

Pour les sources d'information secondaires, l'étude a utilisé les bases de données officielles des institutions. Plus spécifiquement, nous avons fait usage de l'information de l'IGAC, une autorité incontestable[83], pour les données associes aux ressources naturelles, l'information de l'HIMAT, pour les données météorologiques, de la CAR, pour les données en aménagement de territoires ruraux dans le département de Cundinamarca, et du DANE, pour les fiches officielles concernant la population. Deux institutions, responsables à l'époque de l'exploitation des mines de charbon, Ecocarbon et Carbocol, ont procuré des informations importantes sur la population minière.

L'application de la méthode de planification écologique mise au point par Ian McHarg permet d'établir l'impact qu'une recherche appliquée, réalisée dans un milieu universitaire, peut avoir sur les communautés concernées. Pour voir cela, il est nécessaire de présenter de façon détaillée l'étude entrepris.

b) Sujets et objets de recherche

L'objet de la recherche est le logement ouvrier, y compris la mine et son entourage. Ces endroits forment un tout. Pour soutenir cette affirmation, nous pouvons nous appuyer sur la position de l'architecte Saldarriaga[84], qui souligne que la connotation de foyer pour le paysan est constituée par le volume d'habitation, limité par le rayon d'influence où il exerce une agriculture de survie.

Les coordonnées géographiques du territoire sont les suivantes : une latitude de 5º 11′ et 5º 16′ nord et une longitude de 73º 45′ et 73º 52′ ouest. Le terrain d'étude comprend une extension de 170 km². La population concernée est de 10 800 personnes. Ces communautés doivent faire face à deux problèmes cruciaux : l'amélioration de leurs logements, et la possibilité d'exploiter les ressources naturelles sur place pour compléter leur régime alimentaire et se procurer une ressource économique supplémentaire pour augmenter leurs revenus, très limitées. Le travail d'exploitation des mines de charbon leur permet à peine de survivre. Le type de famille le plus commun est de type nucléaire et se compose de deux parents et de quatre enfants.

Malgré les limitations des ressources naturelles pour la soutenabilité de la population, l'étude signale qu'avec une connaissance profonde des aspects sociaux et environnementaux du secteur, il est possible d'apporter des opportunités pour améliorer leur cadre de vie. Nous arrivons à cette conclusion

---

[83] IGAC, Institut Géographique Agustín Codazzi ; HIMAT, Institut Colombien d'Hydrologie, Métrologie et Adéquation des sols ; CAR, Corporation Autonome Régionale, DANE, Département Administratif National de Statistique.

[84] Alberto Saldarriaga est un architecte et théoricien colombien. Parmi ses œuvres on trouve : *Pasados presentes* ; *La vivienda en Colombia, 2009* ; *Pensar en arquitectura : un mapa conceptual*, (*Passés présents*, *Le logement en Colombie, 2009*, *Penser en architecture : une carte conceptuelle*).

à partir de deux données : les résultats de l'aménagent écologique du territoire et l'application des concepts de l'architecture bioclimatique. Il est important de présenter un résumé des résultats obtenus pour visualiser l'envergure de la recherche. À la fin de ce résumé, nous présentons une cadre synoptique sur le développement du potentiel agricole visant à explorer la possibilité d'amélioration du cadre de vie. L'étude est intégrale dans la mesure où, en plus d'envisager une exploitation artisanale du potentiel agricole, il apporte des solutions aux besoins énergétiques du foyer.

c) Le diagnostic des ressources naturelles

Pour cette phase de la recherche, nous utilisons la méthode du *Framework,* ou superposition de couches d'information, qui permet de combiner les renseignements recueillis pour définir des zones homogènes des phénomènes naturels qui caractérisent le territoire. Le propos est d'évaluer, dans un contexte régional, les secteurs géographiques qui ont des caractéristiques similaires à la zone d'analyse, où éventuellement pourraient être appliqués les résultats obtenus, et ainsi pouvoir élargir le champ des bénéficiaires potentiels du système.

L'analyse a décelé que 78% des exploitations minières de la municipalité de Cucunubá sont de taille artisanale et que l'activité minière a entraîné l'érosion, la pollution d'eaux de surface, la disparition de ravins, la déforestation et l'altération de plusieurs aspects socio-économiques de la communauté. Ensuite, après avoir avancé les premières évaluations sur le milieu naturel, le microclimat, l'information géomorphologique, hydrogéologique, physiographique, pédologique, et sur les usages du terrain, la recherche conclut :

i) Que l'information disponible sur les ressources naturelles est inadéquate ou insuffisante, en particulier l'information climatologique. Pour cette raison, il est difficile d'évaluer les conditions microclimatiques spécifiques, nécessaires pour le développement du secteur.

ii) En relation à l'interprétation aéro-photographique, elle est aussi limitée, dans la mesure où la trajectoire de vol des années 83 et 93 n'incluait pas cette zone en particulier.

iii) Pour l'infrastructure existante, résultat de l'intervention humaine, il est nécessaire, dans une prochaine recherche, d'avancer une étude plus fine pour définir la typologie des unités de logement, leur

> emplacement et la composition des volumes, ainsi que l'utilisation des espaces résiduels[85].

Il est important de mettre un accent sur les conclusions concernant le potentiel que représente l'utilisation de l'énergie solaire pour envisager un habitat bioclimatique. A cet égard, l'information macro-climatique sur l'incidence de la radiation solaire constitue la base pour une application solaire sur l'habitat. Le point de mesure de données solaires le plus proche est celui de la population d'Ubaté. Par ailleurs, nous avons avancé une recherche parallèle, liée aux systèmes d'échauffement des espaces avec l'énergie solaire, pour concevoir un échauffement contrôlé des milieux architecturaux, car celle-ci constitue un facteur d'intérêt particulier qui permet de promouvoir une transformation primaire de produits agricoles à forte valeur ajoutée.

d) Contributions aux besoins essentiels

À travers l'application des résultats de cette étude la communauté peut combler ses besoins essentiels, grâce à la possibilité de compter sur une source économique parallèle qui complémenterait les revenus de l'exploitation minière. Mais, en plus, l'étude prévoit de contribuer à la réduction de l'impact environnemental négatif qu'entraîne l'exploitation des mines de charbon dans cette région. Les résultats de la recherche proposent ainsi des systèmes innovants permettant le développement soutenable des unités d'habitation.

Ici nous présentons une liste informative, non exhaustive, des observations générales issues de cette recherche [86] :

> Le développement écologique donne à la collectivité minière l'opportunité d'intervenir et de participer dans son propre développement. Il fournit aussi les fondements théoriques nécessaires à la communauté minière de la vallée d'Ubaté pour réussir.
>
> Si cette population prend en charge l'application des résultats de cette étude, elle sera dans la position de conduire son développement en fonction de l'application des méthodes écologiques de rigueur scientifique.
>
> Les communautés de mineurs dans le reste du département de Cundinamarca, ainsi que celles des départements de Boyacá, Santander et Antioquia, attendent un exemple à suivre pour un développement intelligent et efficace. La collectivité minière de la vallée d'Ubaté pourra

[85] Susana Mariño, "Alternativas de desarrollo integral para los asentamientos mineros", première phase de diagnostic du projet de recherche *Arquitectura bioclimática: mejoramiento de la infraestructura en los campamentos mineros*, presenté lors du IIIème Congrès de Recherche, 1995, 13–14.
[86] Mariño, « Alternativas de desarrollo integral para los asentamientos mineros », 2.

donner cet exemple exceptionnel en entamant un projet pilote en développement écologique.

Cette étude considère que la mise en opération du processus de développement doit être responsabilité des résidents du secteur. La thèse de ce travail est basée sur la mise en œuvre d'une stratégie de développent rationnel, et prend comme point de départ la connaissance des ressources naturelles, des opportunités et des limitations. Ces communautés offrent un *savoir-faire* qui est complémentaire aux systèmes de construction traditionnels. L'amélioration de la qualité de vie de cette population peut s'accommoder à l'équilibre délicat de la nature, sans détriment pour la santé, et pour la recherche du bien-être de la collectivité.

Cette recherche de caractère théorique doit être contrastée par un travail sur le terrain, afin de compter sur un diagnostic plus approfondi des unités de logement. La dernière phase, correspondrait ainsi à une expérimentation *a posteriori*. Tout cela est essentiel pour accomplir un processus global de conception intégrale du projet.

Ces conclusions apportent un indicateur de mesure à propos des pratiques de recherche des nouvelles générations, et comment celles-ci, par le biais de leurs travaux de recherche, permettent d'articuler les systèmes académiques aux nouveaux défis des transformations et des mutations sociétales. À l'époque, il s'agissait d'une recherche de nouvelle génération, où l'implémentation réelle des résultats obtenus faisait face au défi d'améliorer le cadre de vie des populations objet d'étude. La lecture des observations générales ci-dessous montre que le compromis d'opérationnaliser les résultats obtenus, permettant une mutation des mœurs, doit venir de l'engagement de la propre communauté. Nous pouvons voir ainsi que les pays en voie de développement sont un terrain fertile pour envisager des changements significatifs en vue de l'amélioration du cadre de vie de populations vulnérables. Néanmoins, comme nous le verrons à la fin de cet exposé, l'académie et ses recherches c'est une chose, mais une autre très différente ce sont les possibilités réelles d'achèvement des projets au bénéfice des populations.

Une explication générale est nécessaire pour comprendre les principales directrices qui mèneront à concevoir un développement soutenable et global pour les communautés de mineurs de la vallée d'Ubaté dans le contexte de cette recherche. La première grande directrice est la volonté politique des organismes publics pour la gestion soutenable des ressources naturels renouvelables. L'objectif de ce composant consiste à définir les politiques de gestion pour l'aménagement soutenable des ressources naturels basiques pour cette population. Tout cela permettra de promouvoir une activité économique, à faible impact environnemental, qui serait complémentaire avec l'activité d'extraction.

Le deuxième grand composant est le développement durable de la production agricole et/ou agroindustrielle. L'objectif consiste à promouvoir le développement soutenable de la production agricole dans son premier niveau de

transformation, pour que les produits soient vendus dans le marché local et régional. Ce composant se divise en trois grandes parties. La première souligne l'apport des sciences sociales et économiques au développement agricole à petit échelle ; la deuxième établit la transformation des produits agricoles et l'utilisation de l'architecture bioclimatique pour accomplir cette tâche ; enfin, la troisième décrit la production de cultures agricoles à haut valeur ajouté. La Figure I.2 ci-dessous, met en évidence ce deuxième grand composant sur l'utilisation du potentiel bioclimatique pour le développement soutenable de ces populations minières.

L'étude dévoile une vision complète du développement, grâce à l'analyse d'information secondaire et à la considération de l'avis d'experts dans les différents domaines abordés. Par exemple, à propos du potentiel pédologique, le contact avec le professeur Clément Mathieu, de l'École d'Agriculture de Purpan, a été une source précieuse, puisqu'il a donné un avis favorable à la proposition stratégique d'implémenter, pour chaque unité de logement, une culture de subsistance. De même, le professeur Mathieu a fait quelques suggestions complémentaires sur la technique du compost[87], car la technique établie d'après le livre de Heynitz, *Le Compost au jardin*[88], n'était pas suffisante[89]. De cette façon, il devient possible d'établir des pratiques pour les paysans de ces régions qui permettent de restructurer les sols présentant des limitations pour leur utilisation. Pour le potentiel hydrogéologique, le schéma proposé est simple et intégral. Il définit trois phases : l'aération, la sédimentation et la filtration. Le système permet ainsi d'améliorer la qualité de l'eau[90]. Mais ceci n'est utile que pour la pratique d'irrigation localisée goute à goute, car elle contrôle et permet l'apport uniforme de l'eau pour les cultures de subsistance.

La complexité de la démarche écologique de cette recherche s'articule à quelques idées proposées par Edgar Morin dans son ouvrage de 2016, *Écologiser l'homme*, en particulier quand il affirme :

> *La conscience écologique révèle que l'ensemble des interactions entre êtres les vivants au sein d'un site géophysique constitue une organisation spontanée ayant ses régulations propres* [91].

Cette recherche vise en effet à développer, dans la localisation géophysique où se situent les communautés concernées, un procès écologique avec ses propres démarches.

L'objectif général envisagé était le suivant : promouvoir la gestion soutenable des ressources naturels potentiellement exploitables, permettant à la

[87] Mariño, « Alternativas de desarrollo integral para los asentamientos mineros », 47.
[88] Kraft von Heynitz, *Le compost au jardin* (Paris : Terre vivante, 1991).
[89] Heynitz, dans l'introduction de son livre, dit : « L'humus est la clé de la fertilité […] La couleur sombre du sol et son aspect grumeleux laissent présager une bonne teneur de ce précieux constituant qui permet au sol d'emmagasiner l'eau, lui donne une bonne structure, ouvre le passage à l'air et à la chaleur, permettant ainsi une croissance vigoureuse des plantes », *Le compost au jardin*, 11.
[90] Mariño, « Alternativas de desarrollo integral para los asentamientos mineros », 56.
[91] Morin, *Écologiser l'homme*, 53.

population charbonnière de favoriser une activité agricole complémentaire à l'activité minière, pour améliorer leur cadre de vie et complémenter leurs faibles revenus. Ce grand défi pourra être accompli à travers différentes actions comme promouvoir le développement soutenable de la production agricole grâce à une première transformation des produits issus de l'agriculture biologique. Pour cela, la restructuration du sol, comme nous l'avons déjà souligné, est nécessaire. Un autre objectif, des cinq déployés dans le cadre synoptique, est la création d'un espace bioclimatique pour le séchage des produits agricoles. Il s'agit d'une production à petite échelle car les espaces productifs du foyer sont limités. Ces deux objectifs demandent des études supplémentaires tels que l'analyse des espèces aromatiques susceptibles d'être produites dans cette région, en plus d'ouvrir un marché approprié pour des produits issus d'une agriculture biologique. Rappelons que cette démarche a été conçue entre les années 1997 et 1998, et qu'aujourd'hui le marché de l'agriculture biologique est déjà règlementé dans les pays industrialisés.

Les postulats d'Edgar Morin apportent une force précieuse à ce cadre. Il parle du besoin d'une métamorphose et d'une voie de l'espérance en se prononçant ainsi :

> *Il est évident qu'avant qu'il y ait une transformation, avant l'apparition d'un nouveau système, on ne peut le concevoir, on ne peut le définir. Nous pouvons seulement indiquer qu'il faudrait changer de voie, que la voie nouvelle pourrait émerger, et que c'est la voie de l'espérance*[92].

La voie de l'espérance pour une population qui a besoin d'expérimenter une métamorphose dans sa vie quotidienne et avec son entourage passe par l'application des concepts du développement écologique pour envisager un nouvel avenir.

[92] Morin, *Écologiser l'homme*, « Les trois principes d'espérance dans la désespérance », 129.

Figure I.2. : La vision partielle du deuxième grand composant que nous avons envisagé pour la communauté minière[93].

L´UTILISATION DU POTENTIEL BIOCLIMATIQUE POUR LE DEVELOPPEMENT SOUTENABLE DE POPULATIONS MINIÈRES DÉMUNIES

Objectif général : promouvoir la gestion soutenable des ressources naturelles potentiellement exploitables pour permettre à la communauté charbonnière de promouvoir une activité agricole complémentaire à l'activité minière, en vue d'améliorer leur qualité de vie et complémenter leurs faibles revenus.

PREMIÈRE PHASE

DÉVELOPPEMENT SOUTENABLE DE LA PRODUCTION AGRICOLE

Objectif : promouvoir le développement durable de la production agricole et envisager un premier niveau de transformation de produits d'haute valeur ajoutée, susceptibles d'être produits dans les sols caractéristiques de ce secteur.

DEUXIÈME PHASE

TRANSFORMATION DES ESPÈCES AROMATIQUES ET /OU MEDICINALES PAR LE BIAIS DE TECHNOLOGIES ADAPTÉES

Objectif : sélectionner les espèces aromatiques susceptibles d'être produites dans cette région, pour les soumettre à un primer niveau de transformation (par exemple, le séchage du produit permettant de maintenir ses propriétés en vue d'une entrée au marché de produits biologiques).

TROISIÈME PHASE

CRÉATION D'UN ESPACE BIOCLIMATIQUE POUR LE SÉCHAGE DES PRODUITS AGRICOLES

Objectif : façonner une espace hybride charbon/énergie solaire, pour la transformation de la matière première à travers de la technique du séchage des produits issus de la deuxième phase.

QUATRIÈME PHASE

DÉFINITION D'UNE STRATÉGIE ÉCONOMIQUE

Objectif : établir les prix de production et de vente d'un produit avec le label « l'Agriculture biologique »

RÉSULTAT ENVISAGÉ

ACCOMPLISSEMENT D'UNE PRODUCTION AGRICOLE ET TRANSFORMATION PRIMAIRE DES PRODUITS POUR SA SORTIE AU MARCHÉ, PERMETTANT DE COMPLÉMENTER LES FAIBLES REVENUS DE LA COMMUNAUTÉ.

[93] Source : l'auteur. Ce schéma est issu d'une vision beaucoup plus ambitieuse, qui lance cette recherche vers un développement intégral pour la communauté.

Cette recherche et ses résultats montrent que l'enseignement supérieur, dans ce cas particulier dans une faculté d'architecture, peut accomplir avec succès un projet théorique. Mais la phase d'expérimentation et la mise en opération ne peuvent réussir que dans la mesure où il existe une volonté politique, sinon les résultats des recherches vont seulement multiplier les volumes dans les bibliothèques universitaires. Ainsi, l'hypothèse selon laquelle l'évolution de l'enseignement de la soutenabilité en Colombie se situe à la croisée des pratiques étasuniennes, d'une part, et des pratiques françaises, d'autre part, se dévoile, avec une nuance, pour ce qui concerne la pratique étasunienne. Pourquoi ? Parce que, si bien l'enseignement de la soutenabilité s'est bénéficié de la pratique académique d'applicabilité des connaissances acquises aux États-Unis, pour ce qui concerne l'appropriation sociale des connaissances, il est nécessaire de déployer une relation de transversalité entre l'université, la population et les entités qui gèrent les exploitations minières.

e) Las Gaviotas, un exemple de développement soutenable

Le projet *Las Gaviotas* constitue un exemple de la possibilité d'une démarche environnementale et soutenable dans le pays. Le projet a commencé dans les années 1970, quand différents acteurs issus de milieux différents, et sous la direction d'un visionnaire, ont su construire une véritable communauté soutenable. Il s'agit d´une démarche exemplaire et d'un accomplissement, non seulement interdisciplinaire, mais aussi intersectoriel, dans lequel les chercheurs formés dans les universités ont travaillé *in-situ* et se sont intégrés à des groupes d'entrepreneurs et de la société civile. La caractérisation de cette démarche permet de comprendre le besoin des universités de chercher des alliés exogènes capables d'accomplir des projets pour un impact réel.

Parler de Paolo Lugari, c'est parler de *Las Gaviotas*, un centre expérimental soutenable en énergies renouvelables et cultures alternatives. Lugari, le fondateur et directeur du centre, a reçu de la part du prix Nobel de Littérature, Gabriel García Marquez, le nom « d'inventeur du monde ». En plus, Lugari et son projet ont été reconnus dans des nombreuses publications comme Le Monde, le Washington Post, le Christian science monitor, et le Wall Street journal, entre autres. Par exemple, Saul Landau du Washington Post, le 12 juillet du 1998, en parlant du livre de Alain Weissman titré *Gaviotas*, parle de Lugari et des chercheurs qui l'ont suivi, comme des rêveurs qui ont construit une véritable communauté soutenable. La fondation du centre expérimental *Las Gaviotas* est présentée par son concepteur comme un rêve devenu réalité. Ce projet constitue un véritable exemple de soutenabilité tropicale. Le centre est situé dans le Vichada, un département dans l'est de la Colombie, traversé par le fleuve Orénoque, avec une température qui se situe entre 18 et 36ºC, et une moyenne de précipitations annuelle entre 1500 et 2540 mm/an. Dans sa dissertation, et comme prélude de la présentation de son projet baptisé par lui-même comme une *«* Nouvelle Renaissance dans le tropique », Lugari souligne l'importance de

trouver un équilibre entre l'individuel et le communautaire, entre l'artistique et le scientifique. Nous essaierons de traduire et commenter quelques phrases paradigmatiques de la présentation de son projet[94] que peuvent contribuer à la réflexion sur les questions de base dans cette thèse.

Lugari parle de la terre comme la « maison planétaire », un terme qui s'ajoute aux mots d'autres penseurs, comme McHarg, Commoner et Fuller, prononcés sur le chemin que nous parcourions vers la destruction de notre planète. À ce propos, Edgar Morin, en parlant de l'enseignement d'une identité terrienne, écrit :

> *Le destin désormais planétaire du genre humain est une autre réalité clé ignorée par l'enseignement. La connaissance des développements de l'ère planétaire et la reconnaissance de l'identité terrienne doivent devenir un des objets majeurs de l'enseignement*[95].

L'accomplissement de ce centre expérimental représente ainsi la symbiose d'acteurs venus de milieux différents qui ont accompli ce devoir identitaire et qui est actuellement un réfèrent au niveau mondial. Lugari, dans la perspective de construire une vraie communauté soutenable, considère que les êtres humains ont engagé leurs plus grands efforts dans des guerres et des conflits, qui pour lui, ne sont qu'un échec de l'intelligence. Il met en évidence l'indivisibilité écologique et il utilise la métaphore de convertir la haine en un matériau biodégradable. Il s'agit d'ailleurs de pouvoir faire disparaître les rivalités qui ne nous laisse pas avancer. Nous trouvons d'autres remarquables expressions dans la lecture de cette présentation, comparables avec autant d'autres qui parlent de l'environnement ; la différence clé est que Lugari a écouté sa propre voix, et a réagi en réalisant son utopie.

Dans cette perspective, les mots de Morin, sur les nouveaux périls de notre planète, apportent à nouveau une clarté et une importance considérables :

> *Depuis les années 70, nous avons découvert que les déjections, émanations, exhalaisons de notre développement technico-industriel urbain dégradent notre biosphère et menacent d'empoisonner irrémédiablement le milieu vivant dont nous faisons partie : la domination effrénée de la nature par la technique conduit l'humanité au suicide*[96].

Il est en effet incontestable que l'impact du milieu urbain est au centre de cette problématique. Il est incontestable aussi que les architectes urbanistes, et les spécialistes d'autres disciplines, peuvent collaborer entre eux et réagir aux battements de la terre pour éviter la *mort écologique* dont parle Morin. Lugari, toujours très proactif envers les différents aspects qui touchent de près l'environnement et les possibilités de l'améliorer, fait une proposition tout à fait plausible. Selon lui, les forces militaires et les armées du monde devraient être

---

[94] Dans les paragraphes qui suivent, nous allons utiliser et commenter l'information qui apparaît sur le site web de la Fondation centre expérimental *Las Gaviotas*, URL= http://www.centrolasgaviotas.org/Inicio.html

[95] Morin, *Les sept savoirs nécessaires à l´éducation du futur*, « Résumés préliminaires », 15.

[96] Morin, *Les sept savoirs nécessaires à l'éducation du futur*, « Enseigner l'identité terrienne », 84.

disponibles pour récupérer l'infrastructure végétale et pour travailler pour sa bio-régénération, ou encore mieux, être vigilantes aux signes vitaux de la terre. Nous voudrions conclure, dans ce sens, qu'une armée conjointe d'états rassemblés, au lieu d'envisager le développement d'une arme pour augmenter la force destructive, pourrait plutôt, écouter et réagir aux pulsations de la planète.

Il est à remarquer qu'ils ne sont pas très nombreux ceux qui ont réagi à ces discours, et encore moins ceux qui ont réussi dans leurs démarches. Lugari se trouve parmi ce petit groupe, et son parcours nous permet de penser que le changement est véritablement possible. Il a commencé par rassembler un groupe de penseurs, de docteurs, de chercheurs, de stagiaires, venus des différentes universités, parallèlement aux savoirs vernaculaires des riverains et des paysans. De cette façon, un groupe large et divers a pu contribuer à ce projet, à partir de leur créativité et leur savoir-faire, en cherchant la symbiose de chaque réussite, pour trouver la clé pour un meilleur futur.

L'inattendu arrive à chaque pas du développement de *Las Gaviotas*. À ce propos, Edgar Morin écrit qu'il « [..] faut être ouvert à l'incertain, l'inattendu. Il faut être sensible au faible, a l'événement qui nous surprend ; il faut être prêt à repenser sans arrêt l'état du monde »[97]. En effet, on peut penser que c'est justement cet inattendu qui est à l'origine de chacune des phases de développement du projet. Pour caractériser ce projet, nous nous posons trois questions : Pourquoi ces expériences constituent des réussites ? Pourquoi *Las Gaviotas* est appelé « le village qui peut sauver la planète » ? Et quelles ont été ces accomplissements ? Nous répondrons à ces questions d'une manière générale, sans entrer dans les détails.

Premièrement, présentons la découverte du terrain. En 1971, Lugari a visité le Vichada dans le sud-est du pays. Dans ce terrain vague, de terres peu accueillantes traversées par le fleuve Orénoque et qui se caractérisent pour avoir un très haut taux d'humidité, Lugari a commencé à accomplir son rêve, avec la construction de quelques maisons, d'un poste de santé et d'une école. Ce difficile point de départ fut la niche de sa créativité. Il a commencé par l'installation d'une première turbine hydraulique d'une puissance de 30 kW, en fabriquant des moulins et en mettant en fonctionnement quelques pompes manuelles pour obtenir de l'eau.

Sa créativité a donné lieu à plusieurs réussites comme : le design et la mise en fonctionnement d'une balançoire qui sert, autant de jeu pour les enfants, comme pour pomper de l'eau. Après ces débuts prometteurs, huit mille hectares de pins caribéens sont plantés dans la zone. Cette culture, en symbiose avec celle des champignons a permis de développer une forêt d'environ 250 espèces végétales. Ensuite, dans les années 1980, *Las Gaviotas*, a parvenu à installer le chauffage de l'eau par la voie de l'énergie solaire. Parallèlement, dans le quartier de Ciudad Tunal dans la ville de Bogota, 6000 appartements de logements sociaux furent dotés de panneaux solaires pour le chauffage de l'eau. Un autre

[97] Edgar Morin et Patrick Viveret, *Comment vivre en temps de crise* (Montrouge : Bayard Éditions, 2010), 30.

concept développé avec succès a été de canaliser une source d'eau de montagne pour la mettre en bouteille et établir une industrie supplémentaire. Cette eau en bouteille a par ailleurs été reconnu dans l'industrie pour son excellente qualité.

Grâce au soutien de la Fondation Zeri[98], des Nations Unies et de l'Institut Marion[99], Lugari et ses collaborateurs ont développé une production agricole d'espèces de forêt tropicale humide et de cultures alimentaires. Mais Lugari a renoncé à la monoculture, au profit des végétations endémiques permettant la sauvegarde de la biodiversité. En parlant de la crise énergétique, il dira qu'il s'agit plutôt d'une crise d'imagination et d'enthousiasme. En tout cas, il a certainement su propager l'enthousiasme et l'imagination, puisqu'il a motivé des nombreuses personnes, aussi diverses que complémentaires, à intervenir et contribuer dans la construction du village écologique. Le World Watch Institute, dans son article « Las Gaviotas : Sustainability in the tropics », décrit ainsi le début du projet :

> *In the early 1970s, facing overwhelming obstacles, a young visionary named Paolo Lugari set out to build a sustainable village on the lowland, the remote plains in Colombia, some 500 kilometers east of the country's capital, Bogota. Lugari and a diverse and creative team of collaborators worked on the supposition that if it could be done there, it could be done anywhere. Supported by ingenious renewable energy technologies, hydroponic farming techniques, and-improbably-a regenerating rainforest, Las Gaviotas has survived and flourished for 30 years, even in the midst of Colombian internal conflict* [100].

Moyennant l'énergie renouvelable, les cultures hydroponiques et les activités de reforestation, le projet est en effet soutenable.

Pour sa part, Günter Pauli, dans son article pour *ReSurgence* de ZERI, « The paradigm shifted : the renaissance of the rainforest », complémente notre perspective sur ce projet. En tant que membre du Club de Rome, Pauli fait référence au directeur et fondateur du Club, le Dr. Aurelio Pecci, qui en 1984 fut témoin de la plantation des premiers pins caribéens (*pinus caribaea*) dans un terrain appelé *Les Gaviotas* (nom donné par Paulo Lugari avant le départ de son projet, quand il a repéré une mouette loin de la région côtière), caractérisé pour être un terrain de forte chaleur, avec des mois de pluies torrentielles. Cinq mil hectares supplémentaires ont été plantés, malgré le fait d'être une terre d'un pH de 4. L'explication suivante permet de comprendre le pourquoi de ce succès :

> *To everyone's surprise, the symbiosis between the pine tree and the mycorrhizal fungus not only permitted the treelings to survive the harsh conditions of the savannah, as soon*

---

[98] Fondée par Gunter Pauli, la Fondation ZERI, « Zero Emissions Research Initiatives, is a global network of creative minds, seeking solutions to the ever increasing, problems of the world », URL= http://www.zeri.org/

[99] L'Institut Marion travaille dans plusieurs secteurs, parmi lesquels on trouve des programmes biomédicaux ou des initiatives d'architecture durable. Il se présente ainsi: « The Marion Institute is building a movement. We engage individuals and communities in a bio regulatory approach to whole body health […] », https://www.marioninstitute.org/

[100] World watch, « Las Gaviotas sustainability in the tropics», URL=nhttp://www.worldwatch.org/node/5020

> *as the young pine offered shade, and the pH turned acidic, a completely new forest emerged*[101].

Ensuite, Pauli parle de Lugari comme celui qui a changé le paradigme sur l'impossibilité de produire dans une terre inhospitalière. À travers des ingénieuses et multiples approches, cette terre est devenue un succès du développement soutenable. Plus tard, en 2005, Günter Pauli a fait un rapport sur le projet Marandúa, qui permet d'amplifier la couverture de *Las Gaviotas*, dans un terrain situé à côté, et qui permettra de passer d'une surface de 8.000 Ha à une surface de 80.000 Ha. Ce terrain appartient aux forces armées colombiennes qui considèrent que la paix et le développement arriveront dans la mesure où cette terre produira de revenus.

Une parenthèse ici serait utile pour nous situer dans le contexte social du pays à cette époque. Tout au long de la période de conception de ce projet, le conflit armé et la violence ont été omniprésents dans le pays. Par exemple, la période entre 1996 et 2005 a été caractérisée comme les « Années de la tragédie humanitaire : l'expansion des guérillas et paramilitaires, l'Etat à la dérive et la lutte à feu et à sang pour le territoire », dans les mots du Centre National de la Mémoire Historique[102] . L'année 1989, en particulier, fut qualifiée comme l'année de l'horreur en Colombie, puisque plusieurs leaders politiques ont été assassinés, (en particulier, Luis Carlos Galán, candidat présidentiel, dont le magnicide reste très ancré dans l'imaginaire colombien)[103]. Or, les populations vivant dans ce type de situation et dans des contextes de danger ont un pouvoir de résilience et de créativité qui leur permettent de réfléchir sur leurs propres potentiels et de les canaliser pour envisager un meilleur avenir.

Le succès de *Las Gaviotas* est concluant, et n'est autre que l'achèvement d'un rêve qui est devenu une réalité. « I have a dream *»* disait Martin Luther King ; dans le cas de Paolo Lugari on pourrait dire « J'ai eu un rêve… et il est devenu une réalité ». *Las Gaviotas* peut ainsi rentrer dans une nouvelle vague du travail participatif, collaboratif, synergique, projectif et prospectif. Il constitue aussi le résultat de la mise en place d'un scénario complexe où un visionnaire accompagné de scientifiques, de techniciens, de stagiaires, d'universitaires, de riverains et de paysans, tous ensemble ont conçu et ont mis en fonctionnement une ville soutenable qui constitue un exemple de réussite dans le champ de la durabilité. Pour l'enseignement supérieur il apporte une réflexion sur une stratégie pédagogique d'apprentissage où l'appropriation sociale des connaissances constitue le point de départ d'une nouvelle éducation-action.

En rétrospective, la synergie de ce groupe interdisciplinaire s'est établie grâce à *l'unité* créée dans cette multiplicité d'intervenants. Sans doute, pour la construction de cette communauté soutenable, la *reliance* a joué un rôle décisif.

---

[101] Gunter Pauli, « The paradigm shifted: the renaissance of the rainforest », in *ReSurgence*, ZERI, URL= http://www.gunterpauli.com/.

[102] Centro Nacional de Memoria Histórica, *¡Basta ya!*, (Bogotá: Imprenta nacional, 2010), 156.

[103] Ultérieurement, en 2016, un traité de Paix a été signé pour mettre fin à la violence entre la guérilla des FARC et l'État, dirigé par le président Juan Manuel Santos (qui a par la suite reçu le Prix Nobel de la Paix).

Et parler de *reliance* c'est parler d'une *organisation vivante*, comme Morin le remarque quand il se prononce ainsi *:*

> *L'organisation vivante, comme auto-éco-organisation qui opère une reliance vitale avec son environnement. Et les êtres les plus complexes, les êtres humains, organisent leur autonomie à partir de leur dépendance à l´égard de leurs cultures et sociétés*[104] .

Las Gaviotas constitue un rassemblement d'êtres humains venus de différentes conditions académiques, économiques et sociales qui ont réussi un accomplissement exemplaire basée dans la collaboration, la dépendance et lien humain.

4) Réflexion rétrospective, analytique et critique

À ce stade, nous voudrions proposer une réflexion rétrospective, partant de l'analyse des thèmes déjà vus dans ce chapitre, comme l'application de la méthode macargienne aux États-Unis et en Colombie. Nous considérons les opportunités pour la population objet d'analyse, en faisant un parallèle entre l'expérience étasunienne et le cas colombien que nous venons de présenter, entrelacés avec des réflexions de Morin sur l'écologie. Pour l'approfondissement analytique, nous reprenons les aspects d'entropie et de néguentropie qui seront articulés avec les résultats d'application aux différents contextes présentés.

En ce qui concerne la posture critique, quelques observations de nature transdisciplinaire sont nécessaires, étant donné qu'elles constituent des caractéristiques intrinsèques de l'application de la méthode macargienne. Ici, l'articulation avec la pensée de Morin est envisageable dans le sens où l'aménagement écologique du territoire n'est autre qu'une posture où différentes disciplines convergent vers un objectif commun. La comparaison des alternatives de développement écologique est un point qui doit être rendu explicite, en particulier en raison de contraintes en termes d'information disponible sur les ressources naturelles dans les contextes d'analyse. Finalement en nous appropriant de la vision apocalyptique du professeur McHarg, lancée face à l'audience lors de son cours *Man in adaptation*, nous présentons une posture proactive et projective face aux défis environnementaux de la société actuelle.

La question qui soulève cette réflexion rétrospective est : en quoi l'étude comparative des pratiques étatsuniennes permet-il d'éclairer les évolutions universitaires et institutionnelles d'un pays de l'Amérique Latine comme la Colombie ? Pour répondre à cette question nous commençons par les aspects les plus pertinents déjà commentés : ils constituent les points d'ancrage pour comprendre l'envergure de la méthode macargienne.

---

[104] Morin, Edgar. *La Méthode 6 : Éthique*, "Le ressourcement cosmique", 37

Commençons par l'affirmation du professeur McHarg : « un nouveau genre de planificateur doit être formé ». Cette nouvelle génération, qui a pu assister aux cours de McHarg, doit être prête à accomplir un devoir inaliénable envers la société. Après leur passage à l'Université de Pennsylvanie, ils se sont répandus partout dans le monde : quelques-uns en Australie et Nouvelle Zélande, d'autres en Europe, et en particulier France, et d'autres encore en Amérique du Sud, en particulier la Colombie, le Brésil et le Venezuela. Ce petit échantillon d'étudiants permet de penser que dans la plupart des pays du monde il y a des personnes formées à l'école macargienne. Ils sont prêts, non pas à agir avec une « intelligence parcellaire, compartimentée, mécaniciste, disjonctive, réductionniste » [105], mais à marquer la différence et à remplacer une pensée qui sépare et qui réduit par une pensée qui distingue et qui relie. Rien de plus approprié que cette affirmation de Morin pour comprendre la méthode d'interaction des différents savoirs du professeur nord-américain. Les connaissances acquises à l'Université de Pennsylvanie permettent de comprendre holistiquement un secteur d'analyse. C'est à dire que cette vision intégrale est avant tout interdisciplinaire, voire transdisciplinaire. En effet, comme dit McHarg, nous ne pouvons pas aborder de façon séparée toutes les disciplines nécessaires pour concevoir un plan. Il a formé ces professionnelles pour qu'ils adoptent une vision intégrale et holistique des secteurs d'intervention.

On a présenté plusieurs exemples de l'application de la méthode aux États-Unis, en particulier pour les communautés de *Buckingham, Medford* et *Earthworks,* ce dernier exemple étant issu d'une recherche des étudiantes du programme de Regional Planning. Le professeur lui-même et ses associés ont participé à un nombre important de projets de développement[106] cherchant l'application d'un processus écologique équilibré.

On ne peut pas continuer ces réflexions sans citer une des plus profondes réflexions macargiennes dans laquelle il reconnaît que, même si les observations sont intégrales et complètes en relation aux possibilités de développement du territoire en harmonie avec la nature, il existe une autre réalité qu'on doit confronter jour après jour. Pour comprendre cette affirmation nous citons un paragraphe du chapitre « Nature dans la Métropole » :

> *There are constraints against the sale of cigarettes and alcohol to minors, society reacts sternly to sale or use of narcotics and there are strong laws to deter assault, rape or murder. And we should be thankful indeed for these protections. But there is no comparable concern, reflected in law, that ensures that your house is not built on a floodplain, on unconsolidated sediments, in an earthquake zone, hurricane path, fire-prone forest, or in areas liable to subsidence or mudslides.*
> *While great efforts are made to ensure that you do not break an ankle, there are few deterrents to arrest the dumping of poisons into the sources of public water supply or their injection into groundwater resources. You are clearly protected from assault by fist, knife*

[105] Morin, *Les sept savoirs nécessaires à l'éducation du futur*, 49.
[106] Ian McHarg a documenté quelques-unes de ces expériences dans son livre *Design with nature*, comme « The study of the New Jersey Shore », présenté dans le chapitre « Sea and Survival » ; ou « The suggested criteria for interstate highway route selection », dans le chapitre « A Step Forward », pour seulement souligner quelques-uns de ces nombreux exemples.

> *or gun, but not from the equally dangerous threats of hydrocarbons, lead, nitrous oxides, ozone or carbon monoxide in the atmosphere*[107].

Ce sont justement à ces préoccupations, à propos de la santé de la nature et la relation entre l'homme et l'environnement, qu'on doit répondre avant tout dans les plans de développement. Par exemple, dans l'étude sur la zone littorale du New Jersey, développée par le professeur et ses associés, concernant la région des dunes, ils remarquent qu'en règle générale les dunes ont différents niveaux de formation et qu'en ce qui concerne la formation primaire d'une « dune », aucun développement n'est autorisé, même pas marcher dessus, et encore moins intervenir son entourage[108]. L'étude de *Buckingham* constitue également un exemple du devoir du planificateur face aux enjeux de l'aménagement écologique du territoire. Ici, toutes les catégories environnementales ont été abordées avant de donner une réponse de planification écologique pour la communauté.

Les génération macargiennes font face à des énormes défis de planification en vue d'un développement écologique pour les communautés (comme celle d'*Earthworks*), c'est à dire, dans des contextes réels. Dans le cas d'*Earthworks,* l'objectif était de guider les participants vers l'établissement d'une production auto-soutenable. Les stratégies conçues pour développer ce terrain commençaient par améliorer les structures existantes et proposer diverses alternatives pour le développement agricole. La recherche a convergé vers un scénario hybride issu des trois alternatives, une d'entre elles envisageant la mise en fonctionnement d'une *suitability* néguentrope, par moyen de la diversité, du recyclage et de la rotation rapide des cultures.

L'expérience de l'application de la méthode d'aménagement écologique dans le territoire colombien dans la région minière d'Ubaté, a permis d'analyser et de constater les opportunités et les limitations de la *méthode macargienne.* Dans cette perspective, une première remarque est que l'enseignement supérieur s'avère la niche, par excellence, pour mettre en marche cette étude théorique ; mais, simultanément, il est important de souligner ce caractère théorique car, comme nous l'avons remarqué plus haut, il existe une distance importante entre les résultats de la recherche accomplie dans le milieu universitaire et l'appropriation de ces résultats par la société.

En ce qui concerne les sources d'information de base, cette recherche a utilisé des points de mesures climatologiques situés à proximité du terrain d'analyse, car la Colombie ne disposait pas de données complètes pour tout le territoire national. Dans le cas de la photographie aérienne, par exemple, les vols ne passent pas directement au-dessus du terrain d'étude. En revanche, au niveau des caractéristiques des sols, nous avions à disposition des informations complètes qui ont permis d'avancer l'étude sur le potentiel pédologique. Rappelons que McHarg lui-même a rencontré des limitations en termes d'information, et ceci malgré le fait qu'à son époque les États-Unis disposaient

[107] McHarg, *Design with Nature*, « Nature in the Metropolis », 55.
[108] McHarg, *Design with Nature*, « Sea and Survival », 13.

déjà de photos par satellite. Dans l'actualité, les institutions publiques colombiennes ont des bases de données complètes sur la géomorphologie, la climatologie et l'hydrologique qui couvrent tout le territoire national.

Ainsi, étant donné notre formation dans la ligne de ce « nouveau genre de planificateurs » qu'envisageait le professeur nord-américain nous avons envisagé une approche holistique pour la communauté minière. Nous nous sommes appuyés sur les apports des experts, qui ont évalué le plan et qui ont apporté des avis complémentaires. Le résultat de cette analyse est satisfaisant dans la mesure où, bien que restreint au niveau théorique, nous avons réussi à concevoir le meilleur scénario possible pour améliorer la qualité de vie de ces populations. Nous avons en effet envisagé une alternative néguentrope, par le biais de l'énergie solaire pour le chauffage de l'eau et la conception d'espaces thermiques pour le séchage de denrées alimentaires, qui permettent de compléter les faibles revenus d'une famille minière. En outre, étant donné les limitations dans l'utilisation de ressources naturelles pour la production agricole, en particulier des sources d'eau, nous avons conçu un système d'irrigation goute à goute, qui permet aux communautés de produire des espèces végétales à haute valeur ajoutée.

Si bien le travail s'est arrêté à la fin de l'étude théorique, notre intérêt pour cette communauté démunie nous a encouragé à recommander une phase pratique où toutes les parties prenantes (l'université, les acteurs publiques concernés, en plus de la société civile engagée) pourront mettre en marche une vrai développement *in-situ* qui servirait d'exemple pilote pour d'autres communautés ayant des caractéristiques similaires. Il est évident qu'avant la mise en opération d'un plan de développement intégral, il est envisageable et nécessaire d'accomplir un travail de coopération transdisciplinaire, dans lequel les économistes, les sociologues, les ingénieurs agricoles et les architectes, pourront lancer la construction d'un meilleur avenir pour ces communautés.

Le propos de cette ample présentation sur l'application de la méthode macargienne aux États-Unis et en Colombie est de réaffirmer l'idée selon laquelle les milieux universitaires sont les espaces par excellence pour définir l'avant-garde, dans ce cas, environnementale, bien avant que la société puisse s'en approprier. Néanmoins, les contextes qu'on a présentés sont tout à fait différents entre eux, et l'appropriation des connaissances, elle aussi, est différente. D'un côté, il s'agit d'une société à la pointe du progrès scientifique et technologique ; de l'autre côté, on trouve la Colombie, un pays de l'Amérique latine qualifié de « pays en voie de développement » ou plus récemment « pays émergent ». Dans ces scénarios divergents, l'appropriation sociale des nouvelles connaissances scientifiques présente un écart significatif. Pour le contexte étasunien, les deux mouvements (la production de la connaissance et l'appropriation) sont quasiment parallèles. En revanche, dans un pays en voie de développement, comme la Colombie, l'enseignement supérieur est au moins une décennie en amont de l'appropriation des savoirs scientifiques, bien avant donc d'un potentiel bénéfice pour les populations concernées.

Tout au long de cette présentation, nous nous sommes efforcés de présenter la méthode, dans les différents exemples commentés, de façon élargie car nous croyons que la méthode macargienne constitue la méthode par excellence pour accomplir un développement intégral. McHarg, sans doute, a accompli la tâche de présenter un système qui empêche le parcellement de savoirs dont parle Morin dans les mots suivants :

> *Le problème crucial de notre temps est celui de la nécessité d'une pensée apte à relever le défi de la complexité du réel, c'est-à-dire de saisir les liaisons, interactions et implications mutuelles, les phénomènes multidimensionnels, les réalités qui sont à la fois solidaires et conflictuelles* [109].

En effet, l'aménagement écologique du territoire se nourrit des interactions et de l'articulation des ressources naturelles aux besoins sociaux. Les phénomènes étudiés sont multidimensionnels et demandent la mise en relation de différentes disciplines pour accomplir des tâches complexes. Ainsi, la lecture de ce chapitre cherchait à faire connaître la méthode dans un propos didactique, indispensable pour comprendre son intégralité.

a) Une pertinence transdisciplinaire

La méthode d'aménagement écologique du territoire n'est autre qu'une approche transdisciplinaire. Dans ce cas, il ne s'agit pas de mettre une discipline à côté de l'autre, en donnant des réponses séparées pour les différents besoins des collectivités. Il s'agit plutôt d'envisager une alternative holistique où l'intégralité de la connaissance est déployée symbiotiquement par les apports de chaque communauté scientifique. Chaque discipline devient ainsi fondamentale pour établir les alternatives (les *suitabilities)* de développement d'un territoire déterminé. Rappelons la complexité que constitue un écosystème et comment il devient plus complexe quand nous lui juxtaposons les aspects sociaux et économiques. Dans les mots Edgar Morin :

> *L'économique, le psychologique, le démographique, qui correspond à des catégories disciplinaires spécialisées, sont autant de faces d'une même réalité ; ce sont des aspects qu'il faut évidemment distinguer et traiter comme tels, mais il ne faut pas les isoler et les rendre non communicants* [110].

Dans cette même perspective, chacun des grands composants de la méthode macargienne est absolument nécessaire pour établir un plan. D'emblée, cela représente la prise en charge d'une complexité étant donné les possibilités d'interprétation pour une alternative donnée et les innombrables interrelations qui doivent être tenues en compte.

---

[109] Morin, *La méthode 6 : Éthique*, 195.
[110] Morin, *Science avec conscience*, « Le défi de la complexité », 176.

Pour comprendre cette complexité nous pouvons citer l'éminent scientifique Ernst Friedrich Schumacher qui, dans son livre *Small is Beautiful - Economics as if people Mattered*[111] (*Small is beautiful : une société a la mesure de l'homme),* fait une remarquable appréciation sur les problèmes de la production, de la paix et de la permanence[112]. Dans la section « A question of size », il se questionne sur le sens des termes « démocratie », « liberté », « autoréalisation », suivant lesquels tout devrait circuler autour de l'homme et de sa réalisation à travers l'utilisation des petites unités d'action. À la fin de la section « Technology with a human face », nous pouvons voir de plus près sa démarche économique et environnementale face aux crises humanitaires. Il écrit ainsi :

> *Suddenly, if not altogether surprisingly, the modern world, shaped by modern technology, finds itself involved in three crises simultaneously. First, human nature revolts against inhuman technological, organizational, and political patterns, which it experiences as suffocating and debilitating; second, the living environment which supports human life aches and groans and give signs of partial breakdown; and, third, it is clear to anyone fully knowledgeable in the subject matter that the inroads being made into the world´s non-renewable resources, particularly those of fossil fuels, are such that serious bottlenecks and virtual exhaustion loom ahead in the quite foreseeable future* [113].

Il est vrai que la pensée de Schumacher visait le *doing more with less* et recommandait le travail des petits groupes pour répondre à leurs besoins, contre les grands développements de son temps. Cependant, elle nous aide à compléter les différents positionnements des années 1970, avec des expressions comme « débilitant », « étouffant », « dépression », « défaillance » ou « engorgements » qui sont profondément descriptives des crises de cette époque. Cinquante ans après, en faisant écho à Schumacher, c'est Morin qui élève sa voix en disant :

> *La destruction écologique, les péchés contra la nature et contre le lien social, la souffrance sociale, le stress, les « péchés » de misanthropie par cynisme, la compétitivité accrue sont compensés en permanence pas des discours sur le développement durable, sur l'entreprise éthique, sur les droits de pollution* [114] .

Aujourd'hui, la scène est d'autant plus dramatique, et sa défaillance ne fait que s'accroître. Difficile de ne pas se demander si nous ne serions pas déjà sur le point du non-retour.

---

[111] Ernst Friedrich Schumacher, *Small is beautiful: Economics as if People Mattered* (New York: Hard & Roe Publishers, 1973).

[112] Schumacher nous explique dans le chapitre "Buddhist Economics" la fonction du travail de la façon suivante : « […] The Buddhist point of view takes the function of work to be at least threefold : to give a man a chance to utilize and develop his faculties ; to enable him to overcome his ego-centeredness by joining with other people in a common task, and to bring forth the goods and services needed for a becoming existence ». Ensuite, Schumacher développe ces trois volets et termine en affirmant: « […] work and leisure are complementary parts of the same living process and cannot be separated without destroying the joy of work and the bliss of leisure » (Schumacher, *Small is beautiful: Economics as if People Mattered*, 54–55).

[113] Schumacher, *Small is beautiful: Economics as the People Mattered*, « Technology with a human face », 147.

[114] Edgar Morin et Patrick Viveret, *Comment vivre en temps de crise*, (Montrouge : Bayard Éditions, 2010), 57.

En plus des crises que la société du XXème a vécu, nous ajoutons aujourd'hui le changement climatique. Mais dans ce scénario dramatique, nous pouvons toujours rappeler la vision apocalyptique et le cri d'alerte de McHarg dans le chapitre « Le Cap et la Capsule » de *Design with Nature*, et adopter une position néguentrope. Rappelons que la position apocalyptique du professeur nord-américain fait référence à un cataclysme atomique causé par les progrès de l'énergie nucléaire qui a fait disparaître toutes les espèces sur Terre, l'homme parmi elles. Seulement une colonie d'algues a survécu et a commencé un nouveau processus évolutif qui prendra des millions d'années. Mais pour ce nouveau début, pour cette nouvelle opportunité de la vie sur Terre, ils partent de la prémisse que « cette fois-ci, il n'y aura point de cerveaux ». Dans cette même perspective, nous pourrions également tenir en compte Carl Sagan, astronome et physicien, auteur du livre *Cosmos*[115]*,* qui nous permet d'enrichir notre position à une échelle planétaire.

De notre côté, nous voudrions proposer un discours néguentrope, qui s'énoncerait ainsi :

> Le temps d'agir face aux défis planétaires est venu. Les progrès de la société de l'information ont aidé à rassembler un réseau de scientifiques formés dans les plus prestigieuses universités du monde entier ; ils se sont donné rendez-vous, et tous ensembles ont partagé leurs connaissances. Il n'y avait plus de frontières scientifiques ; tous réunis ont participé et conçu un avenir meilleur pour l'humanité.
>
> Mais la situation actuelle est alarmante. Nous sommes bombardés par les voix des plus éminents scientifiques du monde qui nous montrent des scénarios futurs dramatiques. Ils nous rappellent qu'à l'échelle maritime, en plus des îles de plastique qui flottent dans l'océan, la disparition d'espèces animales s'accroit à un rythme inouï. Quelques-unes de ces espèces, comme les baleines jubartes (*Megaptera novaeangliae*), perdent leurs possibilités de communication transocéaniques dû à l'invasion des bateaux commerciaux[116].
>
> Après avoir parcouru un cinquième du XXIème siècle, la scène est d'autant plus dramatique, en particulier à cause du changement climatique, de l'agriculture industrielle, de la perte de la biodiversité. Et tous ces scénarios inquiétants ne font que s'étendre. Est-ce que nous sommes déjà au point du non-retour ?
>
> Ce groupe de scientifiques, formés dans les universités *Ivy league*[117]*,* ont les connaissances nécessaires, malgré ces scénarios préoccupants et

[115] Carl Sagan, *Cosmos*, (Barcelona: Editorial Planeta, 1980).

[116] Dans son ouvrage Cosmos, Carl Sagan mentionne les chants des baleines Jubartes (*Megaptera novaeangline)*, qui leur permet de communiquer à 10 000 kilomètres de distance, mais qui, à cause de l'invasion des bateaux commerciaux, ne parviennent à parcourir que quelques centaines de kilomètres, (Sagan, *Cosmos*, 271).

[117] Nous utilisons le terme « Ivy league » pour désigner les meilleures universités des pays industrialisés. Ce nom surgit du milieu universitaire nord-américain : « The Ivy League schools are considered to be the most prestigious of all colleges in the United States […] These schools

> dantesques, pour mettre en valeur tous les savoirs pour affronter la réalité et envisager un meilleur avenir pour l'humanité.

Ce scénario néguentrope contribuerait au bien-être de la société mondialisée. Tous ensemble nous pouvons construire un état des choses préférable pour toute la communauté de vie, autant pour les animaux que pour les végétaux. Après tout, comme Carl Sagan lui-même disait : « si nous retournons de milliers d'années en arrière, nous trouverons que le chêne et nous-mêmes, nous avons des ancêtres en commun »[118].

Edgar Morin, de son côté, à propos de l'urgence de créer un scénario préférable, se prononce ainsi : « Aujourd'hui la planète n'arrive plus à affronter ses problèmes mortels ni traiter ses problèmes vitaux »[119]. Morin voit ainsi la nécessité de se *métaphoriser* et de créer un *métasystème.* Pour cela, les scientifiques formés dans les universités à la pointe des savoirs dans toutes les disciplines formeront ce tissu de connaissances inestimables, pour définir ce métasystème qui aidera à métamorphoser la société. Pour que tous puissent se bénéficier de cette nouvelle voie, comme le montre bien l'exemple étasunien, ce sera au sein des établissements d'enseignement supérieur que l'on trouvera la matière grise pour débâtir et présenter des possibles solutions (*suitabilities*) qui permettront à la société de choisir un meilleur avenir.

b) L'aménagement macargien et l'actualité territoriale

L'aménagement macargien et son impact sur l'actualité des territoires pourrait être un sujet à développer dans des futures études. Ici, nous ne souhaitons qu'énumérer les thèmes qui sont objet de débat en permanence.

Tout d'abord, nous voulons mentionner les travaux sur l'indigénisme territorial de Julia Watson, professeure dans les Universités de Harvard et de Columbia. Dans son livre *Lo-TEK : Design by radical Indigenism*, Watson aborde les mesures d'adaptation mise en place par les indigènes aux conditions physiographies du terrain environnant. Dans l'introduction, Watson fait référence à l'anthropocentrisme des temps présents où l'impact des actions humaines contre le milieu ambiant s'établit dans une échelle planétaire, accompagné d'un phénomème d'extinction massive de la biodiversité qui s'est intensifié dans les quatre décennies dernières. Dans les mots de Watson:

> *Coming to terms with an uncertain future and confronted by climate events that cannot be predicted, species extinctions that cannot be arrested, and ecosystemes failures that cannot be stopped, humanity is tasked with developing solutions to protect the wilderness that remains and transform the civilizations we construct.*

---

are Brown, Harvard, Cornell, Princeton, Dartmouth, Yale, Columbia and the University of Pennsylvania ». URL= https//www.bestcollegesreviews.org/history-ivy-league

[118] Sagan, *Cosmos*, 33.

[119] Morin*, Écologiser l'homme*, 128.

Ensuite, elle tourne son regard vers la technologie indigène, cachée par la société du progrès, et s'intéresse aux connaissances écologiques traditionnelles pratiquées par les culturels indigènes. Watson présente ainsi des exemples de connaissances ancestrales de cultures indigènes situés dans la montagne, dans des terres désertiques et ou dans des marécages. Par exemple, dans le cas de la montagne, elle explore les communautés Waru Waru au Pérou qui construisent sur des terrasses et représentent un modèle de relation symbiotique avec le territoire, ou encore les Milpa Forest Gardens des mayas au Mexique, qui ont subsisté grâce à leur aménagement durable du territoire.[120]

D'autre sources qui nous informent sur l'actualité territoriale sont les rencontres avec des spécialistes. Par exemple, lors de la 37ème rencontre des agences d'urbanisme, rassemblées entre le 5 et le 7 octobre 2016 dans plusieurs villes de la région Pyrenées-Atlantique, on a mis en débat plusieurs aspects du devenir territorial, comme l'idée de *faire région* ou le phénomène des *réseaux de villes*. Jean Rottner, président de la Fédération nationale des agences d'urbanisme et aussi vice-président de la Région Grand Est, a considéré que la fonction des agences est « de démontrer les interactions et complémentarités pour que ce « faire région » soit possible ». Un deuxième niveau de complémentarité entre régions s'oriente à construire la *ville européenne* comme un modèle mondial qui fait partie des nouvelles questions qui surgissent dans le panorama mondial des « réseaux des villes »[121]. Ces nouvelles tendances de grande envergure deviennent des orientations complexes qui demandent un ensemble de professionnels de différentes disciplines pour orienter le devenir urbain.

Ainsi, les études récentes sur l'indigénisme territorial ou le débat autour de la pratique des agences d'urbanisme pourront être des sujets d'étude pour les académiciens colombiens, qui pourront même les confronter avec la méthode d'analyse territoriale macargienne. Finalement, les deux visent le même objectif : celui d'apporter un regard soutenable sur le développement des territoires.

[120] Julia Watson, *Lo-TEK design by radical Indigenism*, pp.30-45.
[121] Jean Rottner, "Donnons toute leur capacité aux territoires", *La revue urbanisme*, Hors-serie, No. 59, p- 6.

II. L'habitat climatique sous l'angle de la recherche scientifique : l'expérience française

Un des aspects de l'aménagement écologique du territoire que nous avons abordé lors de la présentation du projet *Earthworks* est l'utilisation d'énergies alternatives, comme la solaire. L'utilisation des sources d'énergie renouvelable constitue en effet un des éléments incontournables pour un développement territorial de caractère soutenable. Ici, en particulier, l'utilisation de l'énergie solaire dans l'habitat sera développée de façon presque exhaustive pour que cette information constitue la base de futures études qui pourront s'aligner aux besoins émergents. À la fin de cette partie nous allons donner un aperçu succinct de la transition énergétique actuelle et l'utilisation de cette source d'énergie.

C'est dans l'année 1957 que Félix Trombe, pionnier mondial en énergie solaire, a fait le dépôt d'un « brevet Trombe » sur la « climatisation des habitations à l'aide de l'énergie solaire - avec la présentation d'un mur pour ces habitations, exposé au soleil derrière un vitrage et percé de trous de circulation pour l'air, le fameux mur Trombe »[122], selon l'information des archives du CNRS. C'est le départ de la construction de prototypes au sein du laboratoire d'énergie solaire à Odeillo. En 1960, l'ingénieur Trombe a envisagé la construction d'un grand four solaire de 1000 kW à Font-Romeu, et la maquette du projet a été présenté lors de l'Exposition Universelle de Bruxelles où le stand du CNRS a remporté trois prix[123].

Cette prémisse permet de situer la France comme leader mondial en énergie solaire à haute et basse température. Plusieurs stagiaires se sont bénéficiés de stages à Font-Romeu. Parmi eux, en 1980, nous avons eu l'occasion de réaliser un stage sur l'utilisation de l'énergie solaire pour la production de froid, en nous basant sur les données climatologiques de la Colombie. Cette recherche sera objet d'une analyse et aidera à caractériser l'expérience fondatrice française. Pour renforcer notre aperçu des progrès de la France en termes d'énergie renouvelable, en plus des acquis obtenus au sein du CNRS, nous présenterons également des recherches réalisées dans différents laboratoires appartenant à des centres de recherche universitaires. Notre propos ici ne prétend pas être exhaustif, mais plutôt informatif en relation aux sources documentaires.

---

[122] Centre national de la recherche scientifique, « Histoire de l'énergie solaire au CNRS », septembre 2009, URL= http://www.promes.cnrs.fr,

[123] Centre national de la recherche scientifique, « Histoire de l'énergie solaire au CNRS », 6.

Le sujet de l'énergie solaire est récurrent dans nos études et recherches. L'intérêt que nous avons porté sur cette filière, complexe et importante, est le point d'ancrage pour entreprendre notre travail en Colombie. Elle permet de faire une relecture et une synthèse des sujets que nous avons analysé au fil de plusieurs années de travail : en particulier, l'énergie solaire appliquée au séchage des denrées alimentaires et son application au chauffage des locaux, l'aménagement écologique du territoire et l'utilisation de l'énergie solaire dans l'habitat, les études sur l'architecture bioclimatiques et le design durable.

L'objectif de cette section est de situer le poids relatif de l'énergie solaire passive dans notre contexte, face à l'échelle de l'édification, à l'échelle urbaine et à l'échelle du territoire. Le propos est d'évaluer l'utilisation de cette source d'énergie à la lumière des premières recherches de caractère scientifique qui se sont développées en France à l'issue de la crise énergétique des années 1970 et de notre propre expérience comme chercheurs en France, entre les années 1980 et 1990.

Les années 1970 constituent le détonateur pour la recherche sur les nouvelles sources d'énergie. L'attention des chercheurs est portée sur l'étude et l'application des énergies renouvelables. L'architecture bioclimatique est née et l'utilisation de l'énergie solaire active et passive dans l'habitat est en plein essor dans la recherche scientifique. Ces recherches permettent d'identifier les moments particuliers, de continuité et discontinuité, d'un processus en permanente évolution, où les énergies alternatives sont articulées au développement durable.

C'est ainsi que dans cette partie nous mettons en évidence l'importance de l'énergie solaire dans l'habitat à travers les parcours de chercheurs qui se sont formés en France. Nous proposons des réflexions sur l'histoire de l'énergie solaire, contextualisée au cas colombien, en nous appuyant sur l'historien Marc Bloch. En particulier, Bloch propose que l'histoire prenne sa place parmi les sciences, et qu'elle constitue « au lieu d'une simple énumération […] un classement rationnel et une progressive intelligibilité appliquée à l'histoire » [124]. Nous considérons ainsi que cette partie constitue une approche historico–scientifique des démarches en termes d'énergies renouvelables, comme l'énergie solaire pour la Colombie. C'est aussi grâce à Bloch que nous rendons légitime l'effort de présenter l'expérience française de façon articulée au parcours colombien. Les observations de cet auteur permettent de faire une réflexion qui, loin de s'éloigner du sujet, nous autorise à apporter des clarifications tout au long de ce chapitre. C'est ainsi que, comme sera le cas dans la section sur la recherche scientifique où nous parlons des équations pour les calculs thermiques, nous pourrons faire référence également à la beauté de la formulation d'une équation exacte telle que la présente Bloch.

[124] Pour retrouver sa place parmi les sciences, l'histoire doit, selon Marc Bloch, proposer « au lieu d'une simple énumération […] un classement rationnel et une progressive intelligibilité appliquée à l'histoire » (Marc Bloch, *Apologie pour l'histoire ou Métier d´historien* (Malakoff : Armand Colin, 2018), 14). Ceci permet de donner une légitimité à notre présentation : il ne s'agit pas ici d'une simple énumération d'expériences. Celles-ci se présentent de façon séquentielle, avec la formulation d'une hypothèse qui sert de substrat pour donner une direction à notre parcours.

Grâce aux sources documentaires présentées ici sur une histoire assez récente nous pouvons « comprendre le passé par le présent » et corrélativement « le présent par le passé », comme souligne Bloch, dans son livre *Apologie pour l´histoire*. Il s'agit bien entendu d'un *passé actuel*, si nous osons utiliser cette expression, car c'est à travers nos propres expériences que nous référons au passé, mais sans les déformations que pourrait avoir quelqu'un qui ne les aurait pas vécus. Pour souligner d'avantage ce point, nous pouvons citer une courte phrase de Jacques Le Goff, qui dans la préface d'*Apologie pour l'histoire,* parle de « la capacité de l'historien à transformer son vécu présent en réflexion historique ». Nous ne sommes pas historiens, ni prétendons l'être, mais une chose est certaine : à travers ces expériences nous pouvons écrire une page de l'histoire de l'énergie solaire ciblée sur les établissements d'enseignement supérieur colombiens. De cette manière, il est possible de construire des connaissances autour de la durabilité, en particulier pour tester l'hypothèse selon laquelle l'évolution de l'enseignement de la soutenabilité en Colombie se situe à la croisée des pratiques étasuniennes (objet de la première partie) et les pratiques françaises (qui sont le propos de cette partie).

Un auteur français qui a accompagné les réflexions de la première partie, et qui permettra encore ici de tisser nos expériences, est un des grands penseurs du présent et de l'avenir de l'humanité du XXème et XXIème siècles, à savoir Edgar Morin. Tout au long de la présentation progressive des expériences dans le contexte français, et pour valider les réflexions et les accomplissements qui les accompagnent, ces expériences seront articulées avec les idées de Morin présentées dans certains ouvrages récents, dont *La méthode 6 : Étique* et *Écologiser l'homme,* entre autres. Un autre grand penseur français appartenant aux deux siècles est Michel Serres, qui sera également une source de réflexion, particulièrement dans la section de cette partie dédiée aux analogies mathématiques pour le chauffage des espaces. Un troisième auteur qui surgira succinctement concernant l'utilisation de l'énergie solaire est l'astrophysicien Carl Sagan. Nous ferons ainsi quelques parenthèses au long de cet exposé où l'on fera un appel à ces grands théoriciens pour articuler et renforcer les analyses. Mais nous les citerons plus particulièrement à la fin de cette partie, dans la distanciation analytique et réflexive.

Enfin, le propos de montrer l'expérience fondatrice française est de caractériser, à travers l'exploration des études sélectionnés, le parcours de la recherche dans l'enseignement supérieur en Colombie, en particulier dans le domaine de l'énergie solaire. Transversalement, ceci aidera à éclairer l'évolution de l'enseignement de la soutenabilité en Colombie grâce à l'apport des pratiques françaises, comme le maintient une de nos hypothèses de travail.

Enfin, nous souhaitons faire une caractérisation ample sur l'utilisation de cette source d'énergie renouvelable, puisque, ayant vécu de près ce tournant vers les énergies propres et ayant étudié la science de leur applicabilité, il nous paraît nécessaire de présenter une vision élargie et complète du sujet. Pour cela, nous ferons appel aux premières sources documentaires qui ont marqué les fondements de cette source énergétique et que même aujourd'hui constituent des œuvres incontournables quand il s'agit des connaissances de base dans ce domaine.

1) L'énergie solaire passive

L'essor des énergies renouvelables, dont l'énergie solaire, a surgit comme une réponse aux défi planétaire de l'époque et à la crise pétrolière de l'année 1973 qui a marqué une page dans l'histoire mondiale. À la suite de ce choc, l'intérêt s'est tourné vers la filière solaire, entre autres sources d'énergies renouvelables. Deux systèmes ont été conçus : l'application active, à travers l'utilisation de panneaux photovoltaïques, et l'application passive, qui avait comme point de départ l'utilisation du principe du Mur Trombe. Quelques ouvrages, que nous citons ici, sont comptés parmi les références essentielles pour les concepteurs de l'habitat solaire car ils contiennent les principes thermodynamiques de base.

Un de ces ouvrages fondateurs est *The passive solar energy*, publié *en* 1979, et traduit au français par Pierre Bazin en 1981, sous le nom *Le guide de l'énergie solaire passive*[125]. L'autre référence essentielle, qui constitue un apport fondamental aux connaissances scientifiques en hélio–technologie, est l'ouvrage collectif *Architecture climatique,* issu du colloque de Collioure en 1979. Étant donné qu'il est nécessaire d'exposer les principes régissant la démarche solaire en architecture pour articuler son applicabilité dans le cas colombien, nous présenterons ces deux ouvrages. D'autres sources qui vont nourrir la réflexion autour de cette source d'énergie dans le contexte universitaire en Colombie sont nos deux recherches réalisées en France et qui ont utilisé des données climatologiques colombiennes : l'une a été réalisée en 1981 au Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), dans le laboratoire d'énergie solaire situé au Four Solaire d'Odeillo, Pyrénées orientales[126], et l'autre, a été réalisée entre 1984 et 1986, au sein du Laboratoire de Thermodynamique et Energétique L.T.E. de l'Université de Perpignan[127].

L'expérience à cette échelle internationale permet d'éclairer et comprendre le cas colombien. Notamment, l'utilisation de sources alternatives d'énergie dans l'habitat et les expériences en recherche appliquée permettent de construire un savoir-faire transférable à l'univers didactique et universitaire de ce pays.

---

[125] Edward Mazria, *Le guide de l'énergie solaire passive*, (Marseille : Edition Parenthèses, 1981).

[126] Susana Mariño, « Réfrigération solaire par des systèmes à absorption Eau-bromure de lithium (LiBr-H2O) Ammoniac-eau (NH3-H2O) Monomethylamine-chlorure de calcium (CaL2-CH3N2O*) »,* rapport de stage fait au Laboratoire d'Energétique Solaire du Centre Nationale de la Recherche Scientifique C.N.R.S. Odeillo Pyrénées Orientales, 1981.

[127] Susana Mariño, « Modélisation et simulation d'un séchoir industriel et polyvalent approprié à la Colombie », recherche réalisée au Laboratoire de Thermodynamique et énergétique de l'Université de Perpignan, 1986.

a) Une vision intégrale

Le guide de l'énergie solaire passive est un ouvrage d'Edward Mazria[128] qui permet d'apprécier le rôle de l'énergie solaire dans l'habitat. Au cours des années 1970, la crise énergétique est une réalité qui touche profondément la société et qui fait partie de la « crise planétaire », comme l'appelle Edgar Morin dans sa vision plus élargie des crises qui affectent notre planète[129]. C'est ainsi que l'avenir des énergies alternatives apparaît à l'horizon et que l'énergie solaire prend une position importante. Une diversité d'actions sont alors entreprises dans le domaine des économies d'énergie et tout particulièrement autour de l'utilisation de l'énergie solaire dans l'habitat. Mazria, dans la présentation de son ouvrage, se réfère ainsi à l'architecture du XXème siècle comme étant fortement marquée par l'utilisation de matières plastiques et synthétiques, et par une tendance vers le « contrôle mécanique de l'ambiance intérieure pour la satisfaction de confort thermique »[130]. Il souligne aussi le manque d'attention portée aux climats régionaux. Nous pouvons ajouter qu'aujourd'hui cette tendance s'accentue et que dans les villes en Colombie où il fait chaud la climatisation mécanique entre en rigueur.

Entre 1970 et 1990, plusieurs publications présentent une nouvelle attitude vers l'architecture et on voit l'essor du mouvement climatique. L'un des premiers et plus importants ouvrages sur l'utilisation de l'énergie solaire est sans doute *Design with climate,* écrit par Victor Olygay en 1963[131]. Un autre ouvrage qui a contribué fortement à l'utilisation de l'énergie solaire est l'œuvre de John A. Duffie *Solar energy thermal processes[132],* paru en 1974. Ceux-ci constituent les livres de référence pour les architectes et les ingénieurs, et fournissent des concepts précieux sur l'usage de l'énergie solaire intégrée à l'habitat. D'ailleurs, Mazria lui-même fait référence à ces ouvrages quand il parle de : phénomènes naturels, rayonnement solaire, atmosphère terrestre, intensité de rayonnement sur une surface ou échanges thermiques et stockage de la chaleur.

Mazria était architecte, membre de l'*American Institute of Architects*, professeur des Universités de New Mexico, d'Oregon, de l'UCLA et de Colorado-Denver. Pour lui « l'énergie solaire se caractérise par une répartition uniforme à travers le monde, elle rend inutile un réseau coûteux de distribution de l'énergie »[133]. Il était un grand défenseur de l'utilisation de cette source d'énergie renouvelable dans l'habitat. Le chapitre de son livre dédié aux procédés solaires passifs analyse les méthodes les plus répandues en chauffage solaire, à savoir les fenêtres captantes, le stockage en maçonnerie ou en eau, les claires-voies et

---

[128] *Le guide de l'énergie solaire passive* est un ouvrage de référence pour les architectes. Le titre original est *The passive solar energy book*. L'ouvrage fut traduit au français par Pierre Bazan, qui s'occupait de l'antenne pédagogique d'architecture de Perpignan. C'était également un ouvrage de référence pour les étudiantes de l'Université de Perpignan qui ont suivi le cours d'énergie solaire sous l'égide de l'Unesco.

[129] Edgar Morin et Patrick Viveret, *Comment vivre en temps de crise* (Montrouge : Bayard Éditions, 2010).

[130] Mazria, *Le guide de l'énergie solaire passive*, 9.

[131] Victor Olygay, *Design with climate* (Princeton: Princeton University Press, 1963).

[132] John A. Duffie, *Solar energy thermal processes* (New York: John Wiley & Sons, 1974)

[133] Mazria, *Le guide de l'énergie solaire passive*, « Les phénomènes naturels », 10–24.

les lanterneaux[134]. Ces méthodes constituent les principaux composants utilisés pour le chauffage, comme l'explique très clairement Mazria : « Toutes les maisons solaires passives sont dotées de deux composants fondamentaux ; des vitrages (ou des plastiques transparents) tournés vers le soleil et la masse d'inertie thermique pour absorber, stocker et restituer la chaleur »[135].

L'auteur, dans son premier chapitre, s'appuie sur les deux ouvrages de l'AIA Research Corporation *: Solar Dwelling Design Concepts* de 1976, et *A Survey of Passive Solar Buildings* de 1978*[136],* où les principes de la thermodynamique sont appliqués aux bâtiments dans sa filière passive. Sur le futur de l'énergie solaire dans le cadre du bâtiment, l'AIA Research Corporation affirme que l'utilisation de l'énergie solaire permettra de concevoir des projets en harmonie avec leur environnement :

> *The sun provides sunlight and sunshine as well as solar energy. Dwellings which are responsive to all three are dwellings in harmony with their environment and their occupants. The use of solar energy to heat and cool can lead to a generation of building in harmony with their environment and at the same time assist in bringing to an end an era of energy waste*[137]*.*

Edward Mazria, aiguillonné par les innovations scientifiques et techniques, se consacre aux aspects pratiques de l'utilisation de l'énergie solaire dans l'habitat. Ainsi, il établit les meilleur formes et dimensions d'un bâtiment, la composition du plan intérieur, l'emplacement des fenêtres, le choix des matériaux les plus adaptés ou la possibilité d'intégrer, dans un même projet, plusieurs procédés pour recevoir le maximum d'apport solaire[138].

Plus récemment, Mazria, considéré déjà comme un auteur clé dans le domaine de l'utilisation de l'énergie solaire passive, a décidé de créer le projet Architecture 2030 - Palette 2030[139] où il définit le Zéro-code dans la construction de bâtiments ainsi :

> *Zero-code is a national and international building energy standard for new building construction that integrates cost-effective energy efficiency standards with on-site and/or off-site renewable energy resulting in zero-net carbon buildings […]. Zero Codes includes prescriptive and performance paths for building and energy efficiency compliance based on current standards, they are widely used by municipalities and building professionals worldwide.*

---

[134] Mazria, *Le guide de l'énergie solaire passive*, « Les options du projet », 56–61.
[135] Mazria, *Le guide de l'énergie solaire passive*, « Localisation du bâtiment », 62–64.
[136] L'AIA Research Corporation appartient au DHUD - Department of Housing and Urban Development, Office of Policy Development and Research. L'ouvrage *Solar Dwelling Design Concepts* (original de l'Université de Minnesota), dans son chapitre 2, présente le chauffage de l'eau avec de l'énergie solaire, (17-37) ; le chapitre 3 présente les concepts fondamentaux pour l'utilisation de l'énergie solaire dans l'habitat, où la notion de confort thermique est largement déployée (48-56) ; le chapitre 4, porte sur l'analyse de la localisation du bâtiment (64-80) ; le chapitre 5 traite sur les notions d'impact (81-96) ; et le chapitre 7 s'oriente vers l'avenir.
[137] AIA Research Corporation, T*he solar dwelling design concepts*, United Sates Department of Housing and Urban Development (Minnesota: University of Minnesota, 1997), 143.
[138] Mazria, *Le guide de l'énergie solaire passive*, « Choix du procédé », 86.
[139] Edward Mazria, Projet Architecture 2030 – Palette 2030, *Zéro-code*, URL=http://www.zero-code.org

En rétrospective, le projet Palette 2030 n'est autre chose qu'une réponse à l'Agenda 2030 des Nations Unies et ses Objectifs du Développement Durable, qui seront un objet d'étude dans le chapitre suivant.

Face à l'application de l'énergie solaire dans l'édification, qui repose particulièrement sur les procédés passifs d'échange thermique, de conduction[140], de convection[141] et de radiation[142], dans *Le guide de l'énergie solaire passive* Mazria distingue les procédés actifs comme ceux qui « utilisent des équipements mécaniques pour capter, déplacer et distribuer la chaleur […] à l'opposé, les procédés passifs n'utilisent pas de moyens mécaniques pour capter et déplacer la chaleur ». La simplicité de cette distinction contraste avec la complexité des moyens qui sont utilisés pour le chauffage solaire passif d'un bâtiment. L'auteur considère que les maisons solaires « sont dotées de deux composants fondamentaux : les vitrages (ou des plastiques transparents) tournés vers le soleil et une masse d'inertie thermique pour absorber, stocker et restituer la chaleur »[143]. Cette explication a un lien clair avec le mur Trombe. Partant de ce principe, se développeront toutes les formes possibles d'utilisation de l'énergie solaire dans l'habitat. C'est ainsi que dans le dernier quart du XXème siècle la notion de confort thermique et la valorisation de l'énergie solaire comme source d'appoint commence à jouer un rôle important chez les concepteurs du cadre bâti. En général, les apports directs peuvent être assurés par un stockage en maçonnerie, une serre adossée au mur, des claires-voies ou des lanterneaux. Pour les apports indirects il est nécessaire d'utiliser le mur capteur-accumulateur de Trombe. La première maison solaire qui a appliqué ce concept a été construite à Odeillo, dans les Pyrénées orientales.

L'amplitude de cette réflexion sur l'énergie solaire passive permet alors de comprendre les résultats des groupes de recherche sur l'architecture bioclimatique qui tiennent en compte l'apport de l'énergie solaire. Dans cette perspective, parmi les principaux représentants de cette recherche se trouvent les Français Jean-Louis Izard et Alain Guyot qui ont écrit l'ouvrage *Archi-bio.* Cette œuvre emblématique dédie toute une section aux murs capteurs, dont le mur Trombe, dans le chapitre sur les éléments architecturaux du bio climatisme. Ceux-ci permettent, selon les auteurs, de « faire bénéficier l'ambiance intérieure

---

[140] La conduction désigne « le transport de chaleur d'un point à un autre sans déplacement de matière contrairement à la convection » (*Dictionnaire environnement et développement*, URL= https://www.dictionnaire-environnement.com/energie_solaire_ID1344.html)

[141] La convection désigne le « phénomène naturel de transport d'une grandeur physique (exemple : température) dans un fluide para le déplacement de l'ensemble de molécules. (…) Le chauffage par convection (convecteur) qui par opposition au chauffage par radiation (radiateur) permet de mieux répartir la chaleur dans un local. L'air froid passe à travers le réchauffe créant une circulation d'air dans la pièce en harmoniser ainsi la température », *Dictionnaire environnement et développement*, URL= https://www.dictionnaire-environnement.com/conduction_ID3791.html

[142] La radiation est le cas où « l'énergie émise est propagée sous forme d'onde » (*Dictionnaire environnement et développement,* URL= https://www.dictionnaire-environnement.com/radiation_ID1114.html)

[143] Mazria, *Le guide de l'énergie solaire passive*, « Les procédés solaires passifs », 29.

d'apports calorifiques à des moments où le soleil est absent, prolongeant de manière efficace l'ensoleillement utile »[144].

À présent, les projets architecturaux qui cherchent l'application passive de l'énergie solaire, utilisent le principe de base de l'ingénieur Trombe qui a écrit une page dans l'histoire de l'utilisation de l'énergie pour améliorer le confort thermique des espaces d'habitation dans des milieux climatiques multiples. Le principe est unique, mais la mise en opération est multiple, soit en cherchant une meilleure performance thermique, en moyennant l'utilisation d'une surface sélective pour l'absorbeur ou en jouant avec l'épaisseur de la lame d'air qui peut varier en fonctions des performances dans les climats extrêmes ou les plus doux.

Enfin, cette section est le prélude des recherches scientifiques qui ont été développées en France dans les années 1970 et 1980. Elle éclaire les mutations de la soutenabilité, tout d'abord dans la recherche elle-même, mais aussi en illustrant la façon dont ses mutations interviennent dans l'enseignement supérieur colombien.

b) Architecture climatique

La recherche scientifique sur les nouvelles sources d'énergie renouvelables est la responsabilité de groupes de recherche comme le Centre National de la Recherche Scientifique - CNRS, ou ceux appartenant aux Grandes Écoles ou Universités françaises. Un ouvrage qui rassemble cette recherche vers une nouvelle architecture est le livre *Architecture Climatique*[145], issu d´un colloque tenu à Collioure entre le 16 et 18 mai 1979 avec le soutien du ministère de l'Environnement et du cadre de vie, du ministère de l'Industrie et du Secrétariat d'état à la recherche. Ce colloque, consacré à l'architecture bioclimatique avec une approche pluridisciplinaire, a rassemblé des architectes, des urbanistes, des ingénieurs et des chercheurs dans les champs des sciences exactes et naturelles. L'ambition de cette rencontre était de présenter des réflexions dans le domaine de l'utilisation de l'énergie solaire. L'éventement s'est déroulé lors de six journées dédiées à des thématiques relatives au confort climatique, à la modélisation physique et à l'urbanisme climatique[146].

L'objet principal du colloque était la promotion de la recherche scientifique pour le développement des énergies nouvelles dans le cadre du programme interministériel et interprofessionnel « Plan Construction », crée en 1971 et actif jusqu'en 1985. Pour cette raison, ce colloque consacré à l'architecture climatique

---

[144] Jean Louis Izard et Alain Guyot, *Archi bio* (Marseille : Parenthèses, 1979), 78.

[145] Elisabeth Scheer (dir.), *Architecture climatique,* Actes de Colloques, (Collioure : Imprimerie Georges Frère, 1979).

[146] L'ouvrage est composé de six thèmes : le confort en situation réelle, les phénomènes physiques élémentaires, l'étude des systèmes et outils de simulation lourde, l'intégration des paramètres climatiques dans le projet d'architecture, microclimatique et énergétique urbaine, et climatique, écosystémique et nouvelle urbanité.

a réuni des chercheurs du CNRS, comme des chercheurs appartenant à des équipes universitaires ou autres centres de recherches publics et privés. Les différentes orientations qui se sont dégagées de cette rencontre témoignent d'une attention spéciale aux économies d'énergie dans l'habitat et dans le milieu urbain[147].

Des nombreuses questions ont été soulevées, notamment par rapport au type d'urbanisme qui était envisageable pour la nouvelle architecture climatique. Par exemple, les chercheurs du Groupe d'études des formes architecturales et urbaines GEFAU de Paris, dans la présentation du dernier thème du colloque, se posent les questions suivantes : « Le recours au solaire ne risque-t-il pas d'introduire davantage des contraintes ? Comment réaliser, non plus des immeubles ou des maisons, mais de véritables textures urbaines climatiquement adaptées ? »[148]. Celles-ci constituent des questions qu'aujourd'hui les architectes continuent de se poser. Mais si l'adaptation climatique aux textures urbaines est sans doute importante, le besoin d'avoir une réponse appropriée aux innombrables facteurs contaminants dans nos grandes villes ne l'est pas moins. À propos des particules nocives dans le milieu urbain, en 1980 Carl Sagan écrit : « L'utilisation de charbon, pétrole, essence a introduit de l'acide sulfurique dans notre atmosphère »[149], et l'usage de la voiture, dans les grandes villes, a produit une augmentation des émissions de dioxyde de carbone et particules fines. Presque quatre décennies plus tard, en 2016, Edgar Morin affirme, en parlant de la conscience écologique que : « Elle nous indique que la croissance industrielle, techniques et urbaine incontrôlée tend à détruire tout vie dans des écosystèmes locaux »[150]. C'est donc également la conscience écologique qui nous permettra de construire des « véritables textures urbaines climatiquement adaptées », où les particules nocives du milieu urbain seront minimisées.

J.P. Marie, ingénieur au secrétariat permanent du Plan Construction, chargé de la coordination de thèmes en énergie et habitat, affirme sur l'habitat et l'environnement que :

> *La conception climatique de l'habitat est un des thèmes pilotes de recherche du Plan Construction, dans le domaine d'énergies nouvelles. Nous avons élargi très rapidement la problématique solaire a la dimension climatique, de façon à dépasser et généraliser les*

[147] M. Metz, président du thème « Le confort climatique en situation réelle » signale que « l'étude de confort climatique en situation réel constitue un développement récent d'études scientifiques du confort climatique », (*Architecture climatique*, 12). M. Mary, en présentant le thème Microclimatique et énergétique urbaine, met l'accent sur la dimension énergétique et les conditions de confort dans le milieu urbain : « L'exposé sur le phénomène du vent dans la ville, celui traitant des paramètres microclimatiques et de leur interaction près du bâtiment, enfin le droit au soleil nécessite un effort de convergence de problèmes sectoriels. », (*Architecture climatique,* 232).

[148] M. Abdulac, Architect urbaniste, sur le thème « Climatique, écosystémique et nouvelle urbanité », a précisé que : « […] la Charte d'Athènes parlait déjà d'une ville solaire, […] avec les législations solaires existantes, va-t-on pouvoir éviter les nouvelles catastrophes urbanistiques ? » (*Architecture climatique*, 274).

[149] Sagan, *Cosmos,* 102.

[150] Morin, *Écologiser l'homme*, « Planète en danger », 53.

> *acquis des connaissances en évitant de rester trop longtemps fixés sur tel ou tel aspect d'une technique transitoire*[151].

Le poids de convaincre les architectes de l'importance d'analyser les éléments de faisabilité technique pour la conception des projets architecturaux est au cœur de ces réflexions. Il remarque que :

> *Il ne s'agit pas ici de freiner ou de restreindre la liberté imaginative de l'architecte, mais tout au plus de fournir des indications quantitatives précises et mieux encore de stimuler l'imagination, par une prise en compte aussi précoce et concrète que possible de la rationalité physique des phénomènes climatiques et thermiques*[152].

Les paramètres microclimatiques jouent un rôle significatif dans la conception de l'habitat, et c'est d'ailleurs l'architecture vernaculaire qui nous apporte des connaissances extrapolables pour la conception de l'édification.

La notion de confort thermique qui repose sur l'angle de la recherche scientifique s'appuie sur les outils de simulation et d'analyse des paramètres physiques développés dans les laboratoires spécialisés. Ainsi, pour les ingénieurs M. Barth et F. Grivel du Centre d'études bioclimatiques de Strasbourg, ces recherches sur « l'Evaluation du confort / inconfort thermique déclaré en situation réelle »[153] tiennent en compte les caractéristiques objectives du climat et les éléments du contexte (situation, personne, activité engagée) qui influencent le confort thermique en situation réelle. Ses résultats sont partiels et provisoires : l'information est recueillie par voie déclarative, l'organisation du questionnaire évalue la perception et l'évaluation (confort/inconfort) de la température ambiante du moment, les éléments relèvent du contexte situationnel, et des questions ouvertes et fermées sont posées aux intervenants. Le résultat principal est que « le confort thermique déclaré peut-être une fonction de déterminants autres que climatiques »[154].

Malgré tout cela, dans ce colloque il y a très peu de travaux de recherche sur le confort thermique des espaces intérieures ; la plupart de travaux exposés se situent en effet dans la ligne du confort pour les espaces extérieures. Par exemple, H. Pénicaud, ingénieur-architecte, dans son étude « Variance des

---

[151] L'ingénieur J.P. Marie élargi le champ solaire au contexte climatologique dans « Présentation de l'organisation thématique des journées inter-chercheurs », in *Architecture climatique*, 8.

[152] *Architecture climatique*, 8.

[153] M. Barth, F. Grivel « Evaluation du confort/inconfort thermique déclaré en situation réelle », in *Architecture Climatique*, 16–23.

[154] Nous considérons ici que M. Barth et F. Grivel tiennent en compte les articulations entre le confort thermique et les caractéristiques situationnelles: « Le but de la recherche consiste en la mise au point d'une méthode d´évaluation du confort thermique éprouvé en situation réelle par les personnes, en tenant en compte : a) l'ensemble de caractéristiques de la relation établie au plan comportemental entre une personne et les conditions climatiques ; b) des interactions possibles entre le confort/inconfort thermique éprouve d´une part, les caractéristiques du contexte situationnel et celles de l'activité en cours d´autre part. (…) Les résultats que viennent d'être rapportés peuvent donner une idée du type de conclusions auxquelles il est possible d'aboutir : le confort thermique déclaré peut-être fonction de déterminants autres que climatiques ; parmi les déterminants non climatiques du confort thermique, on peut trouver : le critère d'évaluation (p.ex. préférence thermique individuelle) utilisé par la personne, le type de transaction établie (p.ex. active - passive) entre une personne et le climat », *Architecture Climatique*, 23–24.

paramètres du confort climatique en extérieur »[155], présente comment la conception architecturale intervient dans le confort des espaces extérieurs. Il typifie les journées climatiques, en situant les facteurs de confort dû au rayonnement, au chauffage et à la turbulence, entre autres. Si bien, l'action humaine dans le macroclimat est bien restreinte ou quasiment nulle, le microclimat aux alentours du bâtiment est l'espace d'action par excellence des architectes.

Les modélisations physiques et les simulations élémentaires des systèmes prennent un important espace de réflexion lors des six journées du colloque. Des chercheurs de l'Université de Nantes ont utilisé les outils informatiques pour travailler sur les éléments qui peuvent prévoir le rendement thermique de capteurs solaires. Ainsi, leur intérêt se situe autour de la convection naturelle et la convection forcée dans des lames d'air verticales ventilées[156]. Les chercheurs de l'Université Paul Sabatier de Toulouse, pour leur part, présentent une étude holographique de la convection naturelle sur les plaques planes[157]. Les résultats de ces recherches, faisant usage des outils informatiques, apportent de manière significative à la recherche expérimentale et donnent des réponses utiles qui peuvent être transférées à l'édification.

Ce court exposé sur l'habitat climatique, sous l'angle de la recherche scientifique, permet de constater l'apport important pour l'énergie solaire réalisé par les établissements d'enseignement supérieur. Mais nous devons signaler que ce sont des disciplines différentes à l'architecture qu'ont réalisé ces recherches, et qui ont ensuite fournit des résultats importants dans l'application à l'habitat. Les autres établissements qui ont impulsé la recherche en termes de l'énergie solaire dans l'habitat sont les centres de recherche publics qui ont avancé de travaux remarquables dans ce domaine, notamment le CNRS. En somme, la recherche scientifique sur l'architecture et l'urbanisme climatique se trouvait en plein essor à cette époque. Elle a constitué un apport significatif pour la mise en fonctionnement de systèmes applicables aux milieux externes. Les débats qui ont eu lieu lors de la table ronde, à la fin du colloque, ont tourné autour de la transversalité entre la recherche et les initiatives d'appropriation des résultats de la part des non-chercheurs.

Dans ce qui suit, et toujours dans le cadre de la recherche, nous avons choisi un projet scientifique où nous avons utilisé la modélisation informatique avec des données climatologiques de la Colombie. Ce projet permet d'analyser le rendement thermique d'un outil de séchage solaire, sans passer par la phase expérimentale du système. C'est donc à travers cette expérience, menée dans les années 1980, qu'on a pu entrer dans le domaine de la thermodynamique et l'utilisation des outils numériques pour visualiser la performance d'un système et inférer des possibilités pour l'habitat climatique.

---

[155] H. Pénicaud, « Variances des paramètres du confort climatique en extérieur », in *Architecture climatiqu*e, 27–38.

[156] H. Mouton, J.C Couanon et M. Roiland, « Convection naturelle et convection forcée dans des lames d'air verticales ventilées : perspectives d'application à la captation dynamique », in *Architecture climatique*, 47–62.

[157] A Cordier, « Étude holographique de la convection naturelle sur des plaques planes et dans les volumes fermés », in *Architecture climatique*, 68–80.

2) Science et conscience environnementale

Deux espaces privilégiés, étant donné leur notoriété au niveau mondial en termes d'énergie solaire, ont été la scène pour développer des recherches sur l'utilisation passive de l'énergie solaire. Le premier est le Centre National de la Recherche Scientifique, situé à Odeillo, où se font des recherches sur les apports solaires à haute et à basse température. Le deuxième est le Laboratoire de Thermodynamique et Energétique de l'Université de Perpignan. À continuation, nous allons analyser deux projets de recherche réalisés dans ces centres spécialisés en utilisant les données climatologiques de la Colombie

a) Sciences dures

Le Laboratoire de Thermodynamique et Énergétique de l'Université de Perpignan (LTE), conscient de l'importance de l'énergie solaire pour le séchage des denrées alimentaires et sachant qu'un pourcentage significatif des pays en voie de développement sont situées dans des conditions climatiques permettant d'avoir un important apport en rayonnement solaire, a commencé l'enseignement de cette source d'énergie grâce à l'égide de l´Unesco. Ce programme a permis de former en hélio-technologie des nombreux professionnels venus de différents pays du monde. Et c'est ainsi qu'une diaspora des futurs utilisateurs de cette source d'énergie s'est répandue dans tous les continents. C'est le début d'une mondialisation, lors des années 1980, qui a permis la formation d'une *diaspora planétaire,* et qui a peut-être même constitué la source d'une niche d'innovateurs et de créateurs, pour utiliser les mots d'Edgar Morin[158]. Mais bien au-delà de ces remarques pleines d'espoir, la réalité est qu'une fois ces étudiants retournés dans leurs pays, il prendra entre une et deux décennies pour que les innovations venues des pays développés puissent commencer à surgir dans les pays émergents. Nous reviendrons sur ce point dans la section sur les transpositions colombiennes.

L'analyse des résultats de notre recherche, réalisée en 1981 au sein du Laboratoire d'Énergétique Solaire du CNRS à Odeillo, sous la direction de Michel Arnaud[159], servira à démontrer le potentiel de cette source énergétique en Colombie. En particulier, l'étude sur la « Réfrigération solaire par des Systèmes à Absorption Eau-Bromure de Lithium (LiBr-H2O) Ammoniac-Eau (NH3-H2o),

[158] Morin, *Les sept savoirs nécessaires à l'éducation du futur*, 7.

[159] Cette recherche a été soutenue au sein du Laboratoire de Thermodynamique et Energétique de l'Université de Perpignan, et a permis à l'auteure l'obtention du Diplôme d'Énergie Solaire de l'Unesco, 1980-1981. Il est important de souligner la rencontre que nous avons eu avec Félix Trombe (déjà à la retraite à cette époque), et nos discussions autour de l'énergie solaire et ses possibilités pour la Colombie.

Mono éthylamine-Chlorure de calcium (CaCl2-CH3N2O) »[160] a dévoilé que même pour la production de froid, l'énergie solaire s'avère une source inestimable. Un pays comme la Colombie a un grand intérêt à utiliser l'énergie solaire pour le refroidissement. En effet, à cause de sa localisation près de la ligne équatoriale, et plus exactement entre le 3ème degré de latitude Sud et le 10ème degré de latitude Nord, une ville comme Bogota peut recevoir un rayonnement solaire journalier, au mois de mars, de 4.50 kWh/m², et une ville comme Riohacha dans le département de la Guajira, jusqu'à 6.0 kWh/m².

L'étude présente une lecture judicieuse des résultats de recherches précédentes, en vue d'utiliser l'énergie solaire pour le refroidissement à partir de l'utilisation de collecteurs d'énergie solaire, couplés avec des machines à absorption. L'introduction de cette recherche affirme que :

> *Le cycle à mélange Eau-Bromure de Lithium LiBr-H2O couplé avec un capteur plan, le cycle Ammoniac-eau NH3-H2O couplé avec un collecteur à concentration, ont eu des résultats satisfaisants pour les chercheurs en ce domaine*[161].

La conclusion, pour sa part, remarque la corrélation qu'existe entre la puissance disponible du rayonnement solaire et les besoins énergétiques de réfrigération dans la zone intertropicale. Les systèmes passifs de refroidissement par évaporation, du fait de conditions hygrométriques défavorables (80% de taux d'humidité) n'ont pas été considérés. En revanche, l'étude s'est concentrée sur les systèmes actifs par absorption qu'offrent la possibilité de s'adapter aux diverses conditions d'humidité et aux différents niveaux d'utilisation, comme l'habitat individuel, les besoins communautaires et même les besoins industriels. D'autre part, le mélange Eau-Bromure de Lithium, s'est avéré le plus avantageux pour la climatisation solaire. Quant à la production de glace, le mélange Ammoniac-eau intégré à un collecteur à concentration constitue le procédé le plus envisageable[162]. Les conclusions de l'étude signalent que, malgré le coût d'installation, le système peut être amorti par une utilisation en continu et les travaux de recherche devraient permettre une réduction des coûts. Cette recherche, réalisée au Four solaire d´Odeillo, s'est bénéficiée de l'utilisation de documents de pointe sur le refroidissement solaire car à l'époque le laboratoire d'énergétique solaire du CNRS était le leader mondial en termes de production scientifique dans ce domaine.

Les professionnels qui ont passé par l'Université de Perpignan (aujourd'hui Université de Perpignan Via Domitia) ont pu prendre connaissance des projets issus de la collaboration du Laboratoire de Thermodynamique et Energétique avec différents pays du monde. Par exemple, le Groupe colombien

---

[160] Mariño, Susana, « Réfrigération solaire par des systèmes à absorption Eau-bromure de lithium (LiBr-H2O) Ammoniac-eau (NH3-H2O) Monomethylamine-chlorure de calcium (CaCL2-CH3N2O) », Laboratoire d'Energétique Solaire, Centre Nationale de la Recherche Scientifique CNRS, (Odeillo Pyrénées Orientales, 1981).

[161] Mariño, « Réfrigération solaire par des systèmes à absorption Eau-bromure de lithium (LiBr-H2O) Ammoniac-eau (NH3-H2O) Monomethylamine-chlorure de calcium (CaCl2-CH3N2O) », Analyse des réfrigérants – absorbants, 1.

[162] Mariño, *Réfrigération solaire,* « Comparaison des systèmes : coefficient de performance », 22.

interdisciplinaire d'énergie solaire C.E.S.[163] fut invité à participer dans un « Projet commun de démonstration sur la faisabilité d'un séchoir solaire indirect pour fruits et légumes en Colombie »[164]. Ce projet avait deux objectifs : (i) démontrer que le séchage solaire en Colombie peut être accompli en concevant des technologies adaptées, fiables et rentables, et (ii) former à Bogota une équipe scientifique spécialisée dans le domaine de l'hélio-technologie à basse température appliquée au développement rural. De ce projet, seulement un des objectifs a pu s'accomplir partiellement[165], mais un des membres du groupe fut invité à intégrer le groupe d'étudiants doctorants au L.T.E. dans le domaine du séchage solaire de produits alimentaires.

Ces recherches ont permis à ce groupe de participer au IVème Séminaire International d'Énergie Solaire au Centre International de Physique Théorique de Trieste, en Italie, en 1984, par invitation du Laboratoire d'Infrarouge de l'académie de Montpellier[166]. La participation de ce groupe a tourné autour de la conversion photo-thermique de l'énergie solaire pour le séchage de produits agro-alimentaires en Colombie. La synthèse de la recherche a démontré qu'il est possible de sécher de produits issus de l'agriculture, en vue d'une conservation à basse température, et que la conversion directe de l'énergie solaire en énergie calorifique s'effectue au moyen de capteurs plans. Le propos de cette étude est d'utiliser l'outil de simulation numérique pour tester le rendement thermique d'un modèle de séchoir. Les résultats permettent de déduire les possibilités d'utilisation de cette source d'énergie solaire pour la conception d'un habitat climatique passif. Ce projet scientifique constitue un des maillons de la chaîne qu'on essaye de construire et qui permet de démontrer l'apport de l'enseignement supérieur aux avant-postes sociétaux, dans ce cas en termes d'énergie solaire, un des éléments indispensables pour parler de soutenabilité.

b) Expérimentations concrètes en thermodynamique et énergétique

Pour continuer les réflexions sur les recherches réalisées en France par des chercheurs colombiens sur l'utilisation de l'énergie solaire, nous allons explorer un autre projet qui permettra de mettre en évidence les retombées que peut avoir en Colombie l'application de cette source d'énergie. Ce projet de recherche a été réalisé entre 1984 et 1986, au sein du Laboratoire de Thermodynamique et Énergétique (L.T.E.) de l'Université de Perpignan, sous le

---

[163] Dans les années 1980 a été créé à Bogotá le groupe interdisciplinaire de *Consultoría en Energía Solar C.E.S*.

[164] Projet Commun de Démonstrations entre le Laboratoire de Thermodynamique et énergétique de l'Université de Perpignan et Le groupe technique-scientifique du *C.E.S. Consultoría de Energía Solar Limitada,* « *Factibilité d'un séchoir solaire indirect pour fruits et légumes en Colombie* ».

[165] Le développement intégral du projet n'a pas pu se réaliser parce que les « demandes financières pour la réalisation du projet » pour l'équipe à Bogotá étaient de l'ordre de 20 000 francs, ce qui était au-delà de la capacité financière du groupe.

[166] Susana Mariño, « Conversion photo thermique de l'énergie solaire applique au séchage de produits agro-alimentaires en Colombie *»*, *IV séminaire d'énergie solaire,* Centre International de Physique Théorique, Trieste (Montpellier : Imprimerie Autebon, 1986), 582–591.

nom de « Modélisation d'un séchoir modulaire et polyvalent approprié pour la Colombie ». Les principaux résultats démontrent le potentiel de l'utilisation de l'énergie solaire dans la ceinture intertropicale et notamment dans l'utilisation passive ou thermique de cette source d'énergie. Plus particulièrement, l'étude a utilisé des outils informatiques pour simuler les performances des deux prototypes conçus par le L.T.E. à partir de l'information météorologique colombienne. La modélisation s'est réalisée sur 4 journées, représentant des différents mois de l'année. Il est important de remarquer que la Colombie, étant un pays tropical, n'a pas de saisons marquées, sauf pour les saisons de pluies situées entre avril et mai, et entre octobre et novembre.

Pour mener à bien cette recherche, nous avons dû aborder le champ de la thermodynamique avancée, ce qui a constitué un défi qui a élargi notre vision architecturale. Le fait que ce soit un architecte qui entre en profondeur dans la construction des équations différentielles de premier ordre, permet d'envisager l'application de connaissances dans le domaine d'une nouvelle architecture qui a comme principal caractéristique l'apport des principes scientifiques en hélio-technologie. Le projet s'est développé en 4 unités : (i) la description et modélisation du séchoir, (ii) le traitement informatique - la simulation, (iii) les résultats, et (iv) l'inférence de ces résultats dans l'habitat solaire. Nous exposerons chacune de ces unités et nous montrerons l'applicabilité du modèle de simulation dans le contexte architectural, ce qui permet de démontrer qu'une position analytique permet d'inférer des applications multiples.

i) La description et modélisation du séchoir

Le L.T.E. de l'Université de Perpignan à conçu un modèle de séchoir industriel modulaire à caractère polyvalent, prévu pour être assemblé en série, permettant ainsi de s'adapter aux différentes capacités requises pour le séchage de denrées agro-alimentaire. Le travail de recherche consiste à modéliser et simuler son comportement thermique[167]. La figure II.1 permet de visualiser le modèle physique qui comporte l'unité de séchage et l'insolateur ou capteur solaire. L'unité de séchage est constituée de deux éléments, la chambre de séchage et le conduit d'aspiration aéraulique. L'insolateur est à double circulation, c'est à dire que l'air circule au-dessus et au-dessous de l'absorbeur ; il comporte : la couverture, l'absorbeur et une isolation thermique en arrière. Le calcul de la température c'est fait en 7 domaines : le milieu ambient, la couverture extérieure, le conduit I, l'absorbeur, le conduit II, l'isolation thermique en arrière et le milieu ambient en arrière.

Les hypothèses de travail pour l'insolateur sont les mêmes que celles qui sont généralement admises en hélio-technologie : l'écoulement (de l'air) est unidirectionnel ; l'insolateur n'est siège d'aucun transfert de masse ; le vent est

[167] Susana, Mariño, « Modélisation et simulation d'un séchoir industriel et polyvalent approprie à la Colombie », Laboratoire de Thermodynamique et Énergétique – Université de Perpignan, (Perpignan, 1986), 1.

supposé souffler parallèlement aux faces de l'isolateur ; la température du sol est égale à la température ambiante[168]. Les hypothèses pour l'unité de séchage sont : que les échanges thermiques relatifs aux claies sont négligeables, que les produits à sécher sont sphériques, que les produits ne se déforment pas au cours du séchage. Le calcul de la température s'opère sur 8 domaines : la voûte céleste, les parois 1, 2 et 3, l'air séchant, les claies, le conduit d'aspiration hydraulique et l'air ambiant. Une fois définies les hypothèses, le pas suivant consiste à déterminer les coefficients de transfert thermique du rayonnement, de conduction et de convection, pour chaque milieu dans lequel s'effectuent les échanges. Un total de quinze modes de transfert sont déterminés pour le capteur solaire et douze pour l'unité de séchage : ils constituent le point de départ pour établir les équations de bilans thermiques. Pour les traitements mathématiques de ces équations, nous avons appliqué une phase de discrétisation[169].

La description du comportement thermique du modèle, à travers des équations de grande précision, a comme ambition de faire une description à travers un langage scientifique. Les données d'entrée nécessaires permettent de connaître avec une grande rigueur les températures de performance du système. Comme architectes, la découverte des expressions scientifiques permet de s'éloigner de la création de l'art de l'architecte, vers la création d'une expression pure en mathématiques que parvient elle aussi à la beauté, comme le rappelle l'historien Bloch : « Il n'y a pas moins de beauté dans une exacte équation que dans une phrase juste. Mais chaque science a son esthétique du langage, qui lui est propre »[170]. Néanmoins, ici nous présenterons une vision générale de la recherche, sans faire appel aux formulations mathématiques, car l'intérêt n'est autre que de rendre explicites les possibles analogies qui surgissent des résultats.

---

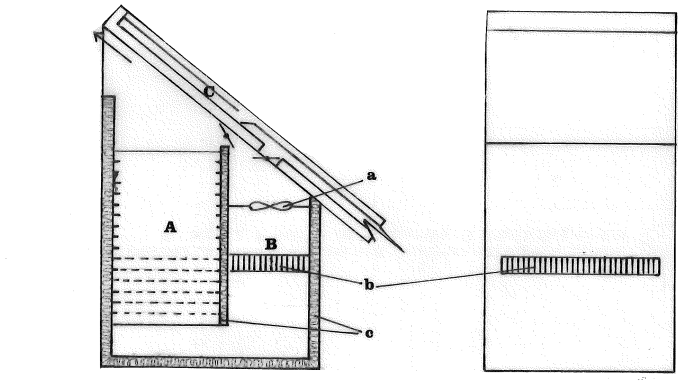
[168] Mariño, « Modélisation et simulation d'un séchoir industriel et polyvalent approprie à la Colombie », « Description et modélisation du séchoir », 6.

[169] Le mémoire de recherche réalisée au L.T.E. signale que : « L'application de la loi d'Ohm à chaque « nœud » du système conduit à l'écriture des bilans thermiques sous la forme suivante : mv/2 Cpv δTvee/δt = -Hr, ve-c (Tve-Tc) sv – Hr,ve-s (Tve-Ts) sv – Hc,ve-a (Tve-Ta)sv + Hd,v (Tvi-Tve) sv +0.5 Pc.sv, où Hr,ve-c ; Hr,ve-s ; Hc,ve-a; Hd, v sont des coefficients d´échange et Tve ; Tc ; Ts ; Tvi, sont des températures du vitre et du sol. Huit équations ont été définies, étant donné qu'elles forment un système d'équations différentielles non-linéaires du premier ordre. Une phase de discrétisation est effectuée : en considérant que « le problème est bidimensionnel et que la variable de temps Δt joue le même rôle que la variable d'espace Δx. Nous discrétisons le système dans l'espace en découpant l'insolateur en un certain nombre de sections spatiales de longueur Δx normales au sens de l'écoulement et dans le temps, en découpant la durée en périodes Δt ». À manière d'exemple nous reprenons la discrétisation de l'équation identifiée ci-dessus : mv/2 Cpv (Tve^i, t+1 - Tve^i ,t) /s.Δt = - Hr,ve-c (Tve^i, t+1 – Tc) – Hr,ve-s (Tve^i ,t+1 – Ts) – Hc,ve-a (Tve^i ,t+1 – Ta) + Hd,v (Tvi^i ,t+1 - Tve^i , t+1) + 0.5 Pvc, t+1. (Mariño, « Modélisation », 9-13).

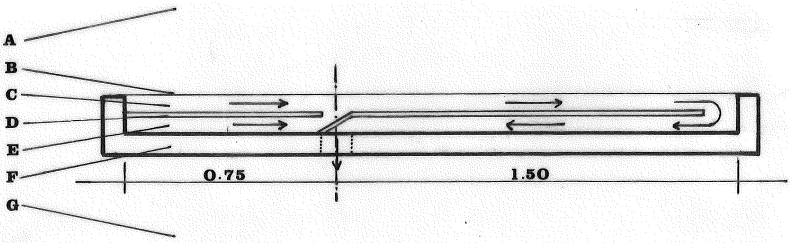
[170] Marc Bloch, *Apologie pour l'histoire ou Métier d´historien*, 52.

Figure II.1. - Modèle de séchoir industriel, modulaire et polyvalent

Modèle physique comportant deux éléments : l'insolateur et l'unité de séchage



A Chambre de séchage ; **B** Conduit d´aspiration aéraulique ; **C** Insolateur ; **a**. ventilateur ; **b**. résistance électrique ; **c**. paroi



Coupe de l´insolateur : **A**. Milieu ambient avant : **B**. Couverture extérieure ; **C.** Conduit 1 ; **D**. Absorbeur
E. Conduit 2 ; **F**. Isolation thermique arrière ; **G**. Milieu ambient arrière

Source des graphiques : Mariño, Susana, *Modélisation d'un séchoir modulaire et polyvalent approprié à la Colombie,* 1986, 3-6. Les éléments du capteur solaire qui sont exposés au soleil sont : la couverture extérieure (verre trempé de 04 mm d'épaisseur), et l'absorbeur opaque avec une surface légèrement sélective avec une absorptivité de 0.92 et une émissivité de 0.56.

ii) Le traitement informatique

Les inconnues à résoudre avec les équations autant pour l'unité de séchage, comme pour l'insolateur, sont les températures. Ainsi, pour l'insolateur les températures des faces internes et externes de la vitre, les fluides dans le conduit supérieur et inferieur et la température de l'isolant sont simulées à travers la définition des équations. Pour la chambre de séchage, les inconnues à résoudre sont les températures des parois et la température de l'air dans le conduit d'aspiration hydraulique. Une fois définies les valeurs des différents

paramètres physiques et le modelé économique, la recherche rentre dans la phase du traitement informatique. Pour cela, nous nous sommes servis d'algorithmes pour le calcul de densités de flux reçues par la couverture et l'absorbeur, pour le calcul de l'absorption, réflexion et transmission globales de la couverture, ainsi que pour le calcul des densités du flux solaire direct et diffus sur les faces avant et arrière du capteur.

En rétrospective, nous pouvons considérer que les algorithmes peuvent simuler multiples comportements : thermodynamiques, physiques, et même sociaux. Il suffit de définir les codes d'entrée appropriées qui permettront de simuler les systèmes qui s'articulent et se nourrissent eux-mêmes à travers l'application de boucles de rétroaction. Tout cela permet de conclure que l'on peut connaître *a priori* le comportement réel d'un système donné. Ainsi, Michel Serres parle des algorithmes qu'il qualifie de « procéduraux » :

> *Ces manipulations, cette gestuelle, ne nous servaient jadis, à l'école élémentaire, qu'à poser de manière correcte les opérations simples de l'arithmétique, et peut-être aussi, parfois, agencer des artifices rhétoriques ou grammaticaux. En passe de concurrencer l'abstrait de la géométrie aussi bien que le descriptif des sciences sans mathématiques, ces procédures pénètrent aujourd'hui le savoir et les techniques. Elles forment la pensée algorithmique. Celle-ci commence à comprendre l'ordre des choses et à servir nos pratiques* [171].

La pensée algorithmique s'applique ainsi pour identifier *a priori* les entrées nécessaires pour simuler un système.

Pour ce travail, deux programmes principaux ont servi à évaluer les performances du modèle de capteur et du modèle de la chambre de séchage. Chacun de ses programmes est nourri par des sous-programmes, qui représentent les algorithmes de calcul[172]. Le pas d'espace choisi est de 15 cm pour l'unité de séchage, et de 10 cm pour l'insolateur. Le pas de temps est de 180 secondes, ce qui « donne une bonne stabilité de calcul a l'ensemble […] le programme final est un outil informatique relativement lourd, il a environ 3000 instructions écrites en langage FORTRAN »[173]. De la même façon que dans cette

---

[171] Michel Serres, *Petite Poucette,* (Paris : Édition le Pommier-Collection Manifestes, 2012), 57.

[172] Nous présentons à manière d'exemple la sous-routine PHICAL, qui fait le calcul des densités de flux reçues par la couverture et l'absorbeur. Ce programme se sert à la fois de trois sous-routines. L'algorithme de calcul est brièvement présenté ainsi : « 1. Spécifier les données initiales : coefficient d'absorption de l'isolant ; définir angle d'incidence du rayonnement diffus ; déterminer latitude de lieu, l'albédo du sol, l'indice de réfraction de la couverture ; et la date (jour, mois, heure légale). 2. Calculer l'absorption, réflexion et transmission globales de la couverture, avec l'utilisation des autres sous-programmes […]3. Calculer l'absorption du système couverture absorbeur. On considère que le rayonnement transmis para la couverture est partiellement absorbé et réfléchît para l'absorbeur […] 4. Calcule les densités de flux solaire direct et diffuse sur les faces avant et arrière du capteur […] », Mariño, « Traitement informatique », 63.

[173] J.J. Hunsinger dans son document *Le Langage FORTRAN* souligne que « la compagnie International Business Machines (IBM) publie en 1954 la description d'un langage de programmation évolué appelé alors system FORmula TRANSlator (traduction d'équations), le nouveau langage, plus condensé, avait pour vocation d'ouvrir l'utilisation aux scientifiques […]. Le programme principal et chaque sous-programme sont analysés séparément pour le compilateur. […] le programme principal comporte deux parties : les déclarations concernant les variables ; et les instructions exécutables » (J.J. Hunsinger, *Le Langage FORTRAN*, URL =

recherche la route pour calculer la performance d'un espace habitable peut commencer par le calcul des températures de parois exposées au soleil, ces résultats permettent de comprendre la température de l'intérieur d'une habitation, soit pour profiter du soleil en hiver ou pour le contrôler en été.

iii) Les résultats

Les résultats des calculs montrent l'influence des facteurs climatologiques sur les quatre journées de simulation. La figure II.2 présente le graphique des courbes du comportement de la température de l'absorbeur sur les journées 50, 140, 233, 324 appartenant aux mois de février, mai, août et novembre. Le programme conçu pour la simulation économique utilise le même langage FORTRAN pour les calculs du modèle. La conclusion générale de la recherche démontre, entre autres, que :

> *La vitesse de séchage est d'autant plus performante sur le plan énergétique, que la température de séchage est plus élevée. Le rendement thermique du système, peut être modulé en fonction du niveau de déshydratation du produit, donc de l'humidité relative de l'air dans le séchoir. Les résultats de l´analyse économique mettent en évidence que l'unité de séchage solaire polyvalente, se comporte comme tous les systèmes solaires du point de vue économique, où ils demandent un investissement élevé, mais les frais d'utilisation sont faibles*[174].

Un total de 32 graphiques expose les résultats des composants du capteur solaire. Dans l'exemple de la figure II.2, l'absorbeur atteint une température maximale de 80ºC, entre 10h et 16h, avec une température fluctuante entre 60 et 80ºC.

---

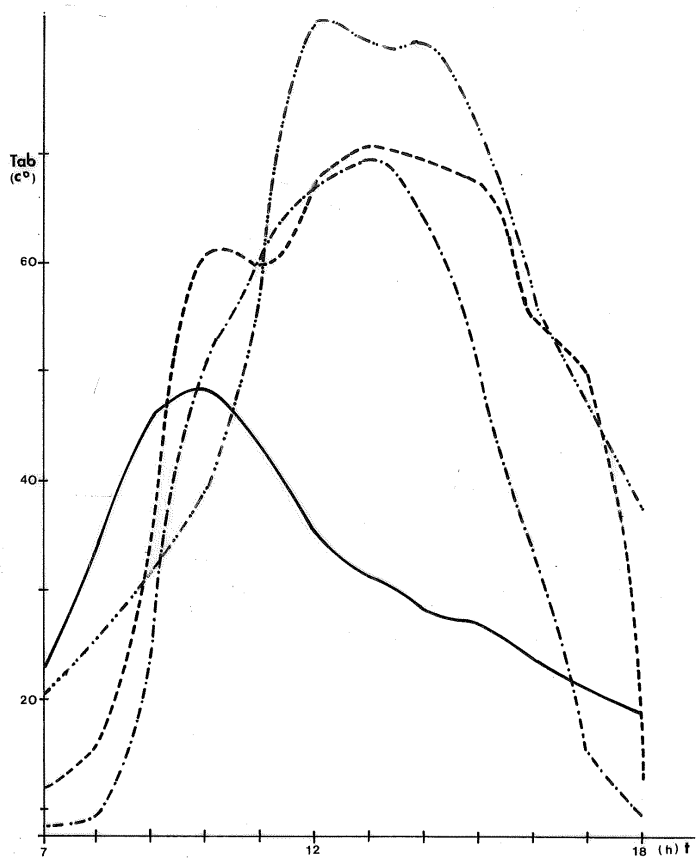
http://fortran.ftp-developpez.com/cours/hunsinger-cours-complet-fortran.pdf). Nous avons établi le programme UNTEC pour l'ensemble des composants et les sous-routines PROCAP pour le capteur solaire, PHICAL pour les calculs physiques, COEF pour les calculs de coefficients, COEFR pour le calcul des coefficients thermiques par rayonnement, pour seulement souligner quelques-uns.

[174] Mariño, « Modélisation et simulation d'un séchoir industriel et polyvalent approprie à la Colombie », 131.

Figure II.2., Évolution de la température de l'absorbeur dans la section II d'indice 10 de l'insolateur en fonction du temps pour les quatre journées de simulation

XN = 50 (19 février)-- -- -- -- -- --
XN = 140 (19 mai) --. --.--.--.--.--
XN = 233 (20 août) --. --..--..--..--
XN = 324 (19 novembre) ----------

Débit 0,013 m³/s



Source : Mariño, Susana, *Modélisation d'un séchoir modulaire et polyvalent approprié à la Colombie,* L.T.E. Université de Perpignan*,* 1986, 3-6.

Les résultats des expériences de simulation effectuées à Perpignan démontrent l'efficacité des systèmes de séchage solaire selon les facteurs climatologiques qui influent sur la puissance solaire absorbée. De même, les résultats de ces expériences démontrent l'influence de la température environnementale sur l'ensemble des composants du collecteur, pour un rendement thermique optimisé. Les relevés des différents composants du séchoir solaire, dans les jours typiques de simulation annuelle, permettent d'inférer le

potentiel qu'il représente pour l'habitat solaire et pour le confort thermique des espaces habitables.

En relation au séchage de produits agro-alimentaires, qui constitue une application envisageable dans le milieu territorial colombien, il représente une possibilité pour l'habitat des populations paysannes, qui d'ailleurs utilisent déjà le soleil pour le séchage de produits comme le café. Ici, nous faisons référence plus particulièrement à la transformation de la matière première articulée a l'unité d'habitation. En effet, avec l'intégration d'un espace supplémentaire dans le logement des paysans, ils pourraient à travers du séchage solaire faire une transformation de denrées alimentaires en produit fini. La transformation de ces produits constitue une valeur ajoutée qui permet de complémenter les faibles revenues de ces familles. Nous reviendrons sur cette approche dans la prochaine section.

Nous pouvons conclure de l'ample caractérisation de l'énergie solaire réalisée dans les centres de recherche français, que cette source d'énergie représente une opportunité ayant des multiples applications adaptées aux pays émergents. C'est ainsi que les professionnels venant de tous les coins du monde qui ont été formés au Laboratoire de thermodynamique et énergétique de l'Université de Perpignan, se sont positionnés comme des précurseurs de l'hélio-technologie, et sur l'égide de l'Unesco, ont répondu à l'appel d'appliquer ce savoir dans les multiples contextes des pays en voie de développement. Mais il n'en est pas moins que la contextualisation des savoirs autour de cette source d'énergie renouvelable est nécessaire pour l'adapter aux besoins divers. Après tout, comme le dit bien Edgar Morin en parlant du contexte : « La connaissance des informations ou données isolés est insuffisante. Il faut situer informations et données, dans leur contexte pour qu'elles prennent sens »[175].

De notre part, dans le cas de la Colombie, nous pouvons inférer de multiples retombées, autant dans l'enseignement supérieur, comme dans l'appropriation des savoirs dans le milieu urbain et rural. Nous verrons ce point à continuation en éclairant l'évolution de l'application des résultats des recherches menées en France. L'information que nous présenterons permet de démontrer que, encore et toujours, en Colombie, c'est la recherche qui dirige l'évolution de l'enseignement supérieur (l'une de nos hypothèses de travail). La recherche scientifique constitue ainsi le chemin idéal pour construire l'apport français autour des énergies renouvelables et voir la multiplicité des opportunités d'application des connaissances.

[175] Morin, *Le sept savoirs nécessaires à l'éducation du futur*, « Les principes d'une connaissance pertinente », 40.

3) Transpositions et extrapolations colombiennes

Ici, le savoir-faire extrapolable se concentre dans l'apport de la recherche solaire, dans sa version thermique à basse température. Le point d'ancrage est l'enseignement supérieur en Colombie, ce qui permettra de témoigner de l'évolution, des limitations et des opportunités que cette vague représente pour la société. Les connaissances acquises dans les centres spécialisés des universités françaises ont circulé dans le contexte des universités colombiennes, et permettent ainsi de montrer jusqu'où les avant-postes sociétaux ont vraiment percé dans les universités du pays.

Plus particulièrement, les expériences françaises des chercheurs colombiens ont permis d'extrapoler les possibilités d'application au contexte de leur pays. Dans cette perspective, nous verrons que cette expérience éclairci les mutations dans l'enseignement supérieur, mais en plus nous pourrons établir s'il y a eu, ou non, une appropriation de ces recherches de la part de la société. Les cas à analyser sont les suivants. Le premier est l'expérience, déjà mentionnée, du groupe des Consultants d'Energie Solaire C.E.S.[176], qui en 1984 ont participé au IVème Séminaire d'énergie solaire à Trieste, en Italie. Le deuxième est le Séminaire en Énergie Solaire, conçu en 1993 pour un Centre de formation universitaire. Le troisième cas transposable est la filière de spécialisation en Architecture Bioclimatique, fondée en 1996 dans une université privée, reconnue par le ministère de l'Éducation nationale comme une institution de haute qualité[177]. Enfin, le dernier est la structuration d'une ligne de recherche sur le séchage solaire de produits agricoles, conçue en 2007 au sein de l'unité de développement et de recherche[178] d'une université présente dans différentes villes du territoire colombien et visant à soutenir le développement durable dans les zones agricoles.

Le groupe interdisciplinaire C.E.S. constitue un clair exemple de l'intérêt que portent les professionnels colombiens à s'associer en équipes de consultants pour élaborer des projets utiles à la société. Un de ses projets a été développé en coopération avec le Laboratoire de Thermodynamique et Energétique de l'Université de Perpignan, et a constitué une recherche qui a permis à l'équipe C.E.S. de contribuer au IVème Séminaire International d'Énergie solaire au Centre International de Physique Théorique de Trieste, en Italie, en 1984[179]. Ainsi, par invitation du Laboratoire d'Infrarouge de l'académie de Montpellier, un représentant du groupe a partagé ses connaissances sur la conversion photo-thermique de l'énergie solaire pour le séchage de produits agro-alimentaires en Colombie. La synthèse du travail a démontré que le séchage des produits agricoles est possible grâce à l'utilisation de capteurs de

[176] Le C.E.S. Consultoría de Energía Solar, est un groupe de recherche interdisciplinaire situé à Bogotá qui a été créé en 1982 et a été en opération jusqu'en 1984.
[177] En effet, cette spécialisation fut présentée à la Faculté d'Architecture et Design de l'Universidad Javeriana, à Bogota.
[178] Nous parlons ici de la Faculté d'architecture de l'Université Antonio Nariño de Bogotá.
[179] Mariño, « Conversion photo thermique de l'énergie solaire applique au séchage de produits agro-alimentaires en Colombie », 582–591.

plaque plane qui ont un rendement suffisant pour la déshydratation des produits[180]. À partir de ce projet, nous pouvons déduire qu'une des possibles utilisations de l'énergie solaire, dans sa filière passive, est la conception d'habitats climatiques. Ce groupe de recherche était conformé par chercheurs issus de disciplines différentes, qui étaient enseignants dans des universités colombiennes, et qui, avec le L.T.E. de Perpignan, souhaitaient avancer un projet international de collaboration en séchage solaire de produits agricoles[181].

a) Enseignement de l'architectures renouvelable

Nous abordons maintenant l'évolution de l'enseignement supérieur en Colombie à partir de l'analyse critique des programmes d'architecture. Ce pays se situe sur la ceinture intertropicale planétaire, et constitue le seul territoire continental où la cordillère des Andes se divise en trois chaînes de montagnes, créant ainsi une multiplication des microclimats et des couches thermiques. Historiquement, les populations vernaculaires de ces différentes unités géographiques ont su développer des architectures adaptées aux conditions climatiques. Depuis les années 1980 l'essor des énergies renouvelables porté par les instituts des recherches et les universités, particulièrement ceux d'origine publique[182], amplifient la production de connaissances et de savoir-faire en architecture.

Aujourd'hui, nous pouvons affirmer que, étant donné le contexte de la soutenabilité environnementale, malgré les efforts permanents des organismes internationaux, les défis semblent prendre des dimensions ingérables et la dégradation des écosystèmes s'accélère. C'est pourquoi les questions de la maîtrise des ambiances thermiques et des énergies vertes se posent avec une acuité renouvelée. Elles exigent la mise en œuvre d'actions transversales, interdisciplinaires et intercontinentales. Pour souligner ce point, Morin nous offre une vision plus élargie :

> *Il y a inadéquation de plus en plus ample, profonde et grave, d'une part, nos savoirs disjoints, morcelés, compartimentés et, d'autre part, des réalités ou problèmes de plus en plus polydisciplinaires, transversaux, multidimensionnels, transnationaux, globaux, planétaires*[183].

C'est pourquoi les problèmes soulevés par la soutenabilité doivent être résolus à partir d'une perspective transdisciplinaire, multisectorielle et dans un contexte international.

---

[180] Ce même capteur plan est également utilisé pour la production d'eau chaude dans l'habitat urbain en Colombie.

[181] « Projet commun de collaboration entre le laboratoire de Thermodynamique et Energétique de la Université de Perpignan et le groupe C.E.S. de Bogota ».

[182] Le nombre d'établissements d'enseignement supérieur en 2015 en Colombie est de 287, selon l'information du Ministère d´éducation National (Universités, IES, Écoles technologiques et Écoles techniques). Le nombre total d'universités est 82, dont 62 sont des établissements publics. URL=https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-360739_recurso.pdf

[183] Morin, *Le sept savoirs nécessaires à l'éducation du futur,* « Les principes d'une connaissance pertinente », 40.

Les cas que nous allons présenter met en évidence les résultats de la transposition du savoir-faire en énergie solaire dans le contexte colombien. Grâce à ce processus, les connaissances peuvent être appréhendées, valorisées et synthétisées au bénéfice des espaces urbains et ruraux du pays. Dans les années 1980 et 1990, les accomplissements en Colombie en termes d'énergies renouvelables furent implémentés à travers la participation de professionnels formés dans les pays développés, en particulier aux États-Unis et en France. Ce savoir-faire a eu une appropriation directe dans le milieu académique de l'enseignement supérieur. L'exemple suivant servira à construire le parcours de cette vague et à comprendre l'énorme potentiel que cette énergie renouvelable représente pour le pays.

Ce sont en particulier les universités reconnues par le ministère de l'Éducation Nationale de Colombie[184] qu'ont pu avoir une équipe d'enseignants de haute qualité, venus d'universités reconnues au niveau mondial. Et ce sont précisément ces enseignants-là qu'ont présenté à considération de ses établissements des nouveaux projets curriculaires. Parmi ces projets se trouve le programme de spécialisation en architecture bioclimatique[185]. À partir de ce projet et les expériences qui seront objet d'analyse, nous compléterons la vision autour des mutations de la soutenabilité dans l'enseignement supérieur colombien et nous pourrons ainsi éclaircir l'évolution de l'appropriation sociale des enjeux du XXIème siècle.

b) Spécialisation en Architecture bioclimatique

Vers la fin du siècle dernier, la motivation pour ce nouveau projet académique en architecture bioclimatique était d'ouvrir le débat sur le besoin d'intégrer l'utilisation rationnelle des ressources naturelles dans la pratique quotidienne de l'architecture. Le propos de cette spécialisation était donc de s'affirmer face aux tendances mondiales avec l'imminente arrivée du troisième millénaire et ses défis. Le projet prend comme point de départ deux questions fondamentales. D'une part, quelles sont les actions à court terme que comme constructeurs de l'habitat nous devrons entreprendre, face aux phénomènes de l'urbanisation accéléré, qui nous a laissé comme héritage des villes minéralisées, avec des hauts indices de pollution atmosphérique, acoustique et visuelle, et avec le stress symptomatique de la société actuelle qui provoque dans les organismes des altérations psychosomatiques ? Et d'autre part, quel est le rôle

---

[184] Pour être reconnue comme une université accréditée d'haute qualité, les universités doivent se présenter volontairement au ministère de l'Éducation nationale (MEN). À travers de *pairs académiques* qui font des visites d'analyse de 10 facteurs et 29 caractéristiques, le ministère décide d'octroyer ou pas cette reconnaissance selon le niveau de performance suivant ces paramètres de qualité. Dans l'année 2015, 29 établissements d'enseignement supérieur ont obtenu ce label d'haute qualité, URL=
https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-360739_recurso.pdf

[185] Susana Mariño, « Especialización en Arquitectura Bio-climática », étude presentée à la Facultad de Arquitectura y Diseño, Pontificia Universidad Javeriana, (Bogotá, 1996).

de l'architecture bioclimatique contre les constantes actions faustiennes d'un homme déshumanisé qui cherche avant tout à augmenter le P.I.B. ou accroitre le prix du m² construit, comme si ceux-ci mesuraient la qualité de vie, la santé, le bien-être ou la dignité ?[186]

Il est évident que ceux-ci continuent d'être des soucis actuels pour l'humanité. Ils sont nombreux les penseurs qui ont pris position face à ces questionnements, parmi lesquels se trouve Edgar Morin. À propos de ces nouveaux défis, il écrit :

> *Enfin, la mort a gagné du terrain à l'intérieur de nos âmes. Les puissances d'autodestruction, latentes en chacun d'entre nous, se sont particulièrement activées partout où se multiplient et s'accroissent les solitudes et les angoisses*[187].

Ce scénario faustien continue latent et les connaissances en différents domaines sont empilées les unes après les autres. Les démarches vers la durabilité constituent, cependant, une approche qui pourrait faire pencher la balance.

Ce projet académique de master 1[188] est conçu comme un mécanisme catalyseur d'un processus d'intégration entre les volumes architecturaux et les potentiels des ressources naturelles de l'entourage pour leur utilisation dans le cadre bâti. Une réflexion rétrospective et prospective est exposée pour ce programme. Pour la première, et dans le contexte international, le marqueur de la fin du XXème siècle a été la crise énergétique qui a encouragé la recherche et l'application de ses résultats dans l'architecture solaire et les énergies renouvelables. Il est à remarquer que l'architecture vernaculaire a joué un rôle important en Colombie. Par exemple, l'utilisation de l'adobe permet d'atteindre l'inertie thermique du bâtiment, importante pour stabiliser la température intérieure. Quant à la réflexion prospective, le programme développé met en évidence deux aspects qui marqueront les tendances du développement de l'architecture au XXIème siècle, à savoir : le progrès technologique et le milieu ambiant. Le premier est caractérisé par la survenance de l'architecture intelligente, par moyen de l'utilisation de l'outil informatique dans la conception des espaces habitables, et la deuxième par l'automatisation du cadre bâti, en moyennant l'intégration de réseaux systématisés dans l´habitat.

Le caractère techno-scientifique de l'architecture bioclimatique nous a permis, tout au long de la conception de ce programme de spécialisation, d'établir que, dans un premier aspect environnemental, le progrès des connaissances en écologie a aidé à fonder les bases de l'architecture bioclimatique, en particulier à travers l'application des principes de recyclage, d'autosuffisance, de rénovation, de conservation et d'efficacité dans l'utilisation des ressources naturelles. Un deuxième aspect concerne l'utilisation des paramètres climatiques, en particulier autour du potentiel solaire, objet de recherche des

---

[186] Mariño, «Especialización en Arquitectura Bio-climática», 1–2.
[187] Morin, *Le sept savoirs nécessaires à l'éducation du futur,* « Enseigner l'identité terrienne », 85.
[188] En Colombie, une « spécialisation » correspond à une année d'études après la licence, l'équivalent donc d'un Master 1.

physiciens, et que scientifiques d'autres disciplines ont repris pour les appliquer dans un champ pratique. Enfin, un troisième aspect de ce programme est l'application des concepts en bioconstruction, tels que ceux défendus par le mouvement allemand de la Bau-biologie[189], sur l'utilisation des matériaux nobles, non contaminants et qui offrent une sécurité pour l'habitat. Les connaissances vernaculaires et l'optimisation de ce savoir-faire forment aussi partie du programme.

Du cadre conceptuel de ce programme, nous reprenons l'importante tâche de consolider le savoir-faire en construction, en suivant son évolution comme un instrument d'adaptation aux besoins changeants des paysages architectoniques et culturels, au lieu d'accélérer l'utilisation de matériaux industriels qui vont en détriment d'une architecture équilibrée. En effet, l'architecture industrielle a comme préjudice la conception de réponses immédiates, simplistes et qui vont en détriment de l'environnement. Ici, l'application du concept d'*interdiscipline spécialisé*[190] cherche au contraire à avoir une vision holistique (le terme « holistique » implique totalité, mais dans ce cas, limitée à un créneau particulier et restreint à l'architecture bioclimatique).

Le positionnent des Nations Unies, lors de la Conférence de Rio en 1992, a apporté des éléments essentiels à la caractérisation de ce programme, en se nourrissant de ces orientations, et en particulier du chapitre 7 où la Conférence se prononce sur la soutenabilité des établissements humains ou sur l'habitat adéquat pour tous[191]. La réflexion que souligne ce programme à cet égard est : comment donner une solution à un habitat adéquat*,* surtout pour un pays comme la Colombie, où l'on trouve un ensemble de besoins urgents qui demandent une réponse immédiate ? En effet, avant de faire face aux grands problèmes, il est nécessaire, dans un pays comme le nôtre, de reconnaître et de répondre aux cas urgents. Deux autres aspects de cette proposition de spécialisation s'alignent avec le chapitre sept de la Conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le développement, en particulier en ce qui concerne la soutenabilité du développement urbanisé et la construction d'une infrastructure environnementale pour assurer le ravitaillement en eau potable, la qualité de l'air, et une infrastructure sanitaire adéquate. Ces aspects constituent une plateforme pour identifier des stratégies pour la conception du programme où sont considérés comme prioritaires les aspects hélio-technologiques et de gestion de ressources bioclimatiques, pour trouver les mécanismes pour envisager de scénarios de changement. L'objectif final du programme est de former des professionnels spécialisés en architecture bioclimatique, capables de concevoir des scénarios de développement alternatif à faible impact environnemental, et qui permettent de potentialiser les ressources naturelles, autant dans la pratique constructive comme dans la gestion de l'entourage naturel.

---

[189] L'Institute de Bau-biologie et durabilité a été fondé par le Pr. Dr. Anton Schneider en 1977. Le partenaire en France est l'Institut français de Bau biologie et écologie. https://www.baubiologie.de/international/french/

[190] Celle-ci es une nouvelle terminologie que nous avons conçue, en envisageant une spécialisation de perspective holistique.

[191] Ici nous paraphrasons les soucis exprimés dans la présentation du programme de spécialisation en architecture bioclimatique.

Le plan d'études a envisagé trois domaines d'intérêt principaux. Premièrement, le domaine techno-scientifique, qui constitue la colonne vertébrale de la spécialisation. Il permet à l'étudiant de connaître les bases théoriques et scientifiques du bioclimatisme. Deuxièmement, l'aire de gestion, qui complémente la première, est le domaine où l'étudiant acquiert la connaissance des outils théoriques et méthodologiques appliqués aux phases de diagnostic et de gestion des projets en architecture bioclimatique et en développement alternatif. Enfin, le troisième domaine est la recherche-action qui positionne à l'étudiant dans une phase réelle d'intervention, face aux problèmes de la société. Ces trois domaines permettent aux participants d'acquérir toutes les connaissances nécessaires pour formuler un projet en architecture bioclimatique. En outre, à travers les résultats de la dernière phase de recherche, le programme envisage de conformer une base de données d'utilité pratique.

L'exposé des caractéristiques de ce programme sert à montrer comment les savoir-faire acquis en France ont eu des retombées dans le milieu académique colombien, et par là même, peut aider à éclairer l'évolution de l'enseignement en soutenabilité. Un an après la proposition du projet de Spécialisation en Architecture bioclimatique, nous avons écrit le guide d'un séminaire permanent appelé *El Habitat Solar* (l'habitat solaire). Ce guide prenait comme point de départ le fait que l'utilisation de l'énergie solaire pourrait se remonter au III siècle A.C. quand, selon la légende, Archimède a utilisé des réflecteurs paraboliques pour concentrer la radiation solaire et brûler les voiles de la flotte romaine qui assiégeait Syracuse. Ensuite, ce guide parle de la décennie de 1990-2000, période où les maisons solaires ont proliféré aux États-Unis. Le séminaire expose aussi les centrales solaires en fonctionnement en France, comme le programme THEM (Thermo, Hélio, Electrique, Mégawatt) construit à Targasone, près de Font Romeu. L'objectif était de concevoir des centrales solaires adaptées aux pays situés dans les zones tropicales et sous-tropicales et aux pays de climat méditerranéen. L'exposé continue avec les principales centrales du même type que THEM, comme la Central Bairstow aux États-Unis, la centrale de Shikoku au Japon et la Centrale d'Andalousie en Espagne. Le Four Solaire d'Odeillo, conçu par Félix Trombe, ainsi que toutes les recherches qui ont lieu dans cette infrastructure sont également exposés dans ce séminaire. Une section importante du séminaire explique les principes de la thermodynamique, les échanges thermiques pour arriver à équilibre, et les principes de la modélisation. Le deuxième grand sujet traité est l'architecture solaire passive, ou l'utilisation thermique à basse température, en particulier à travers les recherches de Félix Trombe, J. Michel et M. Misseard et Alexandroff qui ont posé les bases pour l'utilisation de l'énergie solaire dans l'habitat[192].

[192] La guide pour le séminaire pose également les questions suivantes : est-ce que les efforts pour l'utilisation de l'énergie solaire dans l'habitat constituent de tâches isolées ? Existe-t-il une négligence dans l'architecture classique envers l'intégration de données climatiques lors de la conception des édifications ? Est-ce que la climatisation électrique (climatisation ou chauffage) est utilisée de façon répandue dans le monde occidental ? Serait notre engagement comme architectes celui d'intégrer l'utilisation de l'énergie solaire comme technologie alors qu'elle est à peine dans sa genèse ? Celles-ci sont des questions importantes, en particulier pour un pays en voie de développement comme la Colombie, situé stratégiquement en relation à l'incidence de la

De cette façon, nous commençons à mettre en évidence les retombées des connaissances acquises en France sur le milieu académique colombien. Éclaircir ces retombés dans l'enseignement supérieur colombien est nécessaire pour répondre à deux questions. D'une part, jusqu'où un savoir-faire extrapolable pourrait être réellement accompli ? Et d'autre part, dans quelle mesure le milieu universitaire représente-t-il une opportunité pour débâtir et apporter des connaissances sur des sujets à la pointe de l'intérêt mondial ?

Pour répondre à la première question, nous considérons que ce programme de *Spécialisation en* A*rchitecture bioclimatique* permet la formation de professionnels dans un domaine considéré comme étant, au moins à cette l'époque, aux avant-postes sociétaux. Aujourd'hui, cependant, nous pouvons affirmer que ce projet a constitué un effort intellectuel qui n'a pas pu aboutir. Et nous pourrions nous demander s'il ne s'agissait pas d'un concept nouveau qui aurait dû être, d'une certaine façon, *domestiqué* avant d'être lancé et appliqué. Comme nous le rappelle bien Morin :

> *Une idée ou une théorie ne devrait ni être purement et simplement instrumentalisée, ni imposer ses verdicts de façon autoritaire ; elle devrait être relativisée et domestiquée. Une théorie doit aider et orienter les stratégies cognitives qui sont menées par des sujets humains* [193].

Nous pouvons nous demandons alors si ce programme n'a pas été trop en avance. Peut-être qu'à l'époque les intérêts de l'enseignement en architecture étaient simplement dirigés vers d'autres préoccupations, en particulier des cibles plus pratiques, comme la gestion de projets architecturaux et de bâtiment, plutôt que vers les nouvelles idées venues d'ailleurs.

Malgré cela, il est important d'avoir fait un apport à la formation de professionnels avec l'intention de concevoir des projets avec une vision plus intégrale dans le domaine de l'architecture. Si l'on s'intéresse plus en détail à la ligne directrice de ce projet de formation, il s'agissait d'une tentative d'application du concept d'*interdiscipline spécialisé,* c'est-à-dire de concevoir une opération bioclimatique à partir d'une connaissance holistique où toutes les données s'associent autour d'un objectif commun. Tout cela cherchant la conception de projets qui utiliseraient le potentiel hélio-technologique, la puissance des ressources naturelles et les savoir-faire des architectures vernaculaires. Un apport important fut le « Séminaire permanent en énergie solaire », qu'en rétrospective aurait pu devenir un excellent scénario pour la discussion et la mise à jour des connaissances et de l'applicabilité de cette source d'énergie alternative de grand potentiel pour le pays. Semer une graine dans un sol fertile, comme le sont les espaces de recherche des universités, constitue sans doute une importante démarche.

---

radiation solaire. Susana Mariño, « L'habitat solar », étude présentée au bureau de Formation avancée de la Universidad Javeriana, (Bogotá, 1997), 1–150.

193 Morin, *Les sept savoirs nécessaires à l´éducation du futur*, « Les cécités de la connaissance : l'erreur et l'illusion », 33.

Nous avons décrit cette proposition de spécialisation étant donné qu'elle reconnaît un domaine d'importance significative pour le pays. Mais il faut souligner que, malgré cette importance, une décennie s'est écoulé avant de voir apparaître des programmes universitaires similaires. En conséquence, si bien les établissements d'enseignement supérieur sont les instances à l'avant-garde des changements en termes environnementaux, il existe aussi une inertie qui les empêche de réagir rapidement pour construire des projets éducatifs. Ceci s'oppose bien entendu à la situation des pays plus développés, dans lesquelles les universités avaient déjà formé des professionnels en bioclimatisme à la même époque[194].

c) Interaction entre recherches académiques et société

Un autre exemple d'appropriation des connaissances, qui dérive des expériences françaises dans le domaine de l'énergie solaire au Laboratoire de Thermodynamique et Energétique et au Four Solaire d'Odeillo, est la ligne de recherche sur l'utilisation de l'énergie solaire dans les unités d'habitation rurales paysannes en Colombie[195]. Cette ligne constitue un exemple de réussite de l'applicabilité de l'énergie solaire en Colombie dans les années 1990.

Ce projet de recherche explorait la possibilité de bénéficier des communautés paysannes en Colombie à partir du séchage des denrées alimentaires, dans la mesure où à travers l'utilisation appropriée de l'énergie solaire, les produits agricoles peuvent subir un premier niveau de transformation, partant de la matière première pour avoir un produit fini. Un exemple de cette idée est le séchage de fruits par moyen de l'énergie solaire. Du point de vue méthodologique, il s'agit donc de l'achèvement d'une recherche appliquée, transdisciplinaire et régionalisée[196]. Ce dernier aspect prend en compte le fait que, en général, la population paysanne a des bas revenus ; la seule différence

---

[194] Pour donner seulement un exemple, l'Ecole d'Architecture de Toulouse (aujourd'hui ENSA Toulouse) comptait déjà, à l'époque, avec un programme de spécialisation bioclimatique où étaient traités les aspects de modélisation et simulation énergétique.

[195] Mariño, Susana, *Energía solar para la sostenibilidad de la vivienda rural campesina, sublínea de investigación –UAN: deshidratación de fruta con energía solar,* Proposition d'une ligne de recherche, Universidad Antonio Nariño, (Bogotá, 2009).

[196] Voir Dirección Nacional de Investigaciones, *Boletín No. 16*, Universidad Antonio Nariño, (Bogotá, 2009). Dans ce bulletin, lors de la restructuration du groupe de recherche Ciudad, Medio Ambiente y Habitat, le Directeur National de l'Unité de Développement des sciences et de la recherche (UDCI) de la Faculté d'Arts parle de la possibilité de régionalisation, car l'université où la ligne de recherche a été proposée a de sièges dans la plupart de grandes villes en Colombie. De cette façon, le projet pourrait avoir une retombée importante au niveau régional, et dans l'ensemble du pays.

tient du fait que chacune des communautés se situe dans des conditions physiographiques, climatologiques et socio-économiques différentes.

Deux grands piliers sont à la base de cette proposition, l'un est le caractère transdisciplinaire et l'autre est la quête d'intégralité. Ensemble, ces dimensions peuvent réussir dans la mesure où un plan d'association des chercheurs est établi. Ceci impliquait la possibilité de s'associer avec d'autres programmes et compter avec leur infrastructure et leur capacité logistique. Celle-ci était la condition *sine qua non* pour réussir l'opérationnalisation des projets en développement soutenable. C'est ainsi qu'on peut faire appel à l'idée de multidimensionnalité de Morin laquelle, toutes proportions gardées, est à la base de cette ligne de recherche :

> *La méthode de la complexité nous demande de penser sans jamais clore les concepts, de briser les sphères closes, de rétablir les articulations entre ce qui est disjoint, d'essayer de comprendre la multidimensionnalité, de penser avec la singularité, avec la localité, avec la temporalité, de jamais oublier les totalités intégratrices*[197].

Pour cette orientation de la ligne, les singularités sont de l'ordre de l'architecture, de l'ingénierie et de l'économie.

La base théorique de la ligne de recherche est constituée par cinq phases de développement. Dans la première, l'objectif fondamental est la caractérisation des typologies du logement rural paysan, insérées dans des niches physiographiques et physico-climatiques particulières. La deuxième phase prévoit la conception d'un prototype à soumettre aux conditions réelles de fonctionnement. La troisième phase permet l'intégration de différents professionnels venus de disciplines complémentaires pour appuyer avec leurs connaissances la caractérisation et l'amélioration des produits issus de la transformation de la matière première (par exemple, les plantes aromatiques issues d'une agriculture bio). La dernière phase est l'étude d'impact économique de ces nouveaux produits dans le marché local et régional.

La ligne de recherche considère que les besoins des paysans en Colombie sont multiples, et l'un de ses besoins est d'augmenter leurs revenus. C'est pourquoi l'objectif était de satisfaire ce besoin, en moyennant l'utilisation de l'énergie solaire dans les logements ruraux. Ces logements se situent dans les différentes couches thermiques qui caractérisent la géographie du pays. En général, en Colombie l'incidence de la radiation solaire, comme nous l'avons déjà mentionné, se situe entre 2.0 et 4.0 kWh/m² pour les zones où la température est comprise entre 12ºC et 15ºC, et dans le cas des zones le plus chaudes, où la température se situe entre 25ºC et 30ºC, la radiation solaire est de 4.5 kWh/m² (rappelons que la constante solaire mondiale est de 1 kWh/m²). De cette manière, l'opérationnalisation de cette ligne peut bénéficier un grand nombre de populations dépourvues. En plus, le projet prévoit des apports académiques, dans la mesure où les méthodologies des processus peuvent être enseignées dans les plans d'études.

---

[197] Edgar Morin, *Science avec conscience, 178.*

L'initiative de cette ligne de recherche rejoint les mouvements en énergies renouvelables de l'époque, mais aussi les mouvements exogènes comme les Objectifs du Millénaire pour le Développement (OMD), en particulier l'objectif d'assurer un environnement durable, en soutenant l'utilisation d'une source d'énergie propre et renouvelable, comme le solaire. Un exemple de ces mouvements est la création de l'EURONETRES (European Network on Education and Training in Renewable Energy Sources), lors de la Conférence générale de l'UNESCO de 2003[198] et son intégration au GREET (Global renewable energy education and training). Dans le même sens, en France, les chercheurs Patrick Jourde et Jean-Claude Muller du C.E.A. (Commissariat de l'énergie atomique) et du CNRS, dans ses projections sur les centrales solaires, préconisent que si le 45% de la surface des déserts se couvraient de centrales solaires, elles permettraient de remplir les besoins en énergie électriques de toute la planète[199]. Enfin, la ligne de recherche rejoint aussi les orientations endogènes du ministère de Mines et Énergie de Colombie qui, pour sa part, par le moyen de la Loi 697 de 2001, promeut l'utilisation des énergies renouvelables[200]. Mais malgré ces bonnes intentions, en Colombie l'Unité d'Aménagement Minière–énergétique admet que les accomplissements en énergies renouvelables restaient faibles.

En rétrospective, cette ligne de recherche, orientée vers les besoins des populations dépourvues situées dans des contextes ruraux, aurait contribué à diminuer l'exode urbain continu de ces groupes, qui à cause de leur condition de pauvreté sont obligés à migrer vers les centres urbains en quête d'un meilleur avenir. Aujourd'hui, nous voyons que malgré les chercheurs visionnaires qui proposaient de projets capables de répondre aux tendances mondiales et aux besoins nationaux, un immense nombre de projets, comme cette ligne de recherche, n'ont pas été maintenus dans le temps. Par la même, nous arrivons à la réponse à la question « est-ce que l'enseignement supérieur en Colombie est ouvert à la possibilité d'intégrer dans son enseignement les tendances mondiales en questionnements de pointe, comme le développement soutenable ? ». Nous réitérons, sur la base de notre expérience, que l'académie prend au moins une dizaine d'années avant d'adopter une position face aux exigences d'ordre supranational.

Malgré cela, il est à remarquer que dans les disciplines différentes à l'architecture, selon ScienTI de Colciencias (entité de l'état qui dirigeait la recherche en Colombie jusqu'en 2019), la recherche dans l'année 2000 se développait adéquatement. En particulier, déjà à l'époque il existait 7 groupes de recherche appartenant aux universités publiques qui travaillaient sur l'énergie

---

198 Information parue dans Science Forum, 2004, URL= http://www.fvee.de/fileadmin/publikationen/Themenhefte/sf2004/sf2004_06_03.pdf

199 Protégeons la terre, « L'énergie solaire », URL= http://www.protegeonslaterre.com/energie-solaire/

200 *LEY 697 de 2001.* Mediante la cual se fomenta el uso racional y eficiente de la energía, se promueve la utilización de energías alternativas y se dictan otras disposiciones (Loi par laquelle se favorise l'utilisation efficace de l'énergie, s'encourage l'utilisation des énergies alternatives et prévoit d'autres dispositions), *Diario oficial*, No. 44.573, (Bogotá, 5 octobre 2001).

solaire : le Groupe physique de l'environnement et énergie solaire, le Groupe design, procès et énergie, le Groupe d'énergie alternative, le Groupe des matériaux semi-conducteurs et énergie solaire, le Groupe de biocombustibles, énergie et protection de l'environnement et le Groupe de recherche pour le développement soutenable dans l'industrie et l'ingénierie. Tous ces groupes de recherche appartenaient à des facultés de physique ou d'ingénierie mécanique ou chimique d'universités publiques du pays. Aucun groupe n'existait encore en architecture[201].

En somme, la transposition colombienne des connaissances au milieu des établissements d'enseignement supérieur a eu différentes conséquences, de la conception d'un nouveau programme de master, jusqu'à l'établissement d'une ligne de recherche centré ver le territoire. Les graines ont été plantés, mais le temps reste inexorable et nous montre les réalités difficiles de l'adaptation et de l'adoption des savoirs. Au IVème chapitre nous verrons que les groupes de recherche qui ont été formalisés en termes de soutenabilité ne tiennent pas en compte le solaire.

d) Contrastes et décalages

Une réflexion de Michel Serres nous servira de préambule dans cette section pour montrer la dimension du changement qui a eu lieu, en à peine quelques années, où l'essor de la société numérique a fait une incision dans les espaces technoscientifiques :

> *Comment l'analyser [la complexité] ? Par la croissance du nombre d'éléments, leur différentiation individuelle, la multiplication des relations entre eux et des intersections entre ses voies. La théorie des graphes et l'informatique traitent de ces figures en réseau croisé que la topologie appelle un simplexe*[202].

Dans une période d'une vingtaine d'années, on passe de l'élaboration d'isolignes de rayonnement solaire qui permettent de faire des calculs de rendement thermique dans les années 1980, à l'utilisation de l'outil informatique pour traiter des graphiques en réseau croisé, permettant la définition de graphiques psychrométriques d'haute définition pour toutes les grandes villes.

Dans notre cas, l'histoire commence avec les résultats des recherches appliquées réalisées par les ingénieurs-chercheurs Hernando Rodriguez et Fabio González du Département de Physique de l'Université Nationale, sur la

---

[201] Le groupe Physique de l'environnement et énergie solaire appartient à l'Université Distrital; le Groupe Design, procès et énergie, appartient à l'Université de Cauca ; le Groupe d'Énergie alternative, appartient à l'Université de Antioquia ; le Groupe des Matériaux semi-conducteurs et énergie solaire, appartient à l'Université Nationale ; le Groupe de Biocombustibles, énergie et protection de l´environnement, appartient à l'Université Nationale ; et le Groupe de Recherche pour le développement soutenable en industrie et ingénierie, appartient à l'Université de Santander.

[202] Michel Serres, *Petite Poucette (*Paris : Édition le Pommier-Collection Manifestes, 2012), 25.

radiation solaire en Colombie[203], permettant les calculs des apports solaires pour la conception bioclimatique des édifications dans le pays. Rodriguez et Gonzalez publient le premier volume du *Manuel de radiation solaire pour la Colombie* en 1992. Deux ans après apparaît le deuxième volume. Le premier volume présente l'information sur la radiation solaire pour les surfaces planes, et le deuxième, présente les mêmes données, mais pour les surfaces inclinées. Nous présenterons brièvement les contenus généraux de ces volumes, car ils ont apporté des renseignements précieux pour les calculs des apports thermiques. Cette section finira avec une courte comparaison entre l'information recueillie en 1992 et l'information recueillie en 2018, dans l'ouvrage apparu en ligne, *Clima-colombia*[204]*.*

Dans l'année 1992, un total de 264 stations de brillance solaire ont été choisies pour construire le *Manuel de radiation solaire pour la Colombie*. 228 de ces stations se trouvaient en Colombie, et le reste des renseignement climatiques étaient recueillis aux lignes de frontières des pays limitrophes. La principale source d'information était les dix ans d'information climatique et les données recueillis par l'Institut de météorologie et adéquation des terres. L'information collectée sur les lignes de frontières (Panamá, Venezuela, Brésil, Pérou et Équateur) concerne la moyenne de brillance solaire, et est constituée par des données recueillies par l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) et de l'Organisation Latino-américaine de l'énergie. Avec ces données, les chercheurs ont procédé à établir le traitement géostatistique pour les surfaces planes, avec la moyenne de brillance solaire mensuelle, et ils ont construit de lignes d'isoradiation aux intervalles de 0.25 kWh/m², pour les 12 mois de l'année. Ils ont conclu que les zones de plus haute radiation solaire du pays se situent au nord, dans le département de la Guajira, où la moyenne annuelle journalière varie entre 5.5 kWh/m2 et 5.75 kWh/m². Les plus basses radiations se situent dans la côte pacifique, avec une moyenne journalière annuelle entre 4.0 kWh/m2 et 4.25 kWh/m².

Une autre découverte consignée dans ce premier manuel est que les périodes de plus forte radiation se situent en janvier-février-mars et juillet-août-septembre ; et ceux de moindre radiation se situent en avril-mai-juin et octobre-novembre-décembre pour l'ensemble du pays. Il s'agit d'un régime bimodal, en raison des fronts nuageux qui pénètrent le pays. Dans la plaine orientale et l'Amazonie le régime est uni-modal, avec un période de radiation moyenne se situant en juin-juillet et un maximum en janvier-février[205]. D'autres données importantes pour les concepteurs du cadre bâti, et en général pour les utilisateurs

---

[203] Humberto Rodríguez et Fabio González, *Manual de radiación solar en Colombia - radiación sobre superficies horizontales*, (Bogotá: H. Rodríguez & F. González Editores, 1992). Deux ans après ces mêmes auteurs ont écrit le Volume II: *Manual de radiación solar en Colombia - radiación sobre superficies inclinadas*, (Bogotá,1994).

[204] Rodrigo Velasco, Ronald Hudson et Shrikant Sharma, « Driven Building design and construction in the tropics: tools and strategies to improve human comfort in Colombia »*, Clima-Colombia,* 2018, http://www.climacolombia.org

[205] Humberto Rodríguez et Fabio González, *Manual de radiación solar en Colombia (radiación sobre superficies horizontales*), « Radiación solar en las principales ciudades del país », 144–148.

de l'énergie solaire, est l'information consignée dans les 264 tableaux qui présentent des données telles que la radiation solaire journalière moyenne globale, la radiation solaire moyenne diffuse, et la brillance solaire moyenne journalière.

Le deuxième volume est un manuel de radiation solaire complémentaire au premier appliqué aux surfaces inclinées. Il donne des indications clés pour le calcul du confort thermique. Ce manuel permet d'avoir des renseignements généraux sur la moyenne solaire reçue par les façades des principales villes du pays et montre la tendance du comportement spatial de radiation mois à mois. Les conclusions issues de cette analyse montrent que les surfaces verticales qui reçoivent la majeure radiation solaire sont celles qui sont orientées orient ou occident, suivies par les murs orientés vers le Sud-Ouest ou le Sud-Est. Ainsi, l'intensité la plus importante est reçue par les façades Nord-Est et Nord-Ouest, pour lesquels, aux mois de janvier-février, l'intensité se situe entre 2.40 et 3.2 kWh/m² ; et entre 2.0 et 2.8 kWh/m², pour les mois moins ensoleillés de mars, juin et octobre-novembre. Les façades qui reçoivent le moins de radiation solaire sont les façades situées au Nord, qui reçoivent entre 1.15 et 2.8 kWh/m²/jour.

Ce manuel offre une méthodologie pour calculer la radiation sur les surfaces inclinées. En général, la radiation solaire reçue par une surface inclinée est composée par la radiation directe reçu du soleil, plus la radiation diffuse venant du ciel, et la radiation reflétée par le sol et les surfaces voisines. Pour les non-thermodynamiciens les chercheurs ont établi les étapes à suivre pour faire les calculs sur les différentes surfaces inclinées ainsi :

> *Pour le calcul de la radiation solaire sur une surface inclinée, la valeur utilisée est la radiation globale sur une surface horizontale, la localisation (à travers de l'altitude), les angles d'orientation, l'inclinaison de la surface et le coefficient de réflexion du sol (supposé être δ = 0.2)*[206].

À l'époque, ces données ont été suffisantes pour calculer le rendement thermique d'un système solaire. Aujourd'hui, grâce aux données qui circulent au niveau mondial, le calcul thermique est fondé sur des données plus précises.

Les calculs de 1992 doivent être contrastés avec ceux de 2018. Pour cela le projet Clima-colombia[207] servira de point de comparaison. Ce projet est issu de la recherche « Climate driven building design and construction in the tropics ; tools and strategies to improve human comfort in Colombia », développée par une équipe de travail intersectorielle (université-industrie) et internationale[208]. Il s'est développé en trois grandes sections : les instruments, les données et les

---

[206] Humberto, Rodríguez et Fabio, González, *Manual de radiación solar en Colombia (radiación sobre superficies horizontales*), « Radiación solar », 5–27.

[207] Rodrigo Velasco, Ronald Hudson et Shrikant Sharma, *«* Climate driven Building design and construction in the tropics: tools and strategies to improve human comfort in Colombia »*,* section "Tools and strategies", 2018.

[208] L'équipe est conformée par Paul Shepherd de l'Université de Bath, Rodrigo Velasco de l'Université Piloto de Colombie, Ronald Hudson de Lacunae-Applied research et Shrikant Sharma de Buro Happold-engineering.

ressources. Pour les instruments, les chercheures présentent les diagrammes Psychrométriques des vingt villes capitales des départements du pays. Les diagrammes qui se déploient en ligne exposent avec précision les données nécessaires pour faire les calculs de confort thermique. L'information graphique obtenue vient du tableau psychométrique à grille bivariante. Les données météorologiques colombiennes proviennent de 4483 stations (rappelons que le nombre de stations en 1982 était de 264). La grille climatique prend les données des années compris entre 2000 et 2009, et dévoile la moyenne mensuelle d'humidité relative, de précipitations, de pression, de vapeur et de vitesse du vent.

D'après les renseignements qui apparaissent en ligne, les données pour chaque ville proviennent de stations situées dans un rayon de 50 kms et à ± 100 mètres d'altitude, en relation aux coordonnés du centre urbain. S'il n'existe pas assez de stations autour de la ville, l'information est tirée d'autres stations qui ont des caractéristiques géographiques et climatiques similaires. La figure II.3 donne un aperçu de l'inestimable information de cette source pour les projets bioclimatiques. Le premier graphique offre un exemple des tableaux psychométriques, avec des stratégies de design pour Bogota ; et le deuxième graphique montre un des nombreux tableaux de données climatiques. Celui-ci montre l'information sur les précipitations moyennes mensuelles pour le mois de janvier. Par ailleurs, on trouve en ligne une bibliographie complète qui permet d'aborder les spécificités de matériaux, du climat, de confort, de design et d'évaluation.

Il est évident que les progrès techniques réalisés entre ces deux projets, de 1992 à 2018, permettent aujourd'hui d'élaborer des cartes beaucoup plus complètes qui servent de support pour les professionnels chargés de projets environnementaux. Par la conformation de l'équipe de chercheurs, on constate le fort lien d'action qui s'est établi entre les ingénieures et les architectes pour accomplir ce programme. L'équipe, en plus d'être de caractère interdisciplinaire, interinstitutionnel et international, a permis la construction collective et collaborative du projet Clima-colombia. La conception bioclimatique, quant à elle, s'est bénéficiée de l'ère du numérique, qui permet maintenant d'accéder à des renseignements multiples pour faire des calculs plus fins sur le rendement thermique des systèmes.

En clair, dans ce passage et cette transposition des savoirs acquis en France vers le milieu de l'enseignement supérieur en Colombie il se sont présentés des savoir-faire extrapolables. Lors de la période de temps entre 1993 et 2008, les chercheurs venus de laboratoires et de centres de recherche français de haut niveau ont pu envisager des retombées d'applicabilité pour leur pays.

Figure No. II.3 Tableau psychrométrique et tableau des donnés climatiques

Tableau Psychrométriques avec des stratégies de design pour Bogota COL

Altitude en mètres = 2548

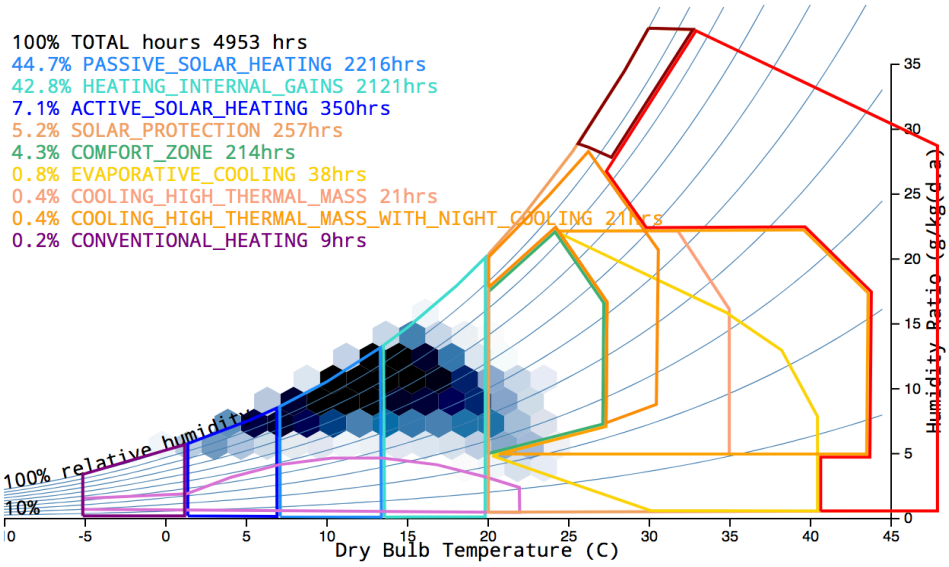
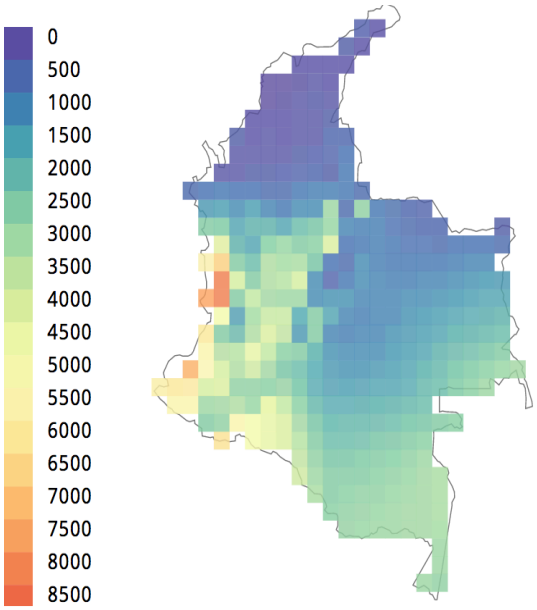


Tableau de données climatiques quadrillé de 2000 à 2009 :
Précipitations moyennes mensuelles - Moyenne pour janvier



Source: C*lima-Colombia,* Velasco, Rodrigo, Hudson. Ronald URL= http://-climacolombia.org 2018.

4) Distanciation analytique réflexive

Nous proposons maintenant une distanciation analytique avec trois objectifs. Le premier c'est de présenter un résumé des aspects fondamentaux traités dans cette partie, en reprenant les prémisses pour développer une recherche contextualisée. Le deuxième c'est de proposer une réflexion sur la reliance ou la résilience, en articulant le contexte territorial avec l'habitat. Enfin, nous finissons cette partie avec un regard sur le contexte actuel de la recherche française sur la transition énergétique et les possibles niches d'adaptation au contexte colombien.

Les expériences de recherche scientifique en énergie solaire réalisées en France, et ses retombées en Colombie, ont été caractérisées de façon progressive et intelligible, comme le recommande Marc Bloch pour légitimer une approche de nature historique-scientifique. Nous mettons en valeur les références d'un passé récent pour rendre explicites les mutations d'une source d'énergie renouvelable, en les racontant de façon directe à partir d'expériences qui nous sont proches et partageant aussi les expériences de ceux que nous avons rencontré.

Les connaissances françaises sur le potentiel solaire se sont précisées à partir des recherches scientifiques réalisées dans des centres de recherches et des laboratoires spécialisés des universités. Et il est certain que le savoir acquis dans les domaines du solaire passif, sont décisifs pour l'avenir de l'application des principes de la thermodynamique dans la construction. Le Colloque française *Architecture climatique* constitue un exemple de cette application aux nouvelles architectures et urbanismes. Les recherches des scientifiques, des ingénieurs et des techniciens appartiennent à la boucle science/technique/société/politique conçue par Morin dans son livre *La Méthode 6 : Éthique* :

> *La relation science/technique est devenue si indissociable que l'expression « techno-science » s'est imposée. […]. La science a produit une puissance formidable en s'associant de plus en plus étroitement avec la technique, dont les développements ininterrompus propulsent de façon ininterrompue l'économie* [209].

Les recherches scientifiques menées par les ingénieurs et présentées au Colloque soulevaient déjà des questionnements sur l'implémentation des résultats vers le nouvel urbanisme et vers l'architecture solaire.

La recherche en hélio-technologie permet de caractériser la relation entre les sciences dures, leur usages réels et leur application. Elle pointe ainsi vers le service que la recherche dans les laboratoires spécialisés peut rendre à la société quand les besoins des populations sont identifiés *a priori*, dans ce cas en Colombie. En clair, l'université française joue un rôle essentiel dans la formation de diasporas scientifiques en différents domaines qui permettent une

[209] Morin, Edgar. *La Méthode 6 : Éthique*, "Science, éthique, société", 84–85.

appropriation sociale des connaissances et une adaptation à chaque condition particulière dans les différents territoires de la planète.

a) L'énergie solaire : point de départ et d´ancrage

Nous avons tâché d'expliquer amplement ces recherches pour permettre au lecteur d'avoir une vision intégrale de l'utilisation de l'énergie solaire. Nous avons exposé les œuvres qui ont marqué le développement de cette source énergétique, et qui sont et continueront d'être les références classiques pour l'application de cette source d'énergie. Ces références de base permettront aux chercheurs d'aller au-delà des connaissances existantes vers des nouveaux savoir-faire pour l'application de l'énergie solaire. Il y aura ainsi autant de réponses aux défis de la soutenabilité, que des écosystèmes avec leurs caractéristiques physiques climatiques et socioéconomiques.

Pour illustrer cette dernière idée, considérons un des principes de l'utilisation passive de l'énergie solaire largement répandu dans le monde : le mur Trombe. Le principe sera toujours le même, mais l'application est diverse, soit par l'utilisation de matériaux vernaculaires ou plus modernes, qui donneront des performances différentes, soit par le choix des matériaux pour l'approvisionnent d'une surface d'absorbeur plus ou moins sélective, soit par le choix du vitrage simple au double vitrage avec une lame d'air qui aurait des variations directement relationnelles avec l'épaisseur. Les choix finals obéiront aux résultats des calculs numériques d'une recherche menée dans les laboratoires spécialisés ou aux résultats d'expérimentations *in-situ*.

En considérant chacune des variables antérieures, on voit bien que dans l'application de l'énergie solaire, les performances diffèreront en fonction de la géomorphologie, la localisation géographique, ou les aspects physico-climatiques du lieu d'intervention. Chaque pays, chaque région, chaque milieu est différent, de même que les climats, et les microclimats. Le contexte différera aussi, si le territoire de travail est situé dans un pays plus ou moins développé, plus ou moins industrialisé, plus ou moins émergent, mais pour tous il est possible de faire appel à cette énergie inépuisable. C'est précisément ceci qu'on a voulu illustrer à travers les exemples d'application dans un pays d'Amérique latine.

b) Applications dans un contexte complexe

Semer une graine dans un sol fertile, comme les espaces de recherche universitaire, nous permet d'apprécier les possibilités qu'il y a dans l'articulation entre les connaissances et les besoins d'un pays, en particulier dans le domaine

d'une énergie alternative et pour son intégration à l'espace bâti. Nous pouvons concevoir ces espaces comme une mesure des possibilités et de l'appropriation des connaissances vers la société. C'est ainsi que les espaces de recherche deviennent le substrat pour le développement d'innombrables apports, capables de répondre aux besoins de la société. Ici nous nous alignons à la boucle dont parle Morin de *Progress cognitif – progrès moral*[210], bien que dans ce cas nous pourrions parler plutôt de *Progrès cognitif – progrès social*.

La connaissance apprise peut donc dériver en multiples applications. Rappelons l'idée soulignée par Bloch selon laquelle : « La connaissance du passé est une chose en progrès, qui sans cesse se transforme et se perfectionne »[211]. De même, nous voyons que les transpositions colombiennes des compétences acquises dans les scénarios européens, en particulier français, peuvent avoir des multiples appropriations, se transformer et se perfectionner. Comme exemple de cela, nous avons présenté trois applications, à savoir le projet de Spécialisation sur l'architecture bioclimatique, le Séminaire permanent d'énergie solaire et la Ligne de recherche en énergie solaire.

D'autre part, nous avons voulu insister sur la crise énergétique de 1973, dans la mesure où elle a été le détonateur pour la recherche dans les pays développés, en particulier celle orientée vers les nouvelles sources d'énergie, moins dépendantes du pétrole. De ce processus, et des savoirs qui en résultent, les pays en voie de développement se sont enrichis. Dans le cas de la Colombie, les savoirs ont retombé dans un contexte complexe, et il a fallu le considérer dans sa complexité intégrale, car l'enseignement supérieur ne peut pas rester étranger à la réalité du pays (une réalité que, comme nous l'avons vu, est marquée par des problèmes d'ordre social qui continuent de bouleverser le pays). C'est ainsi que, même si les propositions académiques d'ordre intellectuel sont tout à fait importantes pour le pays, il faut avant tout reconnaître les situations d'urgence. Par conséquent, le panorama du pays est complexe de plusieurs manières, ce qui pourrait par ailleurs expliquer, au moins en partie, la décennie de décalage qu'il existe entre la naissance des nouvelles vagues du développement environnemental et l'appropriation et mise en valeur de ces connaissances dans l'enseignement supérieur. Reste la question de savoir si ces nouveaux projets, qui ont voulu s'approprier de manière précoce des savoirs acquis, ont été trop en avance, ou si peut-être l'intérêt de l'enseignement en architecture et urbanisme été simplement orienté vers d'autres devenirs à cette époque. Malgré tout, même si la réponse est tardive, il reste vrai, encore et toujours, qu'en Colombie c'est la recherche qui dirige l'évolution de l'enseignement supérieur, comme nous l'avons bien affirmé dans une des hypothèses de cette thèse.

---

[210] Morin, *La Méthode 6 : Éthique*, 193–197.

[211] Bloch, *Apologie pour l'histoire ou Métier d'historien*, « L'observation historique », 73.

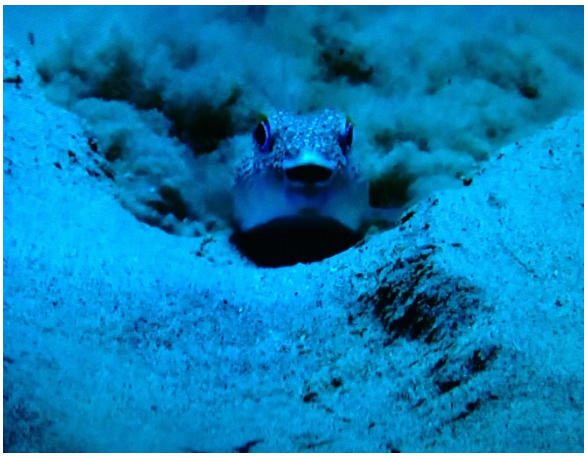
c) Reliance ou résilience ?

Ici nous souhaitons proposer une analogie sur la sagesse de la nature, qui permet d'établir une *reliance* entre l'expérience étasunienne, présenté dans le primer chapitre, et l'expérience française, objet du présent chapitre. L'expérience étasunienne est de caractère territorial en termes d'aménagement soutenable du territoire ; en revanche, l'expérience française était orientée vers l'habitat durable, notamment vers l'utilisation d'une source d'énergie renouvelable et son articulation avec l'enseignement supérieur en Colombie. Nous considérons que ces deux expériences permettent de mettre en évidence la créativité propre de l'architecte qui peut envisager des transpositions des connaissances acquises vers le milieu académique des universités colombiennes. Il ne reste qu'à présenter une réflexion autour de la sagesse de la nature, autant dans le territoire que dans l'habitat, pour envisager une pratique plus soutenable. C'est en effet la nature qui nous fournit une leçon de soutenabilité et de durabilité, de transdisciplinarité et de sagesse, vu sa capacité de *reliance* et de résilience.

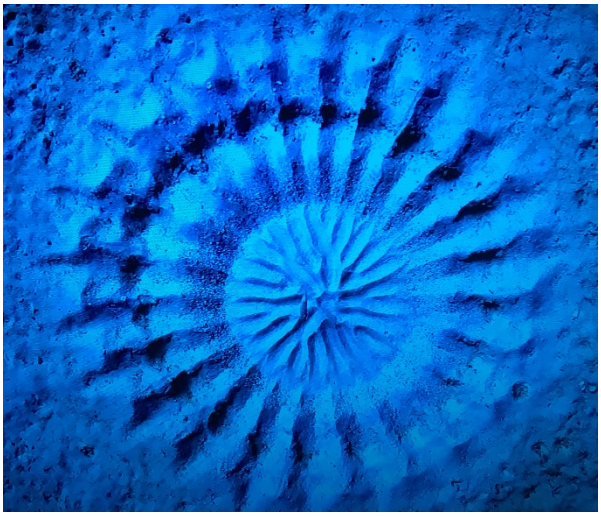
Nous sommes persuadés que la nature fait son apport philosophique à l'habitat intégral et à la gestion environnementale du territoire, à travers des espèces comme les *tetraodontidae*[212], et en particulier le *Torquigener albomaculosus,* qui, par ses interactions avec son domaine, nous donne un extraordinaire exemple de construction. Son habitat, l'utilisation de son territoire, la connaissance de son milieu, l'art dans l'utilisation de son espace, créent un milieu de vie unique. L'utilisation de son territoire est exemplaire : la non-distorsion du milieu est incontestable, et pourtant ils construisent des plans de perfection mathématique. Nous pourrions la caractériser comme de l'architecture éphémère, mais pérenne à perpétuité, pour un éternel recommencement sans dégradation du milieu. C'est l'achèvement d'une architecture soutenable pour une courte durée, mais une utilisation durable du territoire. Il donne aussi l'exemple d'une certaine transdisciplinarité où se combinent l'art de la nature, l'architecture et l'ingénierie. Sans approfondir sur la source de son inspiration, sans doute le peu de rayonnement solaire qui reçoit son environnement constitue un guide pour réussir parfaitement sa tâche.

[212] À propos du *Tetraodontidae*, le journaliste Jean-Luc Goudet, le 27/09/2012, dans *Future-sciences,* affirme que « Le photographe japonais Yojo Ookata à découvert – et résolu – un étonnant mystère : un petit poisson-globe sur le sable au fond de l´eau de superbes labyrinthes symétriques ».

Figure II.4. Séquence de construction d'un nid du *Torquigener albomaculosus* où l'habitat et l'environnement constituent une unité intégrale.



Séquence No 1 - Préparation du territoire



Séquence No. 2 - Construction de son habitat

Séquence No. 3 – Territoire et habitat forment une « unité intégrale »

Source : photos prises d'une diffusion de Señal Colombia. Vidéo original de la *BBC One « Pufferfish « crop circles »*, Nov., 2015.

La Figure II.4 déploie la séquence de construction de l'habitat du *Torquigener albomaculosus* conçu pour un propos spécifique : la procréation. Dans ce nid, l'habitat et l'aménagement écologique constituent une seule et même entité inséparable. Le territoire du *Torquigener albomaculosus* permet de restituer à perpétuité l'espace bâti.

Nous nous tournons alors vers les architectes, constructeurs de l'habitat, et surtout vers les spécialistes de l'aménagement du territoire, pour les encourager à voir de près, et s'inspirer des exemples que la nature nous offre pour concevoir la durabilité des espaces habitables et des territoires. S'il existe une caractéristique incontestable des êtres vivants, y compris *l'homo sapiens*, c'est le fait que chaque être est unique dans l'univers, et que chaque espèce peut apporter des enseignements, dans ces cas environnementaux, pour le bien-être de tous.

À continuation, pour élargir notre distanciation analytique nous faisons référence succinctement aux résultats de la transition énergétique dans les contextes territoriaux, en particulier sur l'utilisation massive des énergies renouvelables. En effet, l'utilisation massive d'énergies comme la solaire et l'éolienne ont développé des nouveaux paysages qui sont à la portée des débats actuels.

d) Transition énergétique : niches de recherche endogènes

Dans cette partie nous avons donné un aperçu général de l'énergie solaire dans la recherche scientifique. Mais il reste à proposer des réflexions actualisées et plus élargies qui touchent autant le milieu architectural que les aspects territoriaux, surtout aujourd'hui où les deux s'alignent vers la transition énergétique. Pour cela, nous nous appuyons sur les grands débats autour de la transition énergétique, publiés dans le numéro de *La revue urbanisme* (publication Hors-série) sur les nouveaux paysages de la transition énergétique. Cette publication regroupe les résultats de trois ans de travaux de recherche et d'expérimentation au sein de la chaire Paysage et Energie, conformé par le ministère de la Transition écologique solidaire, le Réseau de transport d'électricité et l'École nationale supérieure de paysage Versailles-Marseille. Cette publication montre « comment en France, dans l'ancienne bassin minier du Nord-Pas-de-Calais, dans le pays thouarsais, au Luxembourg, aux Pays-Bas, les démarches paysagères se conjuguent avec différents composants de la transition énergétique »[213]. Ici, Paul Delduc, directeur général de l'aménagement, du logement et de la nature au ministère de la Transition écologique et solidaire, en se référant à la chaire d'entreprise Paysage et Energie[214] insiste sur l'importance d'une collaboration étroite entre l'entreprise, l'académie et l'État,

[213] Présentation au dos de *La revue Urbanisme*, No. 64 Hors-Série, juin 2018.

[214] La chaire d'entreprise Paysage et Energie, installé en avril 2015, avait comme propos de s'emparer de la transition énergétique dans les territoires. Avant-propos de Paul Delduc au numéro 64 de *La revue Urbanisme*.

indispensable pour « construire des stratégies locales et expérimenter des modes de gouvernance qui renforcent la cohérence territorial »[215].

Une des questions soulevées par la transition énergétique est celle des nouveaux paysages crées par l'utilisation de sources alternatives d'énergie, en particulier la solaire. Dans la réunion de dialogue ouvert entre les responsables de la chaire, Vincent Piveteau, directeur d'ENSP Versailles-Marseille, s'intéresse « à se recréer une culture de l'énergie, au-delà des solutions techniques », étant donné que l'acceptation des nouveaux paysages qui génèrent la transition énergétique est loin d'être atteinte. Pour lui les diplômés formés au sein de son programme de post-master en « Paysage et transition » seront capables d'apporter des nouvelles idées sur les domaines énergétiques liés au paysage.

Dans cette même perspective, nous souhaitons nous concentrer sur les nommés « nouveaux paysages » que produisent les grandes centrales solaires. À cet égard, plusieurs projets ont été lancés, comme « inventer les paysages après le pétrole » ou « penser sur les transitions ». Ici, nous nous situons plus particulièrement dans les territoires frontaliers puisque les aspects soutenables dépassent toujours les limites des frontières politico-administratives. Pour cela, nous abordons l'article « Dans le Jura suisse et au Luxembourg », où les architectes urbanistes Mathilde Kempf et Armelle Lagadec font référence au projet de « la plus grande centrale photovoltaïque d'Europe à des fins de recherche », réalisé par la Société Mont-Soleil en 1992[216]. De cette expérience, on peut mettre en valeur trois aspects. Premièrement, le projet dès son départ avait prévu 20 ans fonctionnement, après lesquelles le terrain redeviendrait agricole. Deuxièmement, il prenait comme base la qualité écologique et le respect au lieu d'implantation ; par exemple, on a prévu des « couloirs aériens, respect d'une distance minimale de cinq cents mètres des habitations, des couloirs de migrations et de l'avifaune et la disponibilité foncier ». Et enfin, un dernier élément important issu de cette expérience est « le fort engagement de la communauté qui ont profité de la centrale pour développer des activités économiques profitables ». Toutes ces obligations envers la communauté et le paysage ont servi de base pour analyser des nouveaux projets de caractéristiques similaires.

Ces réflexions d'actualité permettent d'établir des dialogues académiques permanents entre les connaissances déjà acquises et les nouvelles tendances. Nous considérons avoir laissé les éléments nécessaires pour comprendre l'utilisation de l'énergie solaire et pour regarder de près les nouvelles expériences, comme celles autour de la transition énergétique et ses retombées écologiques, sociales et académiques. L'ensemble de disciplines qui participent dans la caractérisation d'un projet de transition énergétique est multiple, et

---

[215] Trois instances collaborent étroitement dans la chaire Paysage et Energie : le Réseau de transport et d'électricité (RTE), l'École nationale supérieure de paysage de Versailles-Marseille et le ministère de la Transition écologique et solidaire (« Avant-propos », *La revue Urbanisme*, No. 64, Hors-série, juin 2018).

[216] Mathilde Kempf et Amelie Lagadec, "Dans le Jura suisse et au Luxembourg", *La revue Urbanisme*, No. 64, juin 2018, pp. 45-47.

rassemble des ingénieurs, des avocats, des sociologues, des architectes, des urbanistes, des géologues, des démographes, entre autres. Ceci sert de préambule pour notre prochain chapitre sur *l'écosystème de la recherche universitaire*, où la caractérisation de cet écosystème est différentiée et nous met face au potentiel qu'il représente pour construire des chaînes des connaissances en différents domaines qui touchent la soutenabilité.

III. Analyse diachronique de recherches en développement durable

L'analyse diachronique de recherches en développement durable, menées entre 1998 et 2010, sort du contexte disciplinaire de l'architecture et de l'aménagent de territoire pour aller vers un contexte intégral où différentes disciplines gravitent autour d'un nœud que nous pouvons appeler *l'écosystème universitaire*[217]*.* Pour le comprendre, nous allons l'articuler à la notion d'écosystème de Morin, qui va au-delà de la notion d'écosystème dont parlent les écologues. Morin parle du besoin de concevoir une théorie de systèmes articulée à une théorie d'auto-organisation :

> *Disons schématiquement que l'ensemble des êtres vivantes dans une « niche » constitue un système qui s'organise de lui-même. Il y a une combinaison des relations entre espèces différentes : rapports d'association (symbioses, parasitismes) et de complémentarité (entre mangeur et le mangé, le prédateur et la proie), hiérarchies qui se constituent, et régulations qui s'établissent*[218].

Dans notre contexte, la niche n'est autre que le milieu universitaire ; et à partir des analyses que nous allons présenter, nous trouverons les rapports d'association entre disciplines ou unités académiques qui vont s'aligner plutôt vers une symbiose que vers un parasitisme. En outre, nous allons voir de la complémentarité, mais une complémentarité qui cherche l'empathie. La hiérarchie se fera évidente dans la hiérarchie qui existe, sous forme pyramidale, autant administrative que disciplinaire, dans les établissements d'enseignement supérieur. Nous allons parcourir trois chemins dans différentes universités, où chacune formera un écosystème universitaire particulier, mais qui vont toutes se caractériser par l'effort de relier des savoirs interconnectés. Finalement, le destin ultime de ces établissements est le même : former des professionnels hautement qualifiés, prêts à accomplir leur devoir dans le monde du travail.

La pluridisciplinarité peut être considérée ici comme une approche nécessaire pour cette analyse. Dans cette partie, nous examinerons les résultats des études qu'ont abordé la direction, l'organisation, la coordination et le contrôle des activités de recherche pour les programmes de Licence et Master 1, dans différents établissements d'enseignement supérieur en Colombie. À travers l'exposé de ces parcours nous verrons comment comprendre la situation de la recherche dans les établissements d'enseignement supérieur du pays, en particulier en termes de son administration à une époque caractérisée par un manque de direction précise de cette activité. Nous allons présenter une observation que nous considérons historique par « mes notes et à mon acquis »,

---

[217] « L'écosystème universitaire » est un terme que nous allons utiliser dans cette partie de notre thèse, à cause de sa connotation particulière et parce qu'il nous permet d'articuler les pensées environnementales d'Edgar Morin et de Félix Guattari.

[218] Edgar Morin, *Ecologiser l'homme*, « L'an I de l'ère écologique », 24.

comme dit Bloch[219], car il s'agit en effet d'une exposition de nos acquis, confrontés avec les parcours d'autres universités d'Amérique latine.

Un antécédent essentiel dans cette perspective est la promulgation de la Loi 30 de 1992, proposée par le ministère de l'Éducation Nationale de Colombie, et qui a obligé aux universités à faire de la recherche pour être reconnues comme telles[220]. Nous présentons une analyse et une réflexion autour de l'évolution universitaire, et particulièrement de la recherche en développement durable, entre la fin du XXème siècle et le début du troisième millénaire. Nous allons constater comment l'intérêt pour le développement durable est récurrent et constitue la colonne vertébrale de la recherche dans les contextes pluridisciplinaires. De cette manière, nous contribuons à l'étude des mutations en soutenabilité dans l'enseignement supérieur du pays, comme moyen pour éclairer l'évolution de l'appropriation sociale des enjeux du XXème siècle, comme l'établit une de nos hypothèses de départ.

En nous appuyant sur trois expériences de gestion de la recherche dans des établissements d'enseignement supérieur, nous allons mettre en évidence l'importance de compter sur un *outil de gestion* pour diriger les corps académiques interdisciplinaires. Cet outil est un instrument d'aménagement stratégique que nous avons conçu pour l'appliquer à des écosystèmes universitaires et pour orienter la recherche vers une direction claire, très ancrée vers la soutenabilité. Ainsi, la production de rigueur scientifique au sein des universités ne se disperse pas dans des directions divergentes, mais elle est dirigée vers un chemin précis, avec un concours inter et transdisciplinaire. C'est justement ce caractère inter et transdisciplinaire qui permet d'avoir un impact significatif dans la société et répondre aux besoins d'ordre supranational. En effet, comme le remarque bien Morin en parlant des savoirs disjoints et morcelés : « Il y a la culture disciplinaire qui fragmente la connaissance et la formation spécialisé qui rend le scientifique ignorant puis indifférent à la problématique épistémologique »[221]. C'est pourquoi nous considérons que des telles réalités méritent des scénarios en essence poly, multi et inter disciplinaires capables d'accomplir la tâche de relier les savoirs vers la solution des problèmes.

Le travail que nous allons entreprendre va au-delà du contexte de l'architecture pour s'introduire dans un contexte interdisciplinaire. Ce dernier adjectif peut être utilisé aisément pour qualifier les universités en Colombie, qui se caractérisent pour avoir des facultés et des programmes dans un grand nombre de disciplines. La Figure No. III.1 présente le schéma administratif d'une université colombienne, de façon hiérarchique et interdisciplinaire. Par la suite, nous montrerons cette complexité de scénarios et le caractère interdisciplinaire des universités à partir de quelques exemples.

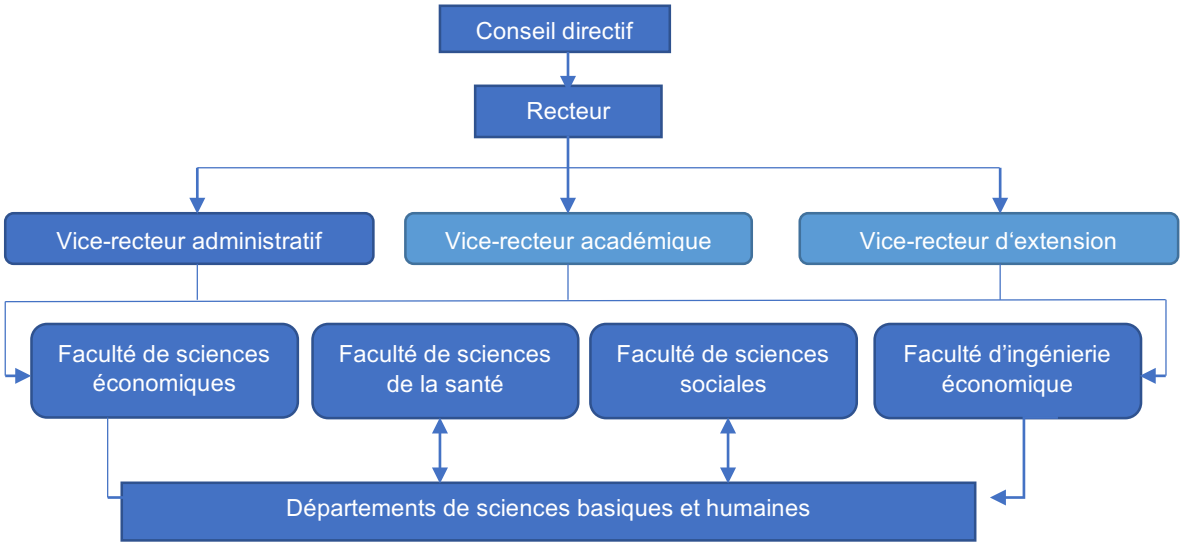
---

[219] Bloch, *Apologie pour l'histoire ou Métier d´historien*, 47.

[220] La *Loi 30 du 28 décembre de 1992*, dans son chapitre IV, article 19, signale le besoin d'accréditer l'activité de la « Recherche scientifique et technologique » ; plus loin, dans son article 20, la loi établit que le Ministère de l´Éducation Nationale pourra reconnaître comme université les établissements qui démontrent une expérience en recherche scientifique de haut niveau. =https://www.cna.gov.co/1741/articles-186370_ley_3092.pdf

[221] Morin, *La méthode 6 : Étique,* « Étique, science et société », 89.

Figure III.1. Schéma administratif générique d'une université en Colombie



Source : l'auteur 21/01/2020

Le fait d'avoir eu des expériences de recherche aux États-Unis et en France, dans des centres spécialisés ou au sein d'universités de haut niveau, nous a fourni les outils nécessaires pour comprendre, organiser, qualifier et rendre légitime un travail de gestion de la recherche. Ici, il s'agit donc d'appliquer cette expérience et ces connaissances pour créer un outil permettant d'orienter le chemin de la recherche de façon articulée aux orientations des Nations Unies sur les problèmes environnementaux et à la position de la Colombie vis-à-vis des tendances des organismes internationaux, en général.

Les exemples que nous présentons ici portent sur la gestion de la recherche pour l'ensemble des corps académiques universitaires, avec l'objectif de donner un parcours clair à la recherche interdisciplinaire. Nous nous appuyons sur Bloch, puisque, même si nous ne sommes pas des historiens ni prétendons l'être, nous voulons tout de même convertir « le vécu présent en réflexion historique »[222]. L'intérêt pour nous ici est l'enseignement supérieur colombien, et plus particulièrement l'aperçu global de toutes les entités qui participent dans l'écosystème universitaire. Pour légitimer cette approche historique, il suffit de souligner que « le passé est par définition, un donné que rien ne modifiera plus. Mais la connaissance du passé est une chose en progrès, qui sans cesse se transforme et se perfectionne »[223]. Nous sommes persuadés que, comme protagonistes de ce passé, nous avons une connaissance ample et

[222] Bloch, *Apologie pour l'histoire ou Métier d´historien*, 9.
[223] Bloch, *Apologie pour l'histoire ou Métier d´historien*, « L'observation historique », 79.

suffisante, et que, comme témoins de ce parcours, au moment présent nous pouvons faire un exposé d'un processus en progrès.

Nous allons introduire « un procédé d'investigation jusque-là inconnu »[224], car il s'agit d'une expérience qui s'est créé au fur et à mesure de son déroulement —comme dit Antonio Machado, cité par Morin [225]: « Caminante, no hay camino, se hace camino al andar » (« marcheur il n'y a pas de chemin, le chemin se fait en marchant »). En effet, ces *outils de gestion* ont été conçus pour répondre aux exigences ministérielles du moment. L'exploration de ce passé d'un regard éloigné nous permet aujourd'hui de réfléchir sur la démarche entreprise. La première étude que nous allons présenter appartient à une université, reconnue aujourd'hui par le ministère de l'Éducation Nationale (MEN) comme un établissement de haute qualité, selon les standards nationaux appliqués par le Conseil National d'Accréditation[226]. Nous allons analyser une *histoire interdisciplinaire* où les rapports entre les unités académiques sont de caractère symbiotique.

1) L'émergence d'un contexte universitaire intégral

Les années 1990 ont marqué dans les universités en Colombie le départ de la recherche scientifique et technologique, sous l'influence de la Loi 30 de 1992 sur l'enseignement supérieur. Parmi les objectifs de cette Loi était celui de transformer les universités en un moteur de développement scientifique, culturel, économique, politique et étique au niveau national et régional. Ainsi, les universités et les établissements d'enseignement supérieur ont cherché des ressources humaines capables d'accomplir la tâche d'implémenter la recherche comme une fonction substantielle de même niveau que la fonction d'enseignement. Pour cela, les candidats les plus demandés pour accomplir cette tâche n'étaient autre que ceux qui avaient été formés ailleurs, et qui venaient avec des concepts innovants. C'est pour cette raison que l'influence européenne et étasunienne a été un facteur déterminant pour ce pays en voie de développement. Illustrons cette idée à partir d'un exemple.

Dans le projet que nous allons présenter, nous avons accepté le défi d'initier et d'organiser le développement de la recherche universitaire dans un

[224] Bloch, *Apologie pour l'histoire ou Métier d´historien*, 46.
[225] Morin, *La Méthode 6 : Éthique*, 247.
[226] Le ministère de l'Education Nationale (MEN) en Colombie, à travers son Conseil National d'Accréditation (CNA), applique dix facteurs (la mission et le projet éducatif institutionnel, et les facteur étudiants, enseignants, processus académiques, visibilité nationale et internationale, recherche et création artistique, organisation administrative et gestion, diplômes et ressources physiques et financiers) à la lumière de 40 caractéristiques et plus de 100 indicateurs, avec le soutien de pairs académiques qui évaluent les universités. Seulement les universités qui démontrent avoir un très haut niveau de qualité sont accréditées par le MEN.

établissement. Il s'agit du projet « Plan stratégique intégral de la recherche PEII » (Planeación Estratégica Integral de Investigación)[227]. Ce plan avait une forte orientation vers la soutenabilité, était bien ancré dans la vague écologique qu'avait surgi trois décennies auparavant et prenait comme référence le rapport Brundtland de la Commission Mondiale sur environnement de 1987[228]. À partir de cet exemple, nous essaierons de voir si l'orientation explicite vers la soutenabilité donnée par le *PEII* a permis d'établir une tendance environnementale claire pour le démarrage et le processus de la recherche.

Cette fois-ci, en tant qu'architectes, nous avons été confrontés à la tâche de structurer la recherche dans une université colombienne située à Bogota. Pour présenter cette expérience nous allons graviter autour de la complexité de l'enseignement supérieur. Le concept d'*écosystème universitaire* est à la genèse de la conception de l'outil de gestion. Il est clair que dans un tel écosystème il existe un grand nombre d'acteurs, de processus et de disciplines. Dans ce scénario il s'agissait de donner une direction claire à l'activité de la recherche et d'anticiper le développement de ce processus.

Aujourd'hui, vingt ans après, nous pouvons penser aux *paradigmes de simplification* de Morin, qui se résument dans un « principe réduisant la connaissance des ensembles ou systèmes à la connaissance des parties simples ou unités élémentaires qui les constituent »[229]. Les parties qui composent les systèmes académiques sont le corps directif et administratif, les corps académiques, conformés par les directeurs et les enseignants, les agents logistiques, les éléments infrastructurels, et enfin les acteurs les plus importants : les étudiants. Nous allons voir comment *l'outil de gestion* a été défini à partir de ces composants pour envisager l'avenir de la recherche dans l'établissement. Nous allons donc à la découverte de cet o*util* pour comprendre le cheminement méthodologique utilisé pour sa création.

Le contexte historique a sans doute influencé la conception de cet outil. En effet, la fin du siècle marchait dans les schémas de la globalisation, dont autant les succès comme les réussites ont marqué notre destinée. Dans l'introduction du document de présentation de cet *outil*, on trouve une analyse des changements vertigineux de toutes les ordres qu'ont marqué la société de cette époque, et qui continuent d'avoir une influence sur nous aujourd'hui, comme les progrès de la biotechnologie, les cultures hydroponiques en ambiancés contrôlée, les ordinateurs interactifs, la naissance d'un nouvel ordre

---

[227] Mariño, « Planeación Estratégica Integral de la Investigación *PEII* »*, Colección investigación y docencia universitaria lasallista: directrices para la investigación* (Bogotá: Centro de Publicaciones Unisalle, 1997).

[228] Dans le rapport Brundtland le développement durable est défini comme : « un mode de développement qui répond aux besoins des générations présentes, sans compromettre la capacité des générations futures de répondre à leurs besoins ». Ce rapport est la base des discussions de la Conférence des Nations Unies sur le développement durable, tenue à Rio en 1992. https://www.geo.fr/environnement/le-rapport-brundtland-pour-le-developpement-durable-170566

[229] Edgar Morin, *Science avec conscience*, « Pour la pensée complexe », 305.

géopolitique comme conséquence de la désagrégation de l'Union soviétique, l'émergence des techniques non invasives de diagnostic ou l'avènement de l'imagerie par résonance magnétique, entre beaucoup d'autres. Mais, malgré toutes ces inventions, il s'agissait aussi d'une société en conflit, avec une perte manifeste de valeurs éthiques et humaines, une société stressée et finalement pas très différente à la société actuelle[230].

En 1989, Guattari, dans son livre *Les trois écologies*, à propos des transformations scientifiques, se prononce ainsi :

> *La planète Terre connait une période d'intenses transformations technoscientifiques en contrepartie desquelles se trouvent engendrés des phénomènes de déséquilibres écologiques menaçant, à terme, s'il n'y est porté remède, l'implantation de la vie sur sa surface. Parallèlement à ces bouleversements, les modes de vie humains, individuels et collectifs, évoluent dans le sens d'une progressive détérioration*[231].

Rappelons que cet *outil de gestion* a été conçu 10 ans après cette déclaration de Guattari, mais son diagnostic sur les progrès technologiques était toujours en vigueur. Quant aux bouleversements des modes de la vie humaine et leur détérioration, nous pouvons revenir à la pensée de Morin qui, dans *Écologiser l'homme*, affirme : « Il s'agit de redécouvrir que la finalité de la vie est dans le bien-vivre et non dans le beaucoup avoir, dans la qualité, notamment des relations humaines et non dans la quantité »[232]. Yuval Noah Harari, dans son œuvre *Sapiens* fait écho à cette idée en disant :

> *Unfortunately, the Sapiens regime on earth has so far produce little that we can be proud of. We can master our surroundings, increase food production, build cities, establish empires and create far-flung trade networks. But did we decrease the amount of suffering in the world?*[233].

À ce stade on se poserait peut-être la question de savoir pourquoi dans cette thèse nous nous référons à ces défis d'ordre planétaire. Il sera évident par la suite de cet exposé pourquoi l'*écosystème universitaire* de caractère pluridisciplinaire demande cette perspective étendue.

Le premier échelon de la méthode proposée par le *PEII* est la conceptualisation et la contextualisation des principes axiologiques institutionnels de mission et vision pour la recherche. Ces aspects permettent de créer la base pour le démarrage de la recherche (plus loin nous verrons les documents qu'ont servi de base pour ces éléments). Dans le premier cas qui nous concerne, il s'agissait d'une université confessionnelle ; la formulation de la mission s'est donc appuyée sur la Première encyclique de Jean Paul II en 1990 : *Ex-Corde Ecclesiae* sur les Universités catholiques. En relation à la recherche scientifique, cette encyclique se prononce ainsi :

> *Dans le monde d'aujourd'hui caractérisé par une évolution si rapide dans les secteurs de la science et de la technologie, les tâches de l'Université catholique revêtent une importance et une urgence toujours plus grandes. De fait, si les découvertes scientifiques et technologiques comportent d'une part une énorme croissance économique et*

---

[230] Mariño, « Planeación Estratégica Integral de la Investigación PEII », 1.
[231] Félix Guattari, *Les trois* écologies (Paris : Édition Galilée), 1989, 11.
[232] Morin, *Écologiser l'homme*, 76.
[233] Yuval Noah Harari, *Sapiens: a brief history of humankind*, (New York: Harper Collings Publishers, 2016), 415.

> *industrielle, elles imposent inévitablement d'autre part une recherche nécessaire, relative à leur signification, afin de garantir que ces nouvelles découvertes soient utilisées pour le bien authentique des individus et de la société humaine dans son ensemble* [234].

Ainsi, le Pape exhorte les universités confessionnelles à participer des grands défis de la société actuelle. Cet appel a sans doute un énorme impact pour un pays catholique et pratiquant : en Colombie, les universités de caractère religieux constituent le 65% du nombre total d'établissements d'enseignement supérieur[235] et appartiennent aux communautés jésuite, dominicaine, ignacienne, bonaventurienne, entre autres. Pour définir la mission, nous avons analysé les documents endogènes d'ordre institutionnel, tels que le Plan de Développement et le Projet Éducatif Institutionnel[236]. Ainsi, l'étude de ces documents, articulés aux tendances mondiales à cette époque a permis de définir « la mission de la recherche comme une activité substantielle au bénéfice de l'institution et qui fait un apport pour le pays »[237].

Pour la définition de la vision, nous avons analysé les informations du contexte sociopolitique national, en relation à la science et la technologie, ainsi que les tendances mondiales en développement. En Colombie les institutions d'ordre national établissent les orientations pour les universités, c'est pourquoi les ordonnances des ministères ont également été prises en compte pour la définition de la vision. Cette dernière prévoyait « d'atteindre l'équité intergénérationnelle à travers le développement durable et l'excellence académique pour le XXIème siècle »[238].

En rétrospective, nous pouvons constater qu'à l'époque la situation d'ordre public en Colombie méritait un regard plus détaillé et attentif pendant le processus. Après tout, entre 1996 et 2005, le pays a été marqué par « [des] années de tragédie humanitaire, l'expansion des guérillas et paramilitaires, l'état à la dérive et la lutte à sang et à feu pour le territoire »[239]. Sur ce sujet, nous trouverons dans le développement de ce chapitre, et des ceux qui suivront, des chiffres qui parleront par eux-mêmes. C'est clair que les situations d'ordre public doivent faire partie des réflexions nécessaires pour établir les axes de recherche institutionnels, comme nous le verrons par la suite.

Les phrases suivantes résument clairement le besoin de concevoir la recherche comme une fonction substantielle de même niveau que l'enseignement :

> *Le processus évolutif de l'université n'a pas pu incorporer la fonction substantielle de la recherche comme un devoir permanent et principal. En conséquence, les possibilités*

---

[234] Saint Jean Paul II, *Constitution apostolique « Ex-Corde Ecclesia »,* (Vatican, 1990), URL= http://www.vatican.va/content/john-paul-ii/fr/apost_constitutions/documents/hf_jp-ii_apc_15081990_ex-corde-ecclesiae.html

[235] Système d'information des établissements d'enseignement supérieur du ministère de l'éducation nationale. Le pourcentage ici présenté est de 2015.

[236] En Colombie tous les établissements d'enseignement supérieur ont un Projet éducatif institutionnel, un document qui permet à tous les programmes d'avoir un point de départ pour préparer leurs Projets éducatifs.

[237] Mariño, « Planeación Estratégica Integral de la Investigación PEII », 8.

[238] Mariño, « Planeación Estratégica Integral de la Investigación PEII », 11.

[239] Centro Nacional de Memoria histórica, *¡Basta ya¡, Colombia memorias de guerra y dignidad* (Bogotá: Imprenta nacional, 2013), 156.

> *curriculaires existantes ne prévoyaient pas les conditions pour la formation d'une mentalité dirigée vers la recherche, ni vers l'actualisation technoscientifique, et encore moins pour la production de la même. La recherche ne pouvait pas rejoindre l'activité académique comme un élément intégral dû, entre autres, au fait que le coût pour la réaliser ne s'est pas incorporé comme un coût fixe dans les processus académiques* [240].

Plusieurs éléments se dégagent de cet énoncé. Tout d'abord, nous voyons que la recherche était loin d'être un parcours obligatoire dans l'établissement. Les aspects curriculaires ne considéraient donc pas la recherche comme un élément transversal ou principal de l'enseignement. En outre, le financement de la recherche, élément essentiel pour accomplir cette tâche, n'était pas prévu dans le budget institutionnel.

Une fois que les principes axiologiques de Mission et Vision ont été définis, et que nous avons remarqué le manque général d'activités de recherche, la prochaine étape était d'explorer l'État de l'art de la recherche dans l'université. À ce propos, l'étude arrive aux conclusions suivantes : pour la plupart des programmes, la recherche se matérialise avec les travaux de fin d'études des étudiants des programmes de licence et master. Pour les programmes d'ingénierie, la recherche se cristallise dans les projets de conseil ; pour la médicine vétérinaire, le travail de recherche a été intégré aux services fournis à la communauté ; pour les programmes des sciences économiques, administratives et comptables, elle s'articulait autour de la création d'un futur Centre d'études. Ainsi, nous constatons que le développement de la recherche n'était même pas dans une phase embryonnaire. En plus, les travaux de fin d'études des étudiants du licence et master n'avaient pas la rigueur suffisante pour être considérés comme un produit de recherche scientifique et les activités de conseil n'avaient pas le caractère de recherche. À cette époque, il n'existait qu'un seul projet de recherche scientifique d'intérêt épidémiologique autour des insectes, appartenant au Département de chimie et biologie. Enfin, chaque discipline marchait sur des schémas fermés, cloisonnés dans leurs propres parcours ; nous pourrions même qualifier ce scénario d'entropique. A cet égard, Morin a raison quand il parle de « la tâche aveugle de l'hyperspécialisation disciplinaire » qui se génère au sein de l'enseignement universitaire où :

> *[…] l'hyperspécialisation contribue puissamment à la perte de la vision ou conception d'ensemble car les esprits enfermés dans leur discipline ne peuvent appréhender les solidarités qui unissent les connaissances entre elles. Une pensée aveugle au global ne peut saisir ce qui unit les éléments séparés* [241].

Nous allons voir comment à travers l'expérience avec le *PEII*, un rapprochement entre les disciplines commence à se forger. C'est dans ce contexte hétérogène que nous avions assumé le défi de proposer une stratégie basée sur la gouvernance pour démarrer et opérationnaliser la recherche comme une fonction substantielle de l'établissement.

Nous avons continué le processus avec l'analyse des règlementations en sciences et technologie, en particulier les documents du Conseil national de

[240] Mariño, « Planeación Estratégica Integral de la Investigación *PEII* », 16.
[241] Morin, *La méthode 6 : Éthique,* « Étique, science, politique », 88.

politique économique et social[242] et le Décret qui a encouragé le financement des projets de recherche[243]. Pour le panorama mondial, les éléments fondamentaux ont été les tendances en sciences et technologie établies par l'Unesco et les résultats de la Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement de Rio 1992. Ces derniers ont été essentiels et ont servi de base pour la définition des piliers institutionnels de la recherche en but d'accomplir un objectif commun. En rétrospective, deux décennies plus tard, le niveau de complexité, d'incertitude et de difficulté, voire d'entropie, fait écho aux mots de Morin quand il rappelle que : «la complexité surgit comme difficulté, comme incertitude et non pas comme clarté et comme réponse ». En effet, comme nous allons le constater par la suite, le chemin rencontrait maintes difficultés à surmonter.

a) Axes du développement scientifique

Deux grands versants ont été définis comme axes de développement scientifique et ont constitué la colonne vertébrale pour le développement de la recherche de rigueur scientifique dans cette université. Le premier axe touche toute la communauté académique ; le deuxième, touche des cibles particulières en développement qui s'articulent étroitement avec les différentes disciplines de formation. Rappelons que la vision pointait vers une reconnaissance de l'université dans le contexte international et ces versants ouverts vers l'environnement ont permis de concentrer les efforts sur cet objectif précis. Déjà à cette époque, l'internet commençait à jouer un rôle essentiel et définitif, provocant un sentiment de perméabilité et dissolution des frontières, vers un élargissement de connaissances en tout ordre.

Dans cette perspective, le premier grand versant conçu pour orienter la recherche dans tous les programmes a été la cohérence avec les orientations du Sommet des Nations Unies de 1992. Par conséquent, les quatre piliers choisis touchent la protection de l'environnement et l'interaction entre l'homme et la nature :

1. Éradiquer la pauvreté
2. Assurer la production alimentaire
3. Améliorer la qualité de vie au quotidien
4. Gérer rationnellement les ressources naturelles

Ces axes ont été déployés en feuilles de route. Par exemple, pour assurer la production alimentaire, nous avons établi une feuille de route désagrégée en trois

[242] Le Conseil national de politique économique et social (CONPES) appartient au Département national de planification de Colombie.

[243] Il s'agit du Décret 1742 de 1994, qui prévoyait que les chercheurs puissent recevoir entre 24 et 120 salaires minimaux par mois pour faire de la recherche. Colciencias était l'instance qui gérait ce budget. Le budget prévu en Colombie pour faire de la recherche était d'environ 0,5% du PIB.

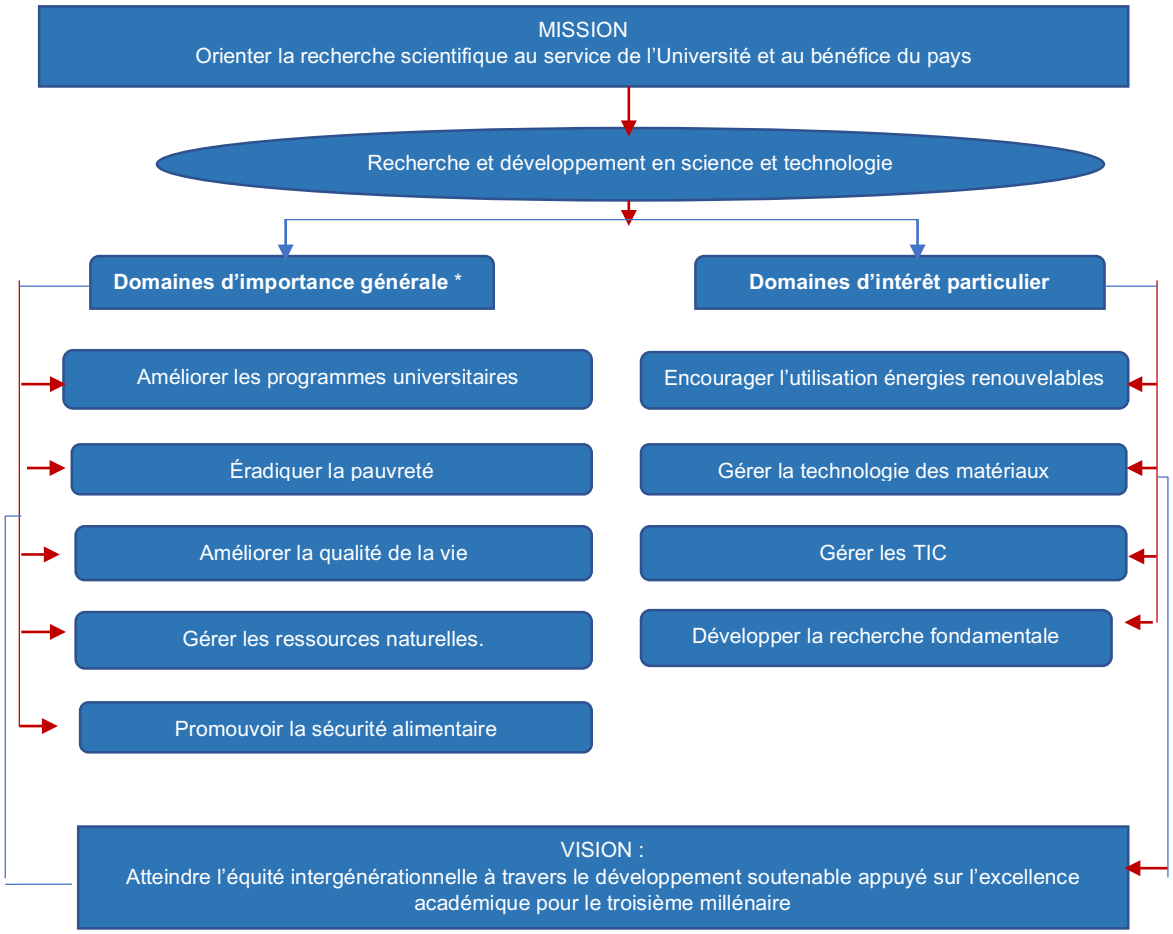
volets : l'amélioration durable de la production agricole et agro-industrielle, la production alimentaire cherchant la diversification et la valorisation des produits agricoles d'origine biologique.

Les piliers pour le deuxième versant, qui se concentre sur des aspects particuliers du développement, étaient :

1. Encourager l'utilisation d'énergies renouvelables
2. Adopter les technologies de l'information et de la communication
3. Adapter les technologies de matériaux et de production
4. Avancer vers la recherche fondamentale

Dans la Figure III.2 nous illustrons cette proposition de manière intégrale, et nous pouvons voir comment ces grands versants s'articulent à la mission et la vision de l'université. Cette approche a permis d'avoir une feuille de route de la recherche pour l'ensemble de l'université, et donc de mobiliser la totalité des corps académiques et administratifs de l'établissement vers le développement durable et l'excellence académique.

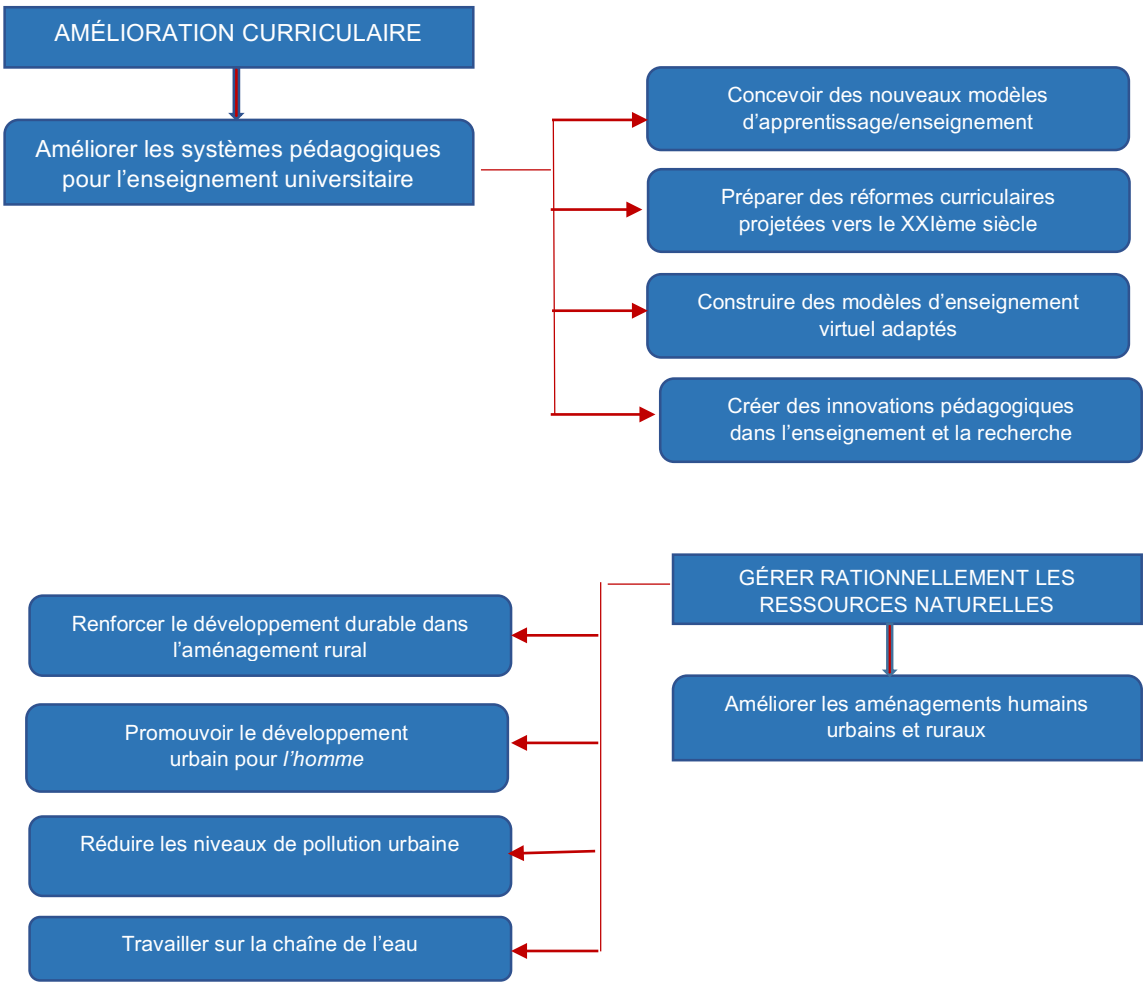
Figure III.2. Grands piliers pour le développement de la recherche



Source : Mariño, *PEII*, 1997, p. 19.

Comme exemple, la Figure III.3, montre la désagrégation de deux de ces piliers : l'amélioration curriculaire et la gestion rationnelle des ressources renouvelables. Le premier prend en compte le besoin d'améliorer les systèmes pédagogiques pour l'enseignement universitaire, et le deuxième, cherche de l'amélioration des moyens de production et des aménagements urbains et ruraux.

Figure III.3. Domaines d'importance générale.



Source : Mariño, *PEII*, 1997, p. 30.

En outre, la qualité de vie est un domaine important qui constitue un des éléments les plus sensibles pour le pays, comme le montre bien la réflexion suivante, déployée dans *l'outil de gestion :*

> *Malgré le fait que le sens du concept de Qualité de Vie diffère pour chaque culture ou échelon social, il n'en est pas moins qu'à la fin du siècle il est nécessaire de réévaluer l'orientation que la société de consommation nous impose. Est-ce que la personne qui possède des moyens économiques plus importants et un haut pouvoir d'achat a une meilleure qualité de vie ? Est-ce que le discours économiciste, axé sur le PIB, est capable de mettre l'accent sur une meilleure qualité de vie, quand véritablement le PIB n'est pas un indicateur de bien-être, santé ou satisfaction ?*[244]

Cette réflexion, à la base des préoccupations autour de l'orientation d'une recherche universitaire significative, fait écho à Ian McHarg qui, dans son chapitre *The Plight*, se manifeste de façon ouverte à l'encontre de cette logique purement quantitative et monétaire :

> *There is a widening certainty that the Gross National Product does not measure health or happiness, dignity, compassion, beauty or delight, and that these are, if not all inalienable rights, at least most worthy aspirations* [245].

La position macargienne est plus large, et implique, non pas de poursuivre des indicateurs monétaires, mais d'assurer les droits fondamentaux et le bien être des individus.

Ce domaine de la qualité de vie fut divisé en trois éléments : structurer des programmes de développement pour les aménagements urbains et ruraux marginaux, définir un nouveau paradigme de la qualité de vie pour le troisième millénaire et formuler des politiques de gestion pour atteindre la paix dans les zones de conflit. Ce dernier élément, pour ce pays d'Amérique du Sud où la violence a frappé la société, est particulièrement important[246].

Par ailleurs, comme l'université est un milieu pluridisciplinaire, le *PEII* a prévu un autre versant qui pourrait intéresser les unités académiques qui touchent le domaine technologique et les domaines d'intérêt particulier. Ce dernier regroupe des objectifs tels que l'utilisation des énergies renouvelables, la gestion des technologies de l'information et la communication, et la gestion de technologies de matériaux et de production.

Nous voyons bien que l'enseignement supérieur est un univers complexe. Et quand il s'agit d'établir une orientation générale pour la recherche, la complexité tourne autour de l'enracinement de tous ces différents domaines, où gravitent non seulement les connaissances dans toutes les disciplines, mais aussi et tout particulièrement les ressources humaines, qui constituent la matière grise à partir de laquelle la démarche fut conçue. Cette démarche cherchait se situait à l'avant-garde des problèmes environnementaux en concevant le développement durable comme une cible de la gestion de la recherche pour le corps d'enseignants. Par la suite, nous allons montrer les résultats obtenus par

---

[244] Mariño, « Planeación Estratégica Integral de la Investigación *PEII* », 21

[245] McHarg, *Design with nature*, "The Plight", 23.

[246] Le Centre National de la Mémoire Historique rappelle que la période entre 1999 et 2004, pendant l'administration du président Andrés Pastrana, a été marquée par une période de négociation prévue à San Vicente del Caguán, en janvier 1999, avec la guérilla des Farc (Forces armées révolutionnaires). Ces négociations ont finalement échoué à cause de l'absence du leader de la guérilla. Ce geste provocateur de la part des Farc s'accompagne des menaces et intimidations aux fonctionnaires publics dans les contextes nationaux, régionaux et locaux. (¡*Basta ya !* 166–170).

ce corps académique interdisciplinaire, à travers le développement de projets spécifiques, et sous le guide de cet outil de gestion. Parmi ces résultats nous verrons l'impact de cet outil dans le contexte des universités lassaliennes latino-américaines.

b) Feuilles de route

La dernière section de *l'outil de gestion* établit la feuille de route pour démarrer la recherche. Celle-ci n'est que la définition de plans d'action à court, moyen et long terme. Pour le court terme, nous avons prévu l'appropriation du *PEII* de la part de la direction des programmes, suivi de la formation des chercheurs pour la conformation d'une communauté scientifique. Le moyen terme s'est orienté vers la consolidation des processus, et dans le long terme nous avons envisagé le rapprochement avec la communauté scientifique au niveau international. Sans doute, le dialogue avec les directeurs de recherche des universités confessionnelles lassalliennes en Amérique latine a été l'occasion de mesurer la portée de cet *outil*. En plus, ceci a permis le démarrage d'activités collaboratives pour tous les établissements participants. Rappelons que l'action projective de l'outil de gestion prévoyait la reconnaissance de l'université dans le contexte international par son apport à la recherche et pour son excellence académique.

Nous allons présenter succinctement les stratégies prévues pour le déroulement des plans d'action indiqués ci-dessus. Dans cette perspective, nous visions la diffusion, l'acceptation et l'appropriation de ce plan stratégique par la vaste communauté des enseignants de l'université. Pour ce faire, un travail de quelques mois de sessions d'échange et de *brainstorming* a été déployé. Lors de ces rencontres les directeurs administratifs, les doyens des facultés, les directeurs des départements et les coordinateurs des programmes de doctorat ont intervenu. Ce groupe hétérogène a participé aux différentes activités qu'ont été conçues pour la discussion et l'approbation postérieure des axes de recherche. L'objectif final était d'ouvrir la possibilité de développer des projets de recherche interdisciplinaires dans l'université.

Le premier instrument crée et utilisé pour atteindre cet objectif était l'*organigramme dynamique,* qui a permis de guider les sessions de *brainstorming.* La Figure III.4 montre un des résultats de ces sessions ; elle est révélatrice puisqu'elle montre clairement la possibilité d'envisager le développement de projets de recherche interdisciplinaires. Nous pouvons voir comment plusieurs programmes s'intéressent à un même axe de développement. Cet intérêt pluridisciplinaire est fondamental puisque, comme nous l'avons déjà affirmé, pour accomplir un objectif en développement durable l'intégration des savoirs est indispensable.

Nous considérons que ce scénario se dirige vers un accomplissement néguentrope ou complexe :

> *Dire complexe signifie enfin que nous devons toujours considérer les données particulières en relation avec l'ensemble dont elles font partie, et de même considérer l'ensemble*

> *toujours en relation avec les parties. Il faut éviter les expertises compartimentées et envisager des expertises capables de situer leur objet dans son contexte*[247].

Les données particulières que font partie de l'ensemble sont constituées par les lignes individuelles de recherche qui se joignent à ce grand pilier de l'amélioration de la qualité de vie. Ainsi, la lecture de ce schéma nous éclaire sur l'appropriation des axes de recherche définis par *l'outil*. Les trois axes les plus demandés par les douze programmes qu'ont participé lors des sessions de *brainstorming* ont été : le nouveau paradigme sur la qualité de vie pour le troisième millénaire, le développement des aménagements ruraux et urbains et la gestion pour la paix. De nos jours, plusieurs années après la définition de ces orientations, il est clair que la qualité de vie continue d'être une préoccupation majeure. C'est pourquoi les mots de Marc Bloch retentissent encore : « Il n'est point niable, pourtant, qu'une science nous paraîtra toujours avoir quelque chose d'incomplet si elle ne doit pas, tôt ou tard, nous aider à mieux vivre »[248].

Ainsi, l'appropriation des piliers de recherche à travers ces sessions de *brainstorming* a constitué la première réussite de *l'outil*. Les phases postérieures se sont concentrées dans la constitution de la masse critique du projet, grâce à des actions comme la formation de chercheurs à travers des séminaires de formation, les appels à des projets de recherche de courte durée, les appels à des projets de long élan et la projection internationale. Tous les projets de rigueur scientifique[249], de court et de long élan, ont été entièrement financés par l'établissement. Dans la phase suivante on a cherché des cofinancements externes.

La stratégie que nous avons déployée pour assurer une adéquate gestion des ressources financières, tout en formant des futurs chercheurs, a été de commencer par maîtriser l'élan des projets. Tout d'abord, l'accomplissement de projets de courte durée permettait d'assurer une formation à travers une première expérience dans un projet formel. Ensuite, il était possible d'aborder des projets de long élan, voire même des projets interdisciplinaires, et par la suite des projets interinstitutionnels.

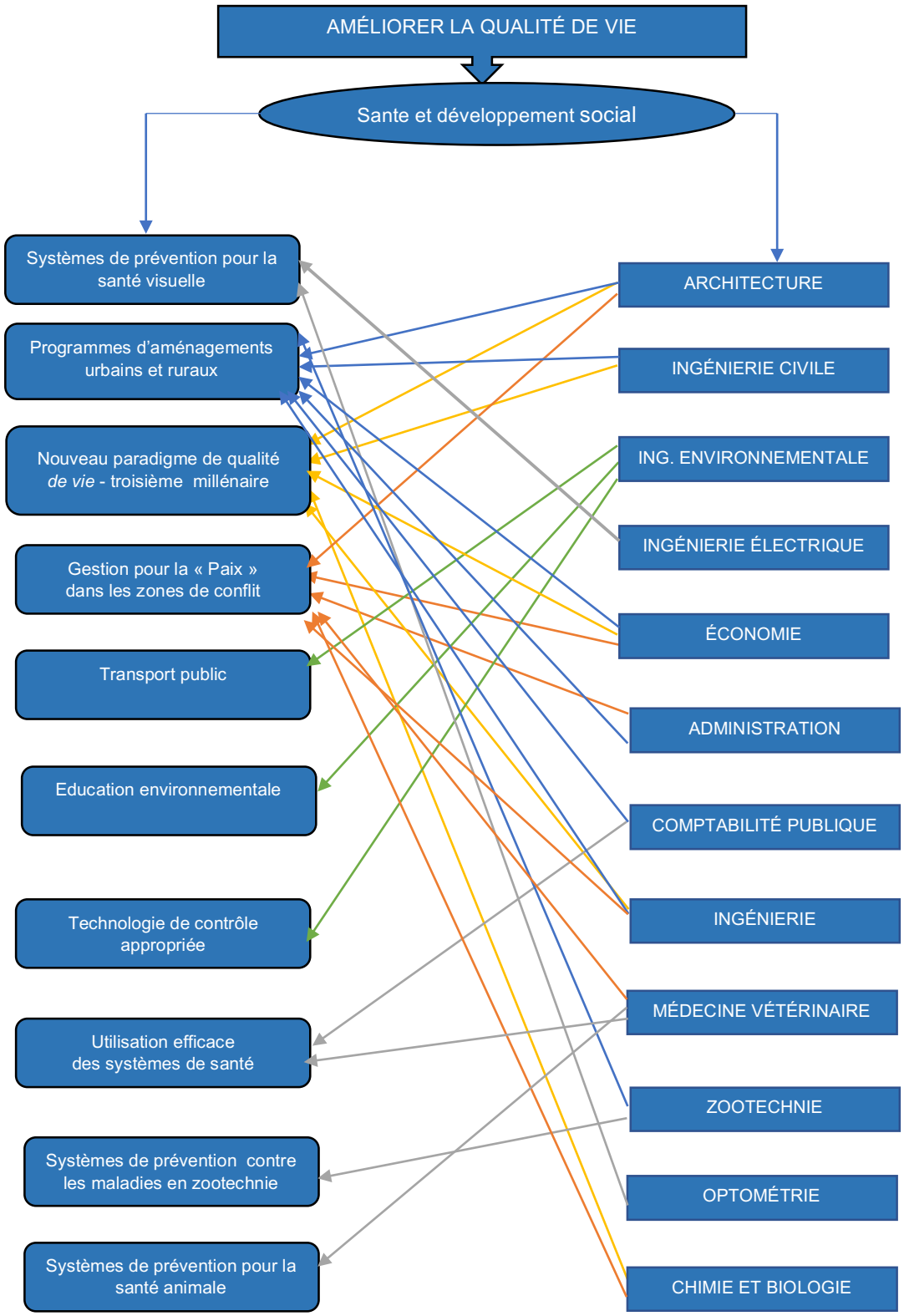
Parallèlement à cette formation de chercheurs, la contribution des quatre coordinateurs des aires disciplinaires a été décisive pour le développement de la recherche et l'évaluation des projets. Chacun d'eux s'est chargé d'évaluer la recherche dans différentes disciplines : le coordinateur de l'aire économique a analysé les projets présentés para les enseignants des programmes comptables, économiques et administratives ; le coordinateur de sciences de la santé a évalué les projets d'optométrie, de médicine vétérinaire, de zootechnie et des département de physique et de chimie ; le coordinateur de l'aire de sciences sociales a analysé les projets de philosophie et de formation religieuse ; et le coordinateur d'ingénierie a évalué les projets des programmes d'ingénierie civile, d'ingénierie environnementale, d'ingénierie de systèmes et d'architecture. À

---

[247] Morin, *Écologiser l'homme*, « Énergie, écologie, sociologie », 67.
[248] Bloch, *Apologie pour l'histoire ou Métier d´historien*, 41.
[249] Nous préférons utiliser le terme « de rigueur scientifique » car, fort malheureusement, les programmes des universités tendent à utiliser le terme de recherche « scientifique », même quand les instruments ou les laboratoires utilisés pour développer cette recherche ne sont pas suffisants ou adaptés pour accomplir un vrai travail scientifique.

partir de cet exemple nous pouvons remarquer que, en général, les universités colombiennes ont des programmes disciplinaires, mais en plus ils ont des départements qui prêtent un service transversal à toute l'université.

Figure III.4. *Organigramme dynamique* - Interrelations entre les programmes et les axes de recherche



Source : Mariño *PEII*, 1997, 33,

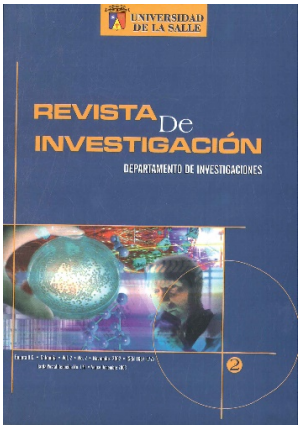
c) Visibilisation et accomplissements

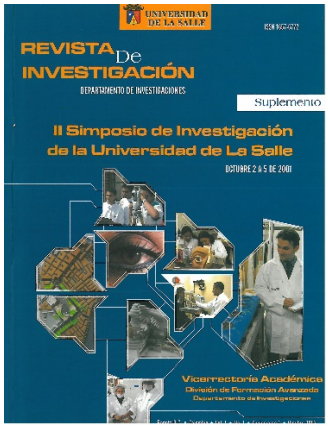
La diffusion des résultats des recherches constitue une action particulièrement importante pour mettre en évidence les progrès réalisés et pour donner de la visibilité aux projets. Cette visibilisation est opérée à l'intérieur de l'établissement à partir de la diffusion des produits obtenus, comme à travers des conférences présentées aux pairs chercheurs du contexte national. Deux canaux de communication ont été créés. Le premier est *La collection sur la recherche et l'enseignement* [250], une publication de circulation annuelle destinée à diffuser les résultats des séminaires de formation et les résultats des appels aux projets. L'autre canal de communication est la *Revue de recherche de l'université* [251], une revue scientifique destinée à la publication d'articles sur les résultats des recherches réalisées par les enseignants (qui par la suite sont devenus enseignants-chercheurs). Cette revue a reçu la reconnaissance Publindex de Colciencias (le département administratif de science, technologie et innovation). La Figure III.5 présente les revues de *La collection sur la recherche et l'enseignement* et la *Revue de recherche de l'université,* ainsi que les publications des symposiums nationaux, le congrès international et la réunion thématique au Mexique.

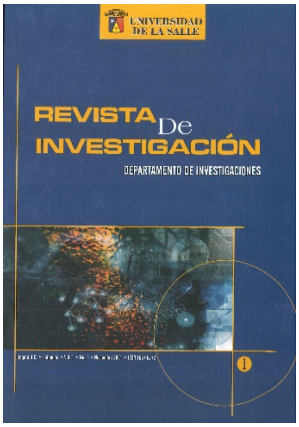
[250] Chargés de la direction de recherche à l'Université de la Salle nous avons publié les numéros suivants de *La Collection Recherche et enseignement* : *Les politiques de recherche*, 1997 ; *Les directrices pour la recherche*, 1998 ; *Les lignes de recherche*, 1999 ; *Les activités de recherche*, 2000 ; *Les activités de recherche* 2002, 2003, sous l'ISSN : 0123-4560.

[251] Nous avons créé et édité la Revue de Recherche du Département de Recherche de l'université. Trois exemplaires ont été publiés : *La Revue de Recherche* - Volume 1, avec un total de huit articles, a présenté les résultats de recherches des enseignants-chercheurs d'Architecture et Ingénierie, de sciences de la santé et agronomie, de sciences économiques, administratives et comptables, de sciences sociales et humaines, et d'éducation. Le volume No. 2 a présenté des articles scientifiques issus des résultats des projets de recherches développés. Les trois volumes ont été publiés sous l'ISSN 1657-6772.

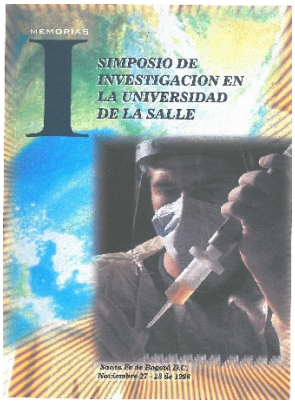
Figure III.5. Publications des résultats de recherche

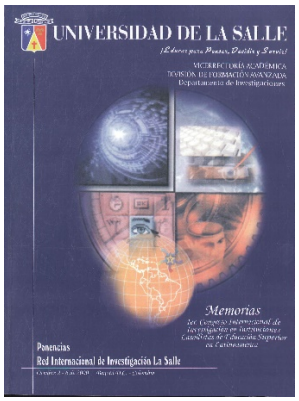


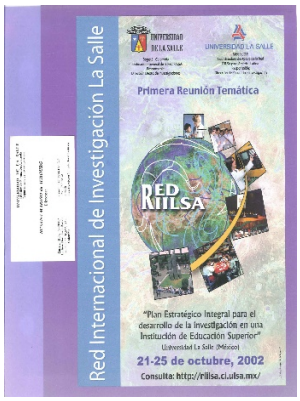




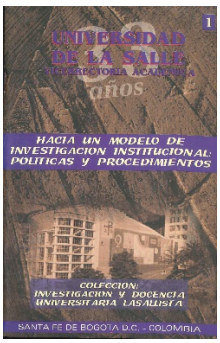
Revue Scientifique de recherche, Fondateur-Editeur, S. Mariño

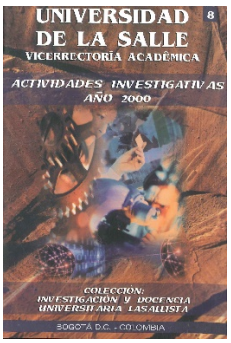


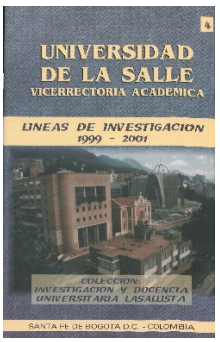


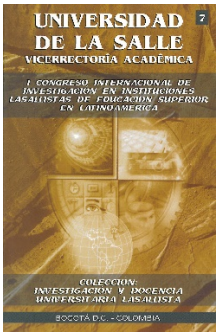


Symposium national – Congres international - Réunion thématique Mexique D.F.









Brochures de socialisation de l'activité annuelle de promotion de la recherche. Ed. S. Mariño

Source: Mariño, 2019.

La diffusion des résultats des recherches à travers des symposiums nationaux a été un moment de confrontation avec les pairs académiques. Le premier symposium a eu lieu en 1998, un an après la mise en fonctionnement de *l'outil de gestion.* Cet évènement, qui a eu lieu sur trois journées avec la participation de 35 chercheurs, la présence de toutes les facultés de l'Université et l'assistance de chercheurs venus d'autres universités du pays, a été hautement avantageux pour l'institution, dans la mesure où les produits de recherche ont mis en évidence la qualité de la recherche qui se faisait dans l'université. Parmi les projets présentés nous pouvons mentionner le projet du département de chimie et biologie sur les caractérisations des lignées cellulaires d'insectes d'intérêt épidémiologique[252], le projet sur l'évaluation d'un vaccin pour le bovins du programme de médicine vétérinaire[253], le projet sur l'éducation environnementale comme stratégie de gestion pour les aménagements humains en zones à risques[254] du programme d'ingénierie environnementale et sanitaire, et l'étude en morphologie urbaine du programme d'architecture[255].

Les résultats du deuxième Symposium ont été publiés dans un numéro supplémentaire de la *Revue de recherche* de l'Université, regroupant vingt-cinq projets d'une durée comprise entre un et deux ans, dans lesquels trente-neuf chercheurs ont participé et un nombre important d'étudiants se sont formés à la recherche. Ce numéro supplémentaire de la revue a diffusé les résultats des projets du programmes de zootechnie, avec un projet sur la dégradation de pesticides appliqués à la culture de fleurs, d'architecture, avec un projet sur la soutenabilité des logements d'intérêt social, d'ingénierie avec une étude en géotextiles, et d'ingénierie sanitaire, avec une analyse orientée vers un protocole hydro-biologique d'évaluation environnemental, entre autres. Tous les résultats ont été fortement articulés aux axes institutionnels de recherche qui avait étaient établis deux années auparavant grâce à l'outil de gestion[256].

---

[252] Felio Bello García, «Establecimiento y caracterización de dos líneas celulares derivadas de mosquitos *Psorophora confinnis* y *Psorophora ferox»*, in *I Simposio de investigación de la Universidad de la Salle,* (Bogotá: Ediciones Unisalle, 1998), 15–20.

[253] José Mauricio Moreno, «Evaluación clínica e inmunológica de la vacuna (anabasanlimar) contra hemoparasitos bovinos. I. fase de inmunización: efectos postvacunales y II fase de desafío: evaluación de la protección», in *I Simposio de investigación de la Universidad de la Salle* (Bogotá: Ediciones Unisalle, 1998), 43–56.

[254] Ana Cecilia Umaña Hernández, «La educación ambiental como estrategia de gestión en asentamientos humanos en zonas de alto riesgo. Primera fase: perfil sociocultural y ambiental del barrio el progreso»*,* in *I Simposio de investigación de la Universidad de la Salle* (Bogotá: Ediciones Unisalle, 1999), 85–92.

[255] Germán Montenegro Miranda, «La evolución de las formas construidas y del paisaje urbano, estudio de casos típicos de la morfología en Bogotá»*,* in *I Simposio de investigación de la Universidad de la Salle* (Bogotá: Ediciones Unisalle, 1998), 193–196.

[256] Il suffira ici de présenter les titres de ces projets pour mettre en évidence leur articulation avec les piliers établis dans le *PEII*. La faculté de Zootechnique a présenté l'étude de Jaime Escobar López sur la « Determinación de la degradación de plaguicidas aplicados a cultivos de clavel (*Dianthus caryophillus*) mediante procesos de ensilaje en la Sabana de Bogotá » ; la Faculté d'architecture, la recherche de Claudio Varini sur « Arquitectura en guadua preforzada : una tecnología sostenible para países en desarrollo » *;* la Faculté d'ingénierie civile, le projet de José Camilo Alarcón, « Supervivencia de geotextiles en Colombia »; et la Faculté d'ingénierie sanitaire, « Protocolo hidrobiológico de evaluación ambiental (PH-EA) en áreas de aprovechamiento

Ce deuxième symposium, qui montrait déjà une amélioration des résultats obtenus para les chercheurs, nous permet de réfléchir aujourd'hui sur la création d'un nouveau concept : la *chaîne de connaissances*, c'est-à-dire, une chaîne de résultats construits dans le temps, où les résultats du premier projet constituent la base pour les projets suivants. De cette manière, on établit une croissance continue des connaissances, tout en empêchant la répétition des mêmes objectifs et cherchant la construction d'objectifs chaque fois plus ambitieux, plus pertinents et plus visibles.

Les projets présentés dans ces symposiums ont été une conséquence de l'implémentation de l'*outil* qui a prévu des actions clés pour obtenir des résultats de recherche. De cette façon, nous avons pu démontrer que la coordination des ressources humaines, logistiques, financières et infrastructurelles des établissements d'enseignement supérieur peuvent aboutir à des résultats de recherche précieux et à des produits de qualité, ainsi qu'à la diffusion efficace et l'application généralisée de ces résultats. Tout ceci pour que les résultats ne restent pas seulement comme des références académiques ou comme des données isolées —un problème que Morin souligne dans son livre *Science avec conscience :*

> *La tendance au morcellement, a la disjonction, a l'ésotérisation du savoir scientifique entraine la tendance à son anonymation […] devient de plus en plus destinée à être accumulé dans les banques de données, puis informatisées par des instances manipulatrices, au premier chef, l'État* [257].

Nous voyons ainsi que si les recherches réalisées dans le milieu universitaire ont des directrices claires et articulées aux besoins de la société, alors elles ne peuvent faire autre chose que sortir de l'anonymat et de la disjonction du savoir, pour devenir alors un produit et un savoir digne et capable de contribuer directement à la société, au lieu d'être stocké dans des archives ou des bibliothèques.

Nous avons décrit cette expérience avant tout pour servir de support et de point de réflexion pour accomplir des projets similaires dans d'autres circonstances. C'était un privilège pour un architecte d'avoir relevé le défi de créer des espaces intellectuels de rigueur scientifique. Il s'agit d'un épisode d'autant plus significatif dans la mesure où, à cette époque, l'université avait déjà atteint presque les mille enseignants et plus de quatorze mille étudiants. Cette démarche envisageait déjà l'union des savoirs vers un objectif commun. C'est un exemple qui montre comment l'enseignement supérieur peut sortir de sa zone de confort, à savoir l'enseignement, pour accomplir des tâches significatives, d'ordre presque planétaire, et se mobiliser activement vers les avant-postes des

---

forestal. Riosucio-Chocó». Ces articles ont paru dans *Revista de Investigación*, Suplemento, II Simposio de Investigación de la Salle, (Bogotá: Oficina de medios audiovisuales y publicaciones, Bogotá, 2002).

[257] Morin, *Science avec conscience*, « Pour la science », 17.

orientations supranationales. Tout cela en coordination avec d'autres systèmes de gestion de la recherche dans le contexte des universités d'Amérique latine.

d) Interactions internationales

La confrontation à l'échelle internationale constitue un moment clé pour mesurer l'impact des résultats obtenus. C'est pourquoi nous allons présenter les résultats du 1er Congrès international d'universités lassalliennes, un moment décisif qui a permis de mettre à l'épreuve le *PEII.* Ce congrès a rassemblé des établissements d'enseignement supérieur du contexte ibéro-américain pour partager leurs résultats en relation à la direction de la recherche au niveau institutionnel. Les universités confessionnelles, comme les lassaliennes, ont une richesse énorme quant aux nombres d'établissements d'enseignement supérieur dans le monde. L'ordre lassalien en particulier compte trente-cinq établissements. Pour réussir cette réunion nous avons établi contact avec des établissements lassalliens d'Europe et d'Amérique latine. Dix-sept universités ont été contactées, et treize ont assisté au Congrès. La présence de ces universités a été déjà une réussite, étant donné qu'elles représentent le 37% des toutes les établissements d'enseignement supérieur lassalliens au monde.

L'objectif principal du 1er Congrès a été de créer un réseau international en Sciences et Technologie des établissements lassaliens. Avec ce réseau il serait possible d'établir des alliances stratégiques de bénéfice mutuel pour établir des actions de coopération technique et scientifique. Parmi les objectifs spécifiques du congrès nous pouvons souligner celui de partager des expériences en gestion de la recherche au sein des universités participantes. Nous allons faire une brève présentation de chacun des établissements d'enseignement supérieur qui se sont donné rendez-vous. Cela nous servira par la suite à avoir un point de comparaison pour le *PEII.*

Représentant *le Centro Universitario la Salle* du Brésil, la coordinatrice du centre présent une courte exposition sur l'ancrage de l'éducation lassalienne au Brésil, dès la démarche initiale jusqu'à la création d'un centre universitaire dans la ville de Canoës. Le centre était destiné à dynamiser la recherche et l'articuler aux pratiques d'extension, d'enseignement et d'éducation continue. De même, il visait à stimuler le développement de projets de recherche de la part des enseignants et étudiants pour participer dans des éventements scientifiques. La principale réussite de ce centre a été la création des canaux de diffusion et de publication des produits obtenus. Ils ont également travaillé dans l'insertion universitaire de la communauté, ce qui a permis, entre autres, une majeure visibilité des produits de recherche obtenus[258].

Le directeur général d'Enginyeria i arquitectura la Salle de Barcelone, Espagne, a commencé en expliquant l'origine de son établissement. Un premier centre universitaire a été créé au début du XXème siècle, à partir duquel, avec

[258] Cleusa Mari Gomes Graebin, «La educación Lasalliana en Brasil», *Colección: Investigación y docencia universitaria lasallista*, No. 7 (octobre 2000), 21.

la participation d'autres établissements universitaires privés, l'Université Ramon Llull a été fondée. Celui-ci était le premier centre universitaire privé dédié aux études de caractère technologique et fortement liées aux entreprises. En effet, les disciplines principales de l'université se situent autour des nouvelles technologies, l'électronique et les télécommunications. Grâce au transfert de technologie, l'université a pu définir des lignes de recherche prometteuses, permettant également de fournir un enseignement de haut niveau. La recherche se réalise particulièrement à travers trois doctorats : le doctorat en Électronique, le doctorat en Informatique et le doctorat en Architecture. L'addition de huit groupes de transfert de technologie au Parc technologique existant a favorisé le développement de lignes de recherche en intelligence artificielle, en systèmes de communication et en acoustique industrielle[259].

Le représentant de la Corporación universitaria lasallista à Medellín, en Colombie, a expliqué comment leurs trois programmes en administration, en éducation et en ingénierie souhaitent avancer dans les domaines de la recherche appliquée. Il est nécessaire de souligner que cette université considère comme recherche les travaux de fin d'études des programmes de master, ainsi que les travaux des enseignants sur l'amélioration curriculaire. Enfin, le représentant a insisté sur leur volonté de formaliser des alliances stratégiques et de signer des conventions avec des établissements académiques et avec les secteurs de production[260].

Le représentant de la direction de soutien académique de l'Universidad la Salle à Pachuca, au Mexique, a parlé du besoin de travailler, depuis l'université, au bénéfice des moins favorisés pour transformer radicalement la société. Il a souligné l'importance de valoriser l'éducation comme moyen pour éradiquer la pauvreté et améliorer la qualité de vie. L'université a ainsi montré sa volonté de se confronter avec la réalité de son territoire. En effet, l'état d'Hidalgo, où se situe l'établissement, affronte un important défi de développement : 2/3 de la population parlent une langue indigène, 17.91% de la population était analphabète (en l'an 2000) et 58.8% de la population reçoit deux salaires minimums ou moins. La réalité socioéconomique de la population demande aux universités et aux entreprises de définir des aires de formation professionnelle, des programmes d'études et des lignes de recherche répondant aux besoins sociaux. Selon le représentant, les axes de recherche de l'université répondaient aux problèmes sociodémographiques et au besoin de protection des ressources naturelles et de développement éducatif de la région[261].

L'ancien directeur du Instituto superior de ciencias religiosas et catequéticas de Madrid, Espagne, a parlé de la formation théologique. Cet institut, qui fait partie de l'Universidad Pontificia de Salamanca, a été créé en 1965 pour fournir une éducation axée vers la rénovation pastorale et l'éducation de la foi. À l'époque, ils menaient déjà 40 ans de travail dans la divulgation du

[259]Daniel Cabedo i Puy, « La Investigación en Ingeniería y Arquitectura », *Colección Investigación y docencia universitaria lasallista*, No. 7 (octobre 2000), 22–23.
[260] John Wilson Osorio, «La investigación en las facultades de Administración, Educación e Ingeniería», *Colección Investigación y docencia universitaria lasallista*, No. 7, (octobre 2000), 24.
[261] Beatriz Garza González. «La investigación en la ULSA – Pachuca», *Colección Investigación y docencia universitaria lasallista*, No. 7, (octobre 2000), 27–29.

message lassallien dans plusieurs continents et dans la recherche et divulgation autant lassalienne comme pastorale et scolaire. Pour eux la recherche s'oriente vers trois axes articulés aux principes confessionnels qui ont été l'objet de thèses doctorales. L'établissement assume l'orientation pastorale régionale et européenne à travers la direction de commissions régionales d'éducation, de pastorale, de formation et de missions[262].

Le coordinateur des masters a l'Universidad la Salle Benavente, à Puebla, au Mexique, a expliqué le fonctionnement du Centre de recherche. Celui-ci s'orientait vers la cristallisation des expériences éducatives, articulées aux travaux de fin d'étude des programmes de master. Ils faisaient l'évaluation des projets de recherche et favorisaient la communication entre les chercheurs en éducation pour permettre l'échange d'expériences autour du phénomène éducatif. En plus, ils participaient aux projets interdisciplinaires de recherche en éducation pour améliorer le niveau académique et formatif de l'institution et du système éducatif mexicain[263].

Le coordinateur général de la recherche à l'Universidad la Salle, à Mexico D.F., a parlé du Centre de recherche crée en 1990, appartenant à la Direction des programmes de doctorat. À partir de 1999 le centre a rejoint la Coordination générale de recherche de l'Université, qui a accompli des résultats significatifs pour l'établissement et pour le secteur externe public et privé[264]. Il s'agit d'une université de la même taille que son homologue colombienne qui a défini des lignes de recherche axées sur l'environnement, sur les problèmes sociaux et sur l'amélioration des aspects curriculaires des programmes. En outre, ils ont créé une Revue de recherche scientifique et ils ont divisé le Centre de recherche en cinq aires qui font la gestion des activités académiques de recherche. La recherche est réalisée par les écoles de l'université et autant les enseignants comme les étudiantes ont pu bénéficier de cette activité.

Le directeur de l'Escuela de Turismo de l'Universidad la Salle à Cancún, au Mexique, a souligné l'importance économique et sociale du tourisme. L'université a créé l'Institut de Recherche Touristique comme un espace d'étude et de renseignement sur les caractéristiques, tendances et problématiques du secteur touristique. Les objectifs de cet institut étaient : renseigner les services touristiques de la région sur le comportement des variables du secteur, avancer sur des études autour de cette activité en vue de construire des scénarios alternatifs pour se préparer aux changements qui se profilent à court, moyen et long terme, et apporter des éléments pour la construction d'un modèle de développement touristique plus efficace en termes économiques, sociaux et environnementaux[265].

---

[262] José Martínez Beltrán, «El Instituto San Pío X al servicio de la Educación de la fe», *Colección Investigación y docencia universitaria lasallista*, No. 7 (octobre 2000), 29–30.

[263] Guadalupe Osorio Lama, «El centro de investigación», *Colección Investigación y docencia universitaria lasallista*, No. 7, (octobre 2000), 30–31.

[264] Esther Vargas Medina, «Antecedentes, Estructura, Organización y Funcionamiento», *Colección Investigación y docencia universitaria lasallista*, No. 7, (octobre 2000), 32–33.

[265] Marisol Vanegas Pérez, «El instituto de investigaciones turísticas de la Universidad de la Salle Cancún», *Colección Investigación y docencia universitaria lasallista*, No. 7, (octobre 2000), 34–35.

Enfin, le responsable de l'Escuela de ciencias administrativas e informática de l'Universidad la Salle, à Cuernavaca*,* au Mexique, a parlé des deux axes de recherche dans son établissement: le premier porte sur l'élaboration des travaux de fin d'études des étudiants en vue de donner des solutions aux problèmes des petites et moyennes entreprises; et le deuxième se concentre sur l'étude des processus d'enseignement/apprentissage dans les lignes curriculaires, parmi lequel se trouve le développement de compétences de réflexion en mathématiques. Dans l'avenir ils envisageaient d'utiliser le projet de recherche en science administratives pour permettre à l'enseignant de devenir un professeur/consulteur qui puisse prêter ses services au secteur externe[266].

Cette confrontation internationale a permis de donner un aperçu du contexte de la recherche pour l'ensemble des universités participantes. Il nous a permis en plus de voir si les chemins que d'autres universités ont suivis étaient similaires au parcours du cas colombien ou si, au contraire, elles avaient choisi des orientations différentes. Mais avant tout cette rencontre internationale a ouvert l'opportunité de connaître les points forts et faibles de chacun des parcours suivis, pour envisager des opportunités de rapprochement permettant d'enrichir les expériences. Les parcours que nous avons présenté étaient en effet diverses, mais les différentes perspectives s'alignent toutes vers l'idée d'enrichir les programmes éducatifs et de contribuer aux besoins de la société. Pour illustrer ce dernier point, nous pouvons citer le cas de l'Universidad la Salle de Pachuca qui travaille pour des populations défavorisées en créant trois axes de recherche articulés aux problèmes sociodémographiques, aux ressources naturelles et au développement éducatif. L'Universidad la Salle de Mexico, pour sa part, était l'établissement qui se rapprochait le plus du cas colombien. En effet, autant l'université lassallienne colombienne que celle de la capitale mexicaine étaient des universités pluridisciplinaires avec des lignes de recherche qui touchaient tous les programmes, et les deux ont créé des canaux de diffusion à partir de revues de recherche. Une différence claire entre les deux est que l'université mexicaine avait une seule ligne de recherche abordant le contexte environnemental, alors que pour l'université colombienne presque tous les piliers de recherche s'orientaient vers le développement durable.

Ce congrès a été un scénario international tout à fait édifiant, qui a permis de connaître les faiblesses de chacun des établissements, d'envisager des possibilités d'amélioration, mais avant tout de construire ensemble des possibilités de collaboration. C'est ainsi que les professionnels à la tête de la direction de la recherche dans leurs propres établissements ont convenu d'unir leurs efforts pour envisager un objectif commun : l'amélioration de la direction de la recherche. Pour ce faire, nous avons mis en route un réseau international pour la gestion de la recherche dans les établissements lassalliens ibéro-américains, nommé RILLSA[267]. Ce dernier constitue un moyen fondamental pour le partage

[266] Estela Navarro Robles, «La investigación en Ciencias Administrativas de la Universidad de la Salle, Cuernavaca». *Colección Investigación y docencia universitaria lasallista*, No. 7, (octobre 2000), 36–37.

[267] « RILLSA » signifie *Red Internacional de Universidades Lasallistas*. Cette organisation a été créée à la suite de l'intégration de 13 universités : 11 en Amérique latine et 2 européennes.

d'expériences et de bonnes pratiques en vue d'amplifier les possibilités de réussite. Dans ce contexte de partage nous pouvons rappeler les mots de Morin qui, en parlant de la diversité culturelle et la pluralité des individus, écrit :

> *Les cultures sont apparentement closes sur elles-mêmes pour sauvegarder leur identité singulière. Mais, en fait, elles sont aussi ouvertes : intégrant en elles non seulement des savoirs et des techniques, mais aussi, des idées, des coutumes, des aliments, des individus venues d'ailleurs. Les assimilations d'une culture à l'autre sont enrichissantes*[268].

De la même façon, ce travail international et interinstitutionnel part d'une parcelle de cultures, qui n'est autre que la pluralité d'idées venues de pays proches par la langue, comme par les besoins de ses populations, mais à la fois singuliers en ce qui réfère à l'administration de la recherche à l'intérieur des établissements.

À l'issu de cette première expérience, le réseau RIILSA, conformé dans 60% des universités mexicaines, a convenu de réaliser une rencontre à Mexico. L'objectif était de réaliser une « Réunion thématique » pour concevoir un modèle générique de gestion de la recherche autour de la proposition : « Le Plan de gestion de la recherche pour les établissements d'enseignement supérieur ». Ce projet a été soumis aux appels à projets Alpha 2002, un programme appartenant à l'Union Européenne[269]. La proposition comporte les éléments du modèle de gestion que nous venons d'exposer, en plus de deux apports supplémentaires : la qualité totale et la réingénierie des processus appliqués à la gestion de la recherche. L'expérience de travailler ensemble pour élaborer la proposition a permis d'établir des alliances stratégiques pour envisager des futurs projets collaboratifs.

Nous avons ainsi un exemple où l'enseignement supérieur, en respectant les savoirs uniques de chacun des acteurs, a su se ressembler autour d'un objectif commun. Il s'agit ici d'une étincelle vers la globalisation et la naissance d'une *pensée globale*, pour faire écho à l'ouvrage d'Edgar Morin de 2015. À l'intérieur de cet œuvre nous trouvons une affirmation à propos de la mondialisation et la globalisation qui fournit une base à la démarche entreprise par les universités lassalliennes : la « […] mondialisation signifie l'extension et l'amplification d'un processus d'intercommunications, d'interdépendances et cette amplification crée une réalité de nature globale »[270]. Bien que l'exemple exposé ne soit qu'une niche dans un écosystème universitaire global bien plus large, nous avons sans doute remarqué l'interdépendance, l'intercommunication, et l'extension propres à la mondialisation dans ce rassemblement académique, qui cherchait une construction conjointe d'un modèle de gestion de la recherche.

Nous avons présenté jusqu'ici l'exemple d'un rassemblement académique lassalien qui a été conformé en vue d'un objectif commun : la formulation d'un

---

[268] Morin, *Les sept savoirs nécessaires à l´éducation du futur*, « Enseigner la condition humaine », 67–68.

[269] Le réseau RILLSA s'est en effet présenté aux appels à projet Alpha de l'Union européenne, pour la création d'un modèle de gestion de la recherche. Si bien l'analyse technique du projet a obtenu une excellente qualification, le réseau n'a pas obtenu le financement demandé, étant donné que dans le groupe il n'y avait pas une université de grande taille dans le contexte sud-américain.

[270] Edgar Morin, *Penser Global : l'humain et son univers* (Paris : Éditions de la Maison de sciences de l'homme, 2015), 68.

modèle ou d'une méthodologie de gestion de la recherche. Aujourd'hui les universités confessionnelles du monde peuvent s'unir autour d'un autre objectif commun, à savoir : débâtir et envisager le développement de projets de recherche globaux qui permettent d'apporter aux besoins de la société, voire de la planète, en termes de soutenabilité. Tout cela, tout en cherchant des nouvelles formes associatives.

2) Adaptabilité des outils de gestion

L'expérience acquise dans la conception et mise en fonctionnement du *PEII* a constitué le point de départ pour construire d'autres *outils de gestion,* dans d'autres universités avec un niveau de complexité différent. Nous allons ainsi exposer la construction de deux autres outils de la gestion, dans des universités également à caractère interdisciplinaire, bien que l'une d'elles était plus dirigée vers le développement agricole. Le point à remarquer dans ces expériences est qu'elles aussi vont se diriger vers les avant-postes sociétaux et vers la durabilité.

a) Parcours diversifiés d'intégration

Donner une direction claire a l'activité de recherche dans les universités a permis d'obtenir des résultats importants, tant pour les institutions comme pour les chercheurs. Dans cette nouvelle expérience, l'*écosystème universitaire* est toujours un contexte pluridisciplinaire, ce qui continue d'être un facteur déterminant pour la conception d'un nouvel *outil de gestion.* Nous verrons en particulier l'expérience de conception du *PEII-UC* [271] à l'Université Centrale, une université spécialisée dans les sciences économiques, administratives et comptables, les sciences basiques, les sciences sociales, art et musique, et dans différentes branches de l'ingénierie.

Comme nous l'avons souligné déjà, avec la promulgation de la Loi 30 de 1992 toutes les universités se sont trouvées face à l'obligation de faire de la recherche. C'est pourquoi, en 2006, lors de la phase de diagnostic pour la construction du *PEII-UC*, nous avons trouvé que les programmes avaient déjà avancé vers le développement de projets de recherche qui avaient permis de construire des *indicateurs.* En particulier, pour répondre aux demandes ministérielles, les programmes de licence et master de l'université avaient lancé tous azimuts des projets articulés aux lignes d'approfondissement disciplinaire des programmes, qui n'étaient que des directrices pour l'enseignement car ils n'avaient pas défini des axes de recherche clairs.

[271] Susana Mariño, « Planeación estratégica integral de la investigación para la Universidad Central – PEII-UC », Universidad Central, (Bogotá, 2006).

i) Information de base

L'information de base pour la construction de l'état de l'art de l'activité de recherche pour cette université a été fourni par les doyens des quatre facultés, les directeurs des programmes disciplinaires, les coordinateurs des départements et le responsable de l'Institut d'Études Sociales Contemporaines. Ce dernier, créé en 1985, appartenait à la Faculté des Sciences Sociales et Humaines et Art, et ses produits de recherche étaient déjà reconnus et acceptés par la communauté académique du pays, en particulier en sciences sociales. En effet, les résultats de ce centre étaient nombreux. En 2005, ils comptaient déjà 53 produits, dont 8 livres et 4 chapitres de livres. Les piliers de recherche de ce centre tournaient autour des problèmes sociaux de violence, jeunesse et des questions de genre.

La Faculté d'ingénierie comptait des programmes en ingénierie électronique, en ingénierie industrielle, en ingénierie des systèmes, en ingénierie mécanique, et en ingénierie environnementale. Elle avait commencé à orienter les travaux de fin d'étude des étudiants vers des lignes d'approfondissements qui ont été définies pour donner de la flexibilité aux plans d'études. En adoptant une démarche différente, le programme d'ingénierie environnementale avait démarré un projet de recherche de grand impact : une étude régionale pour l'approvisionnement en eau dans les régions vulnérables du centre du pays.

Pour sa part, le Département de mathématiques et de sciences naturelles avait avancé des projets sur le développement de stratégies d'apprentissage. La Faculté de sciences économiques, administratives et comptables, quant à elle, avait à peine commencé la formulation de projets futurs. Mais il existait un potentiel important en ressources humaines et infrastructurelles à l'université, ce qui a été un facteur décisif pour la formulation de *l'outil de gestion* à l'Université Centrale. Dans ce contexte, l'objectif principal de cet outil était de définir les piliers institutionnels de la recherche pour diriger les différents programmes. Parallèlement, on visait à laisser une empreinte en termes de recherche à l'université, permettant sa reconnaissance pour ses apports à la société et à la connaissance.

Une fois l'état de l'art terminé, le pas suivant était la définition de la mission et la vision de la recherche, de façon articulée aux principes axiologiques institutionnels. L'université marchait sur des schémas clairs en relation à l'articulation des trois fonctions substantielles : l'enseignement, la recherche et l'extension. Et la mission de l'université établit l'importance de la formation intégrale des étudiants et de leur engagement vers la construction d'un pays démocratique, productif et écologiquement viable, ancré dans son identité latino-américaine.

ii) Convergence des lignes d'approfondissement

Dans ce scénario, assez éclectique, la phase suivante a été de définir les stratégies de convergence des lignes d'approfondissements pour la création des lignes transversales de recherche. La transversalité a été conçue comme une stratégie cherchant la fusion des lignes d'approfondissement. Ainsi, nous avons défini le premier grand versant comme réunissant toutes les orientations autour de la production *biologique*, pour envisager la création d'une ligne de fort impact. Le deuxième versant fusionnait toutes les lignes d'approfondissement qui touchaient la virtualité. Enfin, le troisième versant alignait les orientations vers les énergies renouvelables et les problèmes environnementaux. Dans le cas de la Faculté de sciences sociales, étant donné qu'elle avait déjà un parcours de recherche visible et développé, l'outil de gestion a envisagé une ligne axée vers la « narrative d'identité et de pluralité ».

Ces convergences permettent la genèse d'un *écosystème universitaire*, interdépendant et interactif, où la richesse se manifeste par la participation de plusieurs programmes dirigés vers un même objectif. Ainsi, pour utiliser les mots de Morin :

> *C'est la notion de science qui doit passer à un niveau de complexité, de richesse, de lucidité plus élevée. Á mon sens, la nouvelle écologie généralisée, science des interdépendances, des interactions, des interférences entre systèmes hétérogènes, science au-delà des disciplines isolées, science véritablement transdisciplinaire*[272].

En faisant écho à la perspective morinienne, nous sommes persuadés que la démarche sur les convergences permet à des disciplines hétérogènes de trouver des relations d'interdépendance pour la réussite d'un projet intégral cherchant la néguentropie. Par exemple, les alternatives d'utilisation des énergies renouvelables dans des zones non-connectées au réseau électrique conventionnel, demande une démarche interdisciplinaire de caractère symbiotique.

Les résultats de l'état de l'art et de la stratégie des convergences ont servi de substrat pour identifier les politiques de développement de la recherche à l'université. Pour ce faire, lors du processus de conception du *PEII-UC*, nous avons analysé des documents exogènes comme le Plan de Développement National 2002–2006, les résultats du Sommet de la Terre des Nations Unies 2005 pour le Développement soutenable, le Forum Mondial de l'UNESCO de Paris 2006 sur l'enseignement supérieur, la recherche et la connaissance, et les résultats de la Réunion hémisphérique Latino-américaine de 1996 des ministères de science et technologique, qui promulguent les liens stratégiques pour le développement des projets en science et technologique.

De cette manière, nous avons identifié certaines politiques clés pour le développement de la recherche dans les établissement d'enseignement supérieur ; en particulier : promouvoir la conformation et postérieur consolidation de groupes de recherche inter et transdisciplinaires, partager les résultats de la

[272] Morin, *Ecologiser l'homme*, « La pensé écologisée », 30-31.

recherche entre les homologues nationaux et internationaux, appuyer la génération d'une culture de la recherche, d'une culture de l'évaluation et d'une culture de la confrontation, appliquer la législation colombienne à propos de la propriété intellectuelle, diffuser les résultats obtenus avec la communauté ou la région objet d'étude, développer des projets de rigueur scientifique avec une marque de qualité, pertinence, transparence et visibilité, et créer de liens forts de coopération pour le développement de projets conjoints avec des pairs académiques nationaux et internationaux[273].

Lors de l'étape suivante, nous avons proposé la création d'une Unité de recherche, comme une instance qui pourrait optimiser les ressources pour accomplir un travail intégral, développer les programmes pour la formation des professeurs-chercheurs, appliquer les indicateurs de gestion en science et technologie aux unités académiques en vue de mesurer l'impact de la recherche dans l'institution et dans la société, et promouvoir la création de groupes de recherche interdisciplinaires pour appuyer le processus d'accréditation institutionnelle[274]. Il est à remarquer que le Conseil supérieur de l'établissement avait prévu la création de centres et d'instituts de recherche supplémentaires, mais nous avons considéré que cette stratégie réduirait l'autonomie de la recherche dans les facultés, les programmes et les départements. En revanche, dans le *PEIII-UC*, nous avons proposé la modification des statuts généraux de l'Université pour donner une place privilégiée au développement de la recherche au sein des unités académiques. C'est ainsi que nous avons proposé la création d'une unité de recherche institutionnelle pour orienter la recherche dans les programmes.

En rétrospective, nous maintenons encore que c'est bien au sein des facultés et des programmes académiques que la recherche doit se générer, puisque c'est là que les ressources humaines, infrastructurelles et même financières sont rassemblées pour envisager la création et le développement des projets. De cette expérience nous reprenons la « transversalité », qui dans ce cas a été proposé dans la fusion et la convergence des axes de recherches sur l'agriculture biologique, la virtualité et les énergies renouvelables, comme moyen pour envisager le développement de projets intégraux avec la participation de plusieurs disciplines.

De cette manière, nous pouvons mettre en évidence comment l'enseignement supérieur constitue un ensemble de multiples forces qui peuvent graviter autour d'un bien commun, d'ordre local, national ou planétaire. C'est pourquoi nous considérons aujourd'hui qu'il est nécessaire d'exploiter l'inavouable potentiel que l'académie représente : elle est le scénario par excellence pour accomplir des réflexions et trouver des réponses aux grands problèmes qui affligent la société.

---

[273] Mariño, « Planeación estratégica integral de la investigación para la Universidad Central – PEII-UC », 3–19.

[274] L'Universidad Central a obtenu l'Accréditation institutionnelle de haute qualité en juin 2019, accordée par le ministère de l'Éducation Nationale de Colombie.

b) Articulations multiples : compétences et développement agricole

Un deuxième exemple de possible développement et adaptation de l'outil de gestion de la recherche est fourni par notre expérience dans une université dont les principaux programmes sont concentrés sur une niche particulièrement importante en termes de soutenabilité : le développement agricole. L'université Uniagraria est un établissement d'enseignement supérieur qui s'attribue le titre de « l'université Verte de Colombie »[275]. Lors de cette expérience, nous verrons comment le rassemblement des multiples compétences issues d'unités académiques différentes, mais complémentaires puisque tournant autour du développement agricole, peuvent construire un scénario édifiant pour le développement d'un nouvel *outil de gestion* fortement articulé à la durabilité. Dans cette perspective, nous pouvons rappeler les réflexions de Bloch qui souligne comment la connaissance d'un individu (bien qu'elle soit profonde et variée) atteint inévitablement une limite, surmontable uniquement par le travail en équipe :

> *Point d'autre remède alors que de substituer à la multiplicité des compétences chez un même homme, une alliance des techniques pratiquées par des érudits différents, mais tendues vers l'élucidation d'un thème unique. Cette méthode suppose le consentement au travail par équipes* [276].

Dans le cas qui nous occupe, le thème et l'objectif unique n'est autre que la soutenabilité, et le travail en équipe constituera le substrat pour la réussite des projets de recherche allant vers cet objectif.

Auparavant, toutes les démarches de recherche entreprise par cet établissement autour du développement agricole n'ont pas eu une direction ou un axe de développement clairement défini. En réalité, comme nous le verrons par la suite, chacune des unités académiques définissait leur propre axe de recherche. Ainsi, les actions de ces unités étaient segmentées et orientées selon des disciplines isolées. Dans ce contexte, la conception de l'*outil de gestion* permettra de coordonner ces actions segmentées vers une conception plus intégrale. En outre, la formation des ressources humaines et la projection de ses résultats, ont constitué deux actions essentielles à entreprendre, comme nous le verrons dans l'analyse de ce nouvel instrument.

En 2007, avant de concevoir le Plan stratégique Intégral de la recherche PEII-Uv [277] pour cet établissement [278], quelques questions clés ont été posées : « Qui sommes-nous ? Où sommes-nous en termes de recherche ? Vers où nous

---

[275] Pour cette université, nous avons conçu le *Plan estratégico integral de la investigación para la U Verde de Colombia,* à Bogotá en 2007.
[276] Bloch, *Apologie pour l'histoire ou Métier d´historien*, « L'observation historique », 80.
[277] Susana Mariño, « Planeación estratégica integral para la U verde de Colombia », Universidad Uniagraria, (Bogotá, 2007).
[278] En Colombie, il existe une différence entre une Université et un Établissement d'enseignement supérieur. Le Décret 1212 de 1993 établit, entre autres, qu'un établissement, pour être reconnu comme une université, doit offrir au moins trois programmes en différentes disciplines et un programme en science basiques (https://www.mineducacion.gov.co/1621/article-104076.html).

souhaitons arriver ? Quelles sont les éléments qui peuvent nous aider dans la poursuite de ces objectifs ? »[279]. Dans ce qui suit nous verrons la réponse à chacune de ces questions.

Le *PEII-Uv* comporte quatre chapitres. Le premier chapitre est le diagnostic préliminaire réalisé pour l'ensemble des programmes de licence et master. Il constitue l'exploration initiale qui a déterminé le niveau de développement de la recherche dans l'établissement. À cet égard, nous avons pu observer que les programmes avaient commencé à renforcer leurs ressources humaines et infrastructurelles pour développer cette activité. L'infrastructure pour appuyer la recherche était constitué par les laboratoires utilisés par les enseignants, notamment les laboratoires de physique, biologie, chimie et structures, ainsi qu'une unité pilote d'aliments.

À cette époque, les programmes étaient sur le point de demander au ministère de l'Éducation Nationale le renouvellement du « registro calificado » [280], et pour cela ils avaient défini des lignes d'approfondissement. Le programme d'ingénierie alimentaire, avait défini une ligne en biotechnologie agroindustrielle ; le programme d'ingénierie civile, une ligne sur les phénomènes environnementaux ; le programme de zootechnie, une ligne sur l'alimentation des animaux ; le programme de droit, une ligne en droit de l'environnement ; le programme de comptabilité publique, une ligne en gestion environnementale intégrale ; et enfin, le programme d'ingénierie industrielle, une ligne autour de l'innovation technologique ciblée sur l'alimentation bio et le développement du milieu agricole. Ces lignes ont servi pour définir les axes de recherche.

Une fois le diagnostic réalisé, le deuxième pas établit les principes axiologiques. Pour ce faire, des documentes endogènes institutionnels ont été analysés, comme le Projet Éducatif Institutionnel et le Modèle Pédagogique. Ainsi, la mission institutionnelle pour la recherche a été formulé comme suit :

> *L'application de la méthode de rigueur scientifique pour la recherche, dans la formation de la prochaine génération en investigation, prête à accomplir la tâche de concevoir et de socialiser les connaissances avancées sur l'environnement et le développement agricole soutenable*[281].

D'autre part, pour définir la vision, comme ce fut le cas pour les autres outils de gestion, nous avons commencé par l'étude des principes axiologiques institutionnels et les tendances de développement dans le contexte national et international. Du contexte international, nous avons repris les résultats du Forum mondial de l'Unesco 2006, qui s'est orienté vers la promotion et le soutien de la recherche, en particulier, une recherche qu'en plus de créer des connaissances puisse contribuer au développement. Une autre source fondamentale pour définir la mission institutionnelle a été le programme macro pour la recherche et le développement technologique de l'Union Européenne. Du contexte national, une

---

[279] Mariño, « Planeación estratégica integral para la U verde de Colombia », 1.

[280] Le « registro calificado » est un registre officiel réalisé auprès du ministère de l'Éducation Nationale qui constitue le premier échelon pour le démarrage ou la continuité d'un programme académique. Le renouvellement de ce registre confère l'autorisation ministérielle pour continuer avec le programme.

[281] Mariño, « Planeación estratégica integral para la U verde de Colombia »,11.

source clé a été le rapport « Vision Colombie 19 » réalisé par le Département National de Planification. Ce dernier, a défini les aires de développement à privilégier : la valorisation soutenable de la biodiversité, le développement scientifique et technologique appliqué au secteur agricole et les ressources énergétiques renouvelables. Avec ces apports nous avons formulé la vision de l'établissement comme suit :

> *L'Université en dix ans sera reconnue national et internationalement pour son engagement envers la formation de professionnels créatifs et innovateurs dans toutes les disciplines et pour ses apports en recherche de rigueur scientifique appliquée à l'environnement et au développement agricole soutenable du secteur agricole colombien*[282]*.*

Le troisième chapitre s'est centré sur deux activités particulières qu'ont conféré à cet établissement une empreinte qui le différencie. La première activité a été une démarche en recherche scientifique, qui a pu avancer grâce au soutien du Docteur Raul Cuero[283], chercheur colombien travaillant à l'Université de Houston, sur le paradigme de la biologie synthétique[284]. Pour cela, l'établissement a investi dans un laboratoire hautement spécialisé en biologie synthétique. Le docteur Cuero avait proposé à l'université des possibles sujets pour démarrer des projets d'innovation, en particulier : les cosmétiques naturelles, l'alimentation biologique, les médicaments naturels et les énergies alternatives. Aujourd'hui, en rétrospective, une telle démarche avec l'appui de ce scientifique, aurait pu laisser une empreinte importante pour cette université, autour de sujets d'intérêt pour la Colombie.

L'autre activité a fort impact était le projet *Semer la paix*, un programme créé par Uniagraria pour promouvoir un système éducatif pouvant préparer les futurs agro-entrepreneurs. Les aires de formation de S*emer la paix* touchaient l'agro-industrie, l'élevage et l'agriculture. Le programme s'est appuyé sur les enseignants de l'université, en particulier ceux des programmes d'ingénierie alimentaire, de zootechnie, d'administration financière et d'ingénierie des systèmes. Avec la participation de ces enseignants, il a été possible d'assurer la formation d'un groupe d'enseignants d'écoles de Bogota et ses alentours, et d'étudiants d'écoles techniques. Le programme est né en 1988, et dans l'année 2018 il comptait déjà 35 000 diplômés. Dans cet *écosystème universitaire* de caractère agricole, avec un laboratoire de pointe en biologie synthétique et un programme de formation, comme *Semer la paix*, nous avons réussi à réunir les ingrédients nécessaires pour accomplir une mission de grand impact dans le secteur agricole du pays.

---

[282] Mariño, « Planeación estratégica integral para la U verde de Colombia », 4.

[283] Raul Cuero, scientifique colombien, est professeur distingué de la Prairie View A&M University System, Texas, aux États-Unis. Il est chercheur dans le paradigme de la biologie synthétique et appartient au groupe SynBERC conformé par l'Université de Harvard, l'Université de Stanford, le MIT, l'Université de Houston, et l'UCLA Berkeley.

[284] « *Synthetic biology is the design and construction of new biological entities such as enzymes, genetic circuits, and cells or the redesign of existing biological systems. Synthetic biology builds on the advances in molecular, cell, and systems biology and seeks to transform biology in the same way that synthesis transformed chemistry and integrated circuit design transformed computing »,* (Raul Cuero, "Industry and University laboratories SynBERC (Synthetic Biology Engineering Research Center", UC Berkley, 2007).

Le dernier chapitre comporte le tableau de route qui a permis d'opérationnaliser *l'outil de gestion.* Les pas prévus pour implémenter cet instrument ont été : promouvoir la culture de la recherche, générer des nouvelles formes de collaboration pour faire de la recherche en partenariat avec d'autres universités, renforcer les activités de recherche des étudiants, conformer un capital humain en sciences et technologies, promouvoir les interactions entre les deux programmes vedettes de l'université (le *Parc de la créativité* et *Semer la paix*) avec toutes les unités académiques de l'établissement, générer une culture de développement de la recherche par projets, conformer des groupes et des projets de recherche pour qu'ils soient reconnus par des instances nationales, et enfin, incorporer le composant de la recherche comme axe transversal des plans d'études.

i) Empathie entre deux démarches

Une décennie après la conception de l'outil pour cet établissement, nous considérons le besoin de compléter le scénario prévu, avec une vision de plus-value et avec une empathie entre les deux démarches à l'œuvre à l'époque et qui aurait pu constituer un scénario idéal pour cette institution : en particulier, avec l'intégration du laboratoire biologie synthétique et le projet *Semer la paix*. Le premier, d'orientation scientifique, et le deuxième, axé sur des projets dans les territoires, auraient pu être intégrés dans une logique de complémentarité et symbiose pour mettre en marche des projets appliqués aux besoins des populations rurales en Colombie. Tout cela pour générer des produits de recherche fortement ancrés aux réalités des populations.

Le démarrage des projets, à la fois scientifiques et cherchant une plus-value sociale, fait écho au concept d'*écosophie* de Félix Guattari où entrent en jeu « les trois registres écologiques, celui de l'environnement, celui des rapports sociaux et celui de la subjectivité humaine »[285]. Dans cette perspective, nous avons vu que dans cet *écosystème académique* les intérêts écologiques sont en lien avec les programmes offerts en développement agricole, et que les rapports sociaux sont présents dans la formation des futurs professionnels en disciplines de caractère agricole, ce qui permet d'atteindre, avec une logique de changement, les endroits dépourvus du territoire national.

[285] Guattari, *Les trois écologies*, 12–13.

ii) L'Algorithme et l'outil de gestion

Aujourd'hui, 20 ans après la création du premier *outil de gestion* pour diriger la recherche dans des établissement d'enseignement supérieur, et en analysant les deux expériences que nous avons présenté, nous ne pouvons plus que concevoir un algorithme de séquences logiques, avec des entrées, des sorties et des boucles de rétroaction qui permettront de constituer un guide pour concevoir d'autres instruments de gestion. On pourrait penser que le fait d'avoir mis à l'épreuve ces séquences dans trois universités ne peut pas constituer une preuve suffisante, mais nous considérons qu'il pourra au moins servir de matériel de réflexion pour concevoir d'autres instruments.

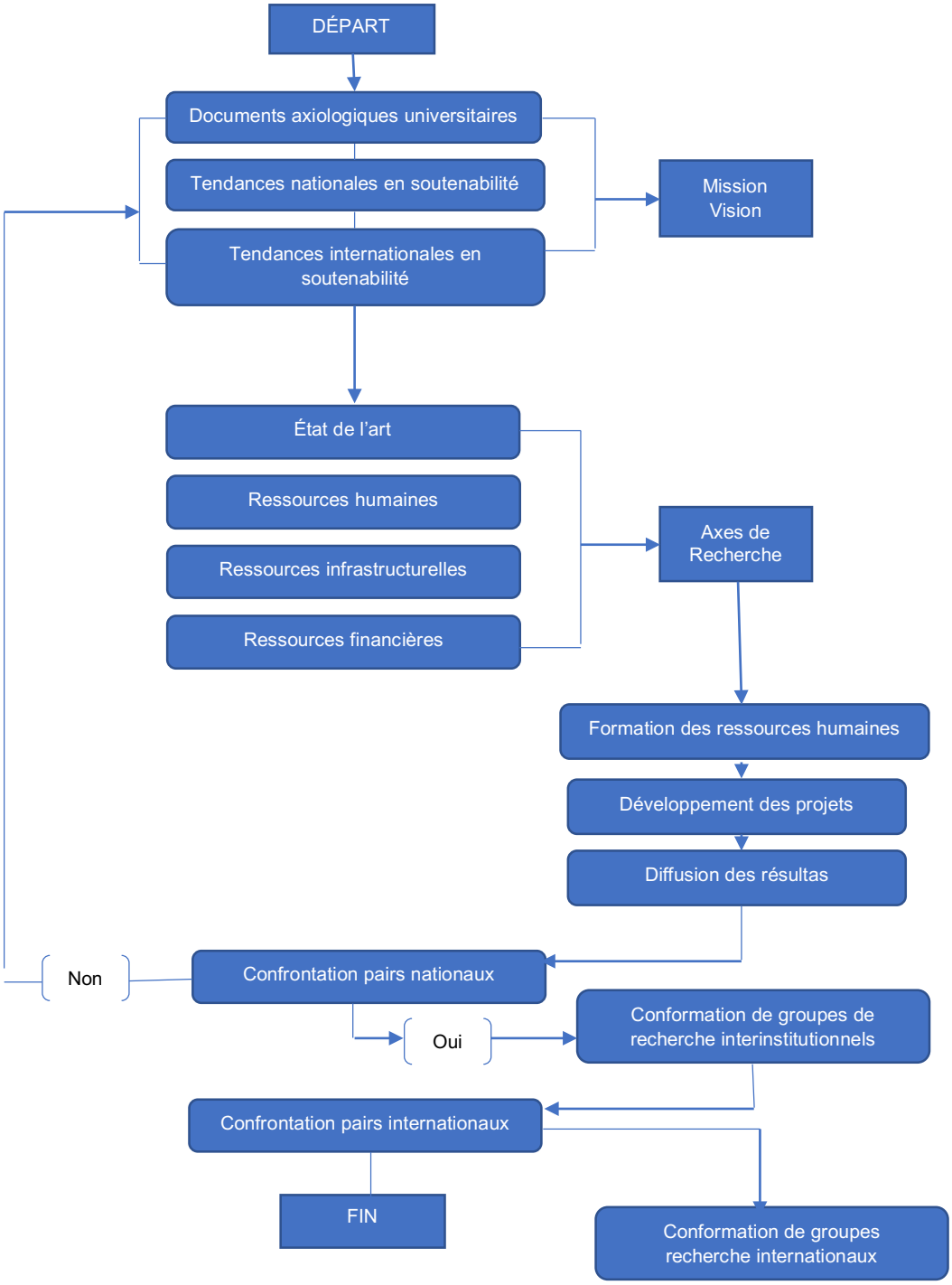
Nous avons conçu cet algorithme selon l'expérience acquise au laboratoire de thermodynamique et énergétique de l'Université de Perpignan. Et cela malgré le fait que l'algorithme se construit avec des informations de caractère qualitatif, et non quantitatif, comme serait le cas pour un projet en thermodynamique où les entrées sont des équations et où les sorties permettent de connaître le comportement thermique d'un modèle. Nous croyons bien que la séquence que nous venons de concevoir, si bien un peu *sui generis*, permettra de faire une mise en contexte claire des conditions initiales d'un *écosystème universitaire*, et envisage comme conditions finales la réussite de la fonction substantielle de la recherche dans l'établissement. De cette façon, nous pouvons schématiser les expériences présentées plus haut, pour envisager un modèle graphique qui puisse servir de point de réflexion pour concevoir des outils de gestion dans des contextes différents capables d'orienter le processus de direction de l'activité de recherche.

La Figure III.6 constitue l'algorithme de base pour concevoir un outil de gestion de la recherche, axé vers la soutenabilité, dans un contexte universitaire. Les entrées sont les suivantes. Premièrement, nous considérons les documents axiologiques universitaires, les tendances en soutenabilité mises en avant par les instances publiques nationales et les tendances promues par les instances supranationales en soutenabilité. Ces trois éléments permettent d'établir la mission et la vision qui seront sous-jacentes à l'activité de recherche. Deuxièmement, nous examinerons l'état de l'art de la recherche dans les différents programmes de l'établissement, ainsi que le potentiel en ressources humaines, les ressources infrastructurelles, particulièrement les laboratoires, et les ressources financières. Ces éléments, articulés aux premières entrées, permettent de définir les axes ou piliers de recherche institutionnels.

La route pour opérationnaliser ce parcours n'est autre que la démarche nécessaire pour lancer, développer et rendre visible la recherche. La boucle de rétroaction apparaît lors de deux moments de confrontation. D'une part, lors de la rencontre avec les pairs académiques du contexte national. Dans cette étape, si les résultats ne sont pas satisfaisants, le processus revient à son point de départ pour alimenter le système. Si, en revanche, les résultats sont satisfaisants, après l'application des indicateurs quantitatifs relatifs au nombre d'enseignants-chercheurs, au nombre des projets et groupes de recherches conformés et au nombre de citations de produits publiés, entre autres, alors le

processus continue vers l'évaluation dans un contexte international. D'autre part, la deuxième boucle se présente lors de la rencontre avec les pairs internationaux. Si lors de cette rencontre les résultats sont positifs, alors nous arrivons à l'aboutissement d'un processus et au départ d'un autre dans une perspective d'action projective.

Figure III.6. Algorithme pour concevoir un *outil gestion de la recherche* axée vers la soutenabilité, dans un contexte universitaire



Source : Mariño, 2020.

iii) Possibilités de synergie

À ce stade, nous voudrons proposer une analyse des expériences jusqu'ici présentées, ce qui nous permettra d'élargir notre réflexion sur les stratégies prévues pour donner une direction claire à l'activité de recherche dans les universités. L'objectif n'est autre que d'ouvrir les possibilités de synergie et de rapprochement entre les différentes disciplines, permettant aux chercheurs de s'ouvrir vers le développement de projets intégraux. Cela empêcherait le cloisonnement des savoirs et s'étendrait à la rencontre d'une approche interdisciplinaire.

Reprenons le terme « synergie », et reconnaissons la force qu'il représente pour le dialogue à établir entre les différentes disciplines qui gravitent dans le milieu universitaire. À travers la synergie nous pouvons comprendre le tout à travers l'interdépendance de ses parties. Sur ce point, Buckmister Fuller dans les lointains années 1970, nous éclaire ainsi :

> *Because synergy shows experimentally the behavior of whole systems unpredicted by behavior of the parts and because the known behavior of the whole and the known behavior of some of the parts (at least three) makes possible discovery of the required behavior of the other parts, I assume that all planning of humanity's economic, urban, and other under-takings must start with world trending and possible modifications of the total world environment*[286].

Il est clair que l'enseignement supérieur constitue le contexte par excellence pour établir des synergies entre les différentes disciplines. C'est ainsi que nous pourrons envisager le développement d'une recherche interdépendante, éloignée de l'entropie, cherchant la néguentropie, et en base à une véritable alliance interdisciplinaire, voire transdisciplinaire, fondée sur un objectif commun. Nous avons fait un modeste apport avec l'application d'un instrument nommé *organigrammes dynamiques,* qui a été conçu pour aboutir à la conception de projets interdisciplinaires.

Un autre point à reprendre dans cet aperçu analytique est l'engagement envers la soutenabilité qui a été récurrente dans les caractérisations que nous venons d'exposer des parcours sur la direction de la recherche universitaire. Mais nous avons également trouvé que, dans un pays comme la Colombie, la réponse aux difficultés en vigueur se dilue face aux problèmes de caractère urgent et prioritaire, et qui laissent parfois les problématiques d'ordre supranational dans une position secondaire.

Ainsi, nous voyons surgir presque un dilemme entre les crises d'ordre planétaire et les crises locales dans les pays d'Amérique latine. Dans le cas particulier de la Colombie, nous pouvons parler, par exemple, de l'accroissement de la pauvreté et de la misère à cause du conflit armé. Pour illustrer cette

[286] Buckmister Fuller, *Utopia or Oblivion,* "Design strategy", 385–386.

situation, remarquons que le Registre Unique des Victimes montre que, entre 1988 et 2018, il y a eu 7,3 millions de personnes déplacées dans le pays[287]. Ces chiffres sont alarmants puisqu'ils représentent un nombre significatif de la population du pays. Cette situation déclenche des crises dans les bidonvilles où les déplacés sont réduits à la misère. Comme Morin l'explique clairement, il y a une différence entre la pauvreté et la misère :

> *Il faut faire une différence entre pauvreté et misère : une famille qui vit sur un petit lopin de terre avec polyculture et animaux domestiques est pauvre mais a un minimum de dignité et d'autonomie, alors que les personnes arrachées à leur campagne pour être jetées dans les bidonvilles urbains se retrouvent dans une dépendance absolue, c'est-à-dire la misère*[288] .

Il faut signaler que la plupart des déplacés ont vécu dans un petit lopin de terre qui leur procurait un bien-être, mais avec le déplacement forcé, ils vivent maintenant dans des « ceintures de misère » dans les grandes et moyennes villes de la Colombie. Cette situation est un exemple des sujets qui devront être à la tête des préoccupations de la masse critique des chercheurs dans les universités, en quête d'une solution aux crises qui se présentent devant nous.

De manière générale, dans la plupart des pays de l'Amérique latine, les chercheurs devront être attentifs aux problèmes d'ordre social, et en particulier, à la violence. Cette violence est latente aujourd'hui et pourrait empirer avec l'exode de migrants vénézuéliens causé par le gouvernement du Président Nicolas Maduro et la crise humanitaire au Venezuela. Cette migration touche déjà toute l'Amérique latine. Seulement en Colombie, entre 2015 et 2019, le nombre de migrants a dépassé le million de personnes. Sur ce point, il serait important de faire une comparaison entre le *désastre de l'écologie social* dans les pays en voie de développement, que dénonçait Felix Guattari en 1989, et la situation des migrants vénézuéliens aujourd'hui en Colombie. Le désastre de l'écologie social, selon Guattari, n'est autre que « le travail des enfants qui est devenu plus important qu'il n'était au XIXe siècle »[289]. Ce désastre est aujourd'hui une réalité, et touche même les nouveau-nés, qui sont pris comme otages par leurs parents pour demander l'aumône dans les systèmes de transport massif des principales villes de Colombie. Ainsi, la qualité de vie de ces nouveaux nés se détériore à cause de la pollution acoustique, environnementale et virale, dans une situation qui se tourne ainsi *plus cauchemardesques que jamais*[290]. Nous pourrions continuer d'énumérer les problèmes qui touchent notre pays, mais l'idée fondamentale que nous voudrions avancer ici est que tout le talent appartenant aux universités doit se donner rendez-vous pour repenser les avant-postes sociétaux et se situer au plus près des entropies sociales de chaque pays.

Cet aperçu analytique nous permet de relever les points en commun des établissements d'enseignement supérieur du pays. En plus, à travers quelques réflexions succinctes d'ordre social à propos de nos pays latino-américains, nous considérons que les problématiques sociales constituent des données

---

[287] Gobierno de Colombia, «Unidad de víctimas». www.unidaddevictimas.gov.co
[288] Edgar Morin et Patrick Viveret, *Comment vivre en temps de crise,* 12.
[289] Guattari, *Les trois écologies*, 34–35.
[290] Cette expression est utilisée par Félix Guattari dans son œuvre *Les trois écologies*, mais pour parler de « la disparition des mots, des phases, des gestes de solidarité humaine ».

incontournables pour une développement de la recherche universitaire. Le milieu académique, étant donné sa raison d'être, est reconnu par la société comme une source capable de générer les possibilités pour un meilleur avenir pour les nouvelles générations. Il s'agit d'un environnement qui a une richesse en capital humain qui permet d'avoir un débat permanent et ouvert aux discussion dialogiques entre savoirs. En plus, comme le signale Thomas Piketty, c'est un milieu robuste, dans la mesure où il est moins frappé par les vagues économiques[291]. C'est pourquoi, comme nous l'avons dit dans la première section de cette partie, les propositions et les résultats de la recherche réalisée par l'ensemble des disciplines des universités autour des avant-postes sociétaux ou sur les besoins du contexte local, doivent être écoutés par l'ensemble de la société.

Jusqu'ici, nous avons pu présenter quelques faits sur les mutations de la soutenabilité dans l'enseignement supérieur en Colombie et nous avons proposé un aperçue analytique final pour ce contexte interdisciplinaire. Maintenant, pour continuer d'éclairer et construire la caractérisation de l'évolution et des transformations de la soutenabilité dans l'enseignement supérieur, nous allons nous concentrer sur une seule discipline : l'architecture.

3) Radiographie de la recherche architecturale colombienne

L'exploration des programmes d'architecture en Colombie nous permettra d'avoir une radiographie de l'état de la recherche dans cette discipline. Comme dans un entonnoir, nous allons passer des parcours et des accomplissements pluridisciplinaires vers une vision disciplinaire dans le champ de l'architecture. Lors des analyses précédentes, nous avons développé une vision intégrale des parcours universitaires autour de la recherche, et en particulier, la recherche en soutenabilité. Le propos de cette section et de donner un aperçu de la recherche en architecture et de sa possibilité de s'articuler à la durabilité. Pour cela, nous allons nous appuyer notamment sur une publication parue en 2005 sur l'état de l'art de la recherche dans les programmes de licence et master d'architecture[292]. À partir de cette publication, nous allons présenter le chemin parcouru par les Facultés d'architecture du pays en explorant leur feuilles de route pour le développement de la recherche. Cette section, particulièrement disciplinaire,

[291] Thomas Piketty, dans son livre *Le Capital au XXIe siècle*, examine le cas du rendement de capital des fonds patrimoniaux des universités nord-américaines pour être confinables et détaillés, une situation qui ne peut pas être étudiée avec les patrimoines privés (Thomas Piketty, *El capital en el siglo XXI* (Madrid : Fondo de Cultura Económica, 2014), 492–493.

[292] En Colombie l'enseignement de l'architecture dans les universités est généralement assuré par les Facultés d'Art, mais les appellations des facultés sont diverses : nous trouvons ainsi des facultés de design, d'architecture et urbanisme ou d'arts intégrés, entre autres.

constituera un point d'ancrage pour développer le quatrième chapitre de cette thèse, qui touchera de près la responsabilité de l'enseignement supérieur envers la durabilité.

a) Études exploratoires

Nous prenons comme point de départ une étude que nous avons réalisé pour le Conseil Professionnel National d'Architecture de Colombie[293], à savoir *L'état actuel de la recherche dans les programmes de licence et master d'architecture du pays*[294]. Cette étude présente un diagnostic général de la recherche au niveau de tous les programmes d'architecture en Colombie, en plus d'établir des critères généraux pour le contexte national et international sur la pertinence de la recherche dans cette discipline. Il s'agit d'une publication en trois chapitres. Le premier présente les orientations générales des organismes supranationaux sur la recherche en architecture. Le deuxième chapitre, désagrège la méthodologie utilisée, et le dernier apporte des conclusions et des recommandations. Nous allons faire une présentation très succincte des chapitres énoncés.

Le point de départ du premier chapitre est la pertinence de la recherche en architecture. Pour aborder ce sujet, l'étude s'appuie sur la Charte de la Formation en Architecture de l'Union International d'Architectes (U.I.A.), ainsi que sur les orientations de l'Unesco et du Programme Habitat, et sur les critères du ministère de l'Éducation nationale pour l'accréditation d'haute qualité des programmes. L'U.I.A. considère l'importance d'avancer vers une recherche centrée sur le potentiel des écoles d'architecture et exhorte les enseignants à prendre position par rapport aux grands défis sociaux et au dysfonctionnement des aménagements humains. Pour cette raison, elle exhorte aux communautés académiques à augmenter la recherche. Sur le point du dysfonctionnement des aménagements humains, il est clair que celui-ci se voit reflété dans *l'urbanisation massive* dont parle Morin, qui, sur la base des démographes, augure que pour le 2025 le 85% de la planète sera urbain. Il signale, en plus, que les mégapoles, comme celle de Tokyo à Osaka, seront « des villes asphyxiées, congestionnées et entourées de campagnes où il n'y aura que l'agriculture et l'élevage industrialisés, y compris l'élevage marin des saumons, des truites […] » [295]. Nous savons bien aujourd'hui que ces villes asphyxiées sont fragiles, comportent des

[293] Le Conseil professionnel national d'architecture et professions auxiliaires (CPNAPA) est un organisme appartenant à l'état. Il a été créé suite à la loi 435 de 1988, « Por el cual se reglamenta el ejercicio de la profesión de Arquitectura y sus profesiones auxiliares y se crea el Consejo Profesional Nacional de Arquitectura y sus profesiones auxiliares » (« Loi qui réglemente l'exercice de la profession d'architecture et ses professions auxiliaires et se crée le Conseil professionnel d'architecture et ses professions auxiliaires »).

[294] Consejo profesional Nacional de Arquitectura y sus profesiones Auxiliares, Susana Mariño, *Estado actual de la investigación en los programas de pregrado y posgrado de arquitectura del país* (Bogotá: Gráficas Visión), 2005.

[295] Morin, *Penser Global*, « L'ère planétaire », 75.

multiples risques pathogènes de caractère viral et ont un fort potentiel pandémique. La fragilité dans les villes se manifeste aussi par les effets de la conurbation, qui constitue une prémonition dans la création des mégapoles. À Bogota, le développement urbain nord-sud présente un phénomène de conurbation vers les villes les plus proches, et la campagne qui l'entoure est saturée de cultures industrialisées de fleurs cultivées sous serres et avec l'utilisation des engrais riches en phosphates[296].

L'Unesco, pour sa part, lors de son « Forum of Higher Education, Research & Knowledege », qui a eu lieu à Paris en 2004, a abordé des thèmes cruciaux tels que : la globalisation avec les phénomènes de mobilité, d'aperture aux échanges intellectuels et du pluralisme, la transformation de l'enseignement supérieur et la recherche, le défi du financement, les tendances de la recherche et le développement qui avancent dans les pays développés dans une variété des contextes, universités, centres de recherche, instituts privés et industries, les changements des modèles pour la création de connaissances, et l'importance de définir des nouveaux modèles pour l'application des connaissances, en particulier de caractère interdisciplinaire et comptant sur des profils hétérogènes[297]. Ces directives de l'Unesco servent d'orientation pour toutes les disciplines. Dans le cas de l'architecture, dans le contexte du cadre bâti, dans le contexte de l'intervention urbaine et dans le contexte de la construction d'habitat, nous rencontrons des défis qui permettront de cibler des directrices de recherche.

De notre part, nous voudrions mentionner un autre thème d'analyse qui demande également une attention importante, à savoir le nombre d'architectes diplômés chaque année et leurs opportunités d'insertion professionnelle. Selon le système d'information du ministère de l'Éducation nationale, entre 2001 et 2017, le nombre total de diplômés, toutes disciplines comprises, a été de 4 290 760[298]. Mais selon un sondage de l'Observatoire du Marché du Travail, un 10% des diplômés affirme rencontrer des difficultés pour trouver un travail, et un 21% assure que les travaux qu'ils réalisent sont plutôt de niveau Bac+1 ou Bac+2[299].

Le Programme Habitat des Nations Unies, pour sa part, lors du Forum Urbain Mondial de Barcelone en 2004, affirme que les problèmes des aménagements urbains et ruraux doivent être pris en charge par les architectes. Les axes du Forum s'orientaient vers la culture urbaine, en relation à la

---

[296] Ajoutons que, en 2005, le Conseil National de l'Ordre des Architectes français a publié sa charte avec un fort engagement envers la soutenabilité : « L'architecture au cœur du développement durable ». Plus tard, dans l'année 2010, il a publié une nouvelle charte sur « une architecture responsable », qui a été partagé avec l'U.I.A. URL= https://www.architectes.org/actualites/nouvelle-charte-d-engagement-des-architectes-pour-une-architecture-responsable

[297] Selon information contenue dans l'étude réalisée pour le Consejo profesional Nacional de Arquitectura y sus profesiones Auxiliares (Mariño, *Estado actual de la investigación en los programas de pregrado y posgrado de arquitectura del país*, 10–11).

[298] Ministère de l'Éducation Nationale, Observatorio laboral del empleo, URL= https://ole.mineducacion.gov.co/portal/

[299] Juan Pablo Mondragón, « Mercado laboral de graduados de educación superior », in *Ministerio de Educación Nacional de Colombia* (2019), URL= https://www.ole.mineducacion.gov.co/1769/articles-387151_recurso_1.pdf

globalisation des cultures et son utilisation dans l'aménagement, la réhabilitation et l'administration des villes, la réalité urbaine à travers les politiques et législations qui devront implémenter les objectifs du millénium, et l'administration urbaine et son articulation avec les secteurs publics et privés comme facteur déterminant dans un processus d'urbanisation[300].

Pour compléter ce parcours international où les organismes supranationaux ont établi des directrices qui touchent les parcours d'architecture, la publication de 2005 présente un aperçu de trois facultés d'architecture dans le contexte latino-américain (en Argentine, au Brésil et au Mexique). La caractéristique la plus remarquable du programme d'architecture de l'Universiade Federal do Rio Grande do Sud de Porto Alegre, au Brésil, est de compter avec un centre de recherche, considéré depuis 40 ans comme le premier centre à avoir adopté une position critique à propos de l'architecture moderne brésilienne. En 2005, dans cet établissement, 40% des professeurs du programme d'architecture avait le titre de docteur et comptait en plus avec un programme de Doctorat en Architecture. Pour faire une parallèle avec le cas colombien, actuellement les universités privées ont commencé à augmenter le nombre de docteurs dans leur corps enseignant, mais il s'agit d'un phénomène assez récent qui obéit aux demandes du ministère de l'Éducation nationale sur le caractère obligatoire de la recherche de haut niveau. Les données présentées par le ministère de l'Éducation nationale signalent que, en 2010, les docteurs enseignant dans les universités, tous les programmes compris, représentaient le 5% du total des enseignants des universités ; en 2016, cette proportion atteignait le 7%[301].

D'autre part, dans le cas de l'Université de Buenos Aires, le profil des diplômés du Programme d'architecture s'ouvre vers l'industrie grâce à l'incorporation de laboratoires spécialisés dans la production de matériaux et processus. La faculté comptait déjà avec dix-sept programmes de spécialisation, un Master de recherche en design architectonique avancée et un Doctorat en architecture. Nous considérons que le fait d'utiliser les laboratoires de l'université constitue une démarche particulière de cette faculté, qui permet aux diplômés de diversifier leur profil pour s'adapter à un marché du travail également divers. Nous pouvons faire un parallèle avec le cas colombien, à propos de la possibilité d'élargir les profils des étudiants en architecture ou dans d'autres disciplines. Dans ce sens, nous pouvons remarquer que, à partir de l'année 2006, quelques universités privées, très reconnues dans le milieu académique[302], ont ouvert les possibilités aux étudiants de suivre deux programmes au même temps, par exemple l'architecture et le design industriel.

Enfin, la recherche dans le programme d'architecture à l'UNAM (Université Nationale Autonome du Mexique) tourne autour des problématiques nationales.

---

[300] Susana Mariño, *Estado actual de la investigación en los programas de pregrado y posgrado de arquitectura del país,* 11-12.

[301] Données du *Anuario estadístico de la educación superior colombiana*, Ministerio de educación nacional, (Bogotá: Imprenta nacional de Colombia, 2017), URL= https://www.mineducacion.gov.co/sistemasdeinformacion/1735/articles-360745_recurso_1.pdf

[302] Nous parlons en particulier des universités EAFIT et de l'Université de la Sabana.

Rappelons que les universités lassaliennes mexicaines alignaient également leur recherche avec les problèmes sociaux d'ordre local. Dans le cas du programme d'architecture à l'UNAM, la coordination de la recherche scientifique se fait à travers le Secrétariat de recherche et développement. Ce secrétariat est chargé de la gestion financière de la recherche et fait appel au cofinancement à travers la participation dans des appels à projets d'organismes internationaux. L'université a des masters en architecture, ainsi qu'un doctorat, ce qui permet la réalisation d'une recherche de haut niveau. En Colombie, la totalité des financements des projets de recherche sont pris en charge par les universités. Ainsi, une stratégie pour diversifier les ressources pour faire de la recherche est de travailler à travers des alliances stratégiques avec d'autres universités, où chacune met à disposition les ressources humaines, logistiques ou infrastructurelles nécessaires. Une autre source pour financer la recherche dans en Colombie, c'est à travers le ministère de Science, Technologie et Innovation (anciennement Colciencias), l'organisme publique qui ouvre annuellement des appels à projets pour accéder aux financements. Pour apporter quelques chiffres parlants, dans l'année 2013 le pourcentage du PIB prévu pour la recherche en Colombie était au-dessous de 0.5%, au Brésil ce pourcentage se situait en 0,52%, au Japon, 3.5% du PIB, et dans l'Union européenne, 1.92%[303].

Ces trois exemples donnent un aperçu de trois grandes universités latino-américaines avec des programmes d'architecture reconnus. Nous voyons que le point en commun entre elles c'est d'avoir des doctorats en architecture qui leur permet d'avancer dans la recherche en architecture. En Colombie, comme nous l'avons mentionné, le nombre de docteurs continue d'augmenter en relation à la totalité d'enseignants dans les universités. Ainsi, les programmes d'architecture, soucieux d'augmenter le nombre d'enseignants docteurs, ont commencé à donner des commissions d'études doctorales aux enseignants, qui, à travers la signature d'un contrat, s'engagent à continuer leur travail avec l'établissement pendant une durée de temps égale au double de la durée de la commission.

b) Contextualisations

Le deuxième chapitre de l'étude réalisé pour le Conseil national d'architecture et ses professions auxiliaires, a pris en considération les directrices données par le Conseil National d'Accréditation. Les directrices pour la recherche de cet organisme se rangent dans deux créneaux : le premier appartenant à la formation en recherche qui suivent les étudiants dans son parcours académique, et le deuxième, relatif à l'engagement de l'établissement envers la recherche en termes des indicateurs suivants :

[303] UNESCO, "Informe de l'UNESCO sobre ciencia: hacia el 2030, panorama de América latina y el Caribe", URL= https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000265331

> *[…] l'existence de critères et politiques institutionnelles pour faire de la recherche ; le pourcentage de professeurs du programme qui font de la recherche, en contrepartie au nombre total d'enseignants du programme ; le nombre de groupes de recherche avec des projets en développement ; et le nombre de publications en revues indexées*[304].

Dans l'étude, nous avons choisi ces mêmes indicateurs pour construire les instruments qui ont été appliqués pour recueillir l'information de base.

Pour permettre au lecteur d'avoir une vision intégrale de la démarche de cette étude, nous transcrivons le paragraphe de la publication sur les observations générales :

> *Cette brève incursion dans le panorama national et international permet d'établir les directrices et critères de base pour avoir une vision critique de la situation actuelle et prospective de la recherche dans les programmes d'architecture du pays. Faire une réflexion sur ces sujets peut modifier ou élargir les référents conceptuels que définissent les lignes de recherche existantes. Nous ne pouvons pas renoncer au besoin de se contextualiser et de générer des connaissances sur les sujets critiques de notre entourage, en moyennant l'augmentation de la capacité d'innovation technologique, l'articulation entre les secteurs publics et privés et avant tout l'engagement des programmes pour former corps de chercheurs pour l'innovation et le développement dans des champs stratégiques*[305].

De cette façon, il est possible de voir si la recherche en architecture répond réellement aux besoins de la société ou si elle est dirigée vers la conception de stratégies pédagogiques pour l'enseignement en architecture. Parallèlement, nous pouvons voir si les axes ou les lignes de recherche obéissent aux besoins de la communauté académique, de la société, ou plutôt s'ils obéissent aux tendances d'ordre supranational.

La Figure III.7 nous situe dans un contexte académique-géographique. La Colombie est divisée en 4 régions liées à la physiographie du pays : la région centrale ou région andine, la région atlantique, la région pacifique, les plaines orientales et la région amazonienne. Les nœuds rassemblent les départements où l'on trouve des programmes d'architecture. La plupart sont situés dans la région montagneuse centrale, dans la région Atlantique, et dans la région Pacifique. Dans la région des plaines et la région amazonienne la présence d'universités, et également des programmes d'architecture, est très réduite.

La méthode

L'étude a été proposée par le CPNAPA et a constitué un diagnostic de tous les programmes d'architecture du pays[306]. Cette publication est le résultat de cinq mois de travail où nous avons utilisé des sources primaires et

---

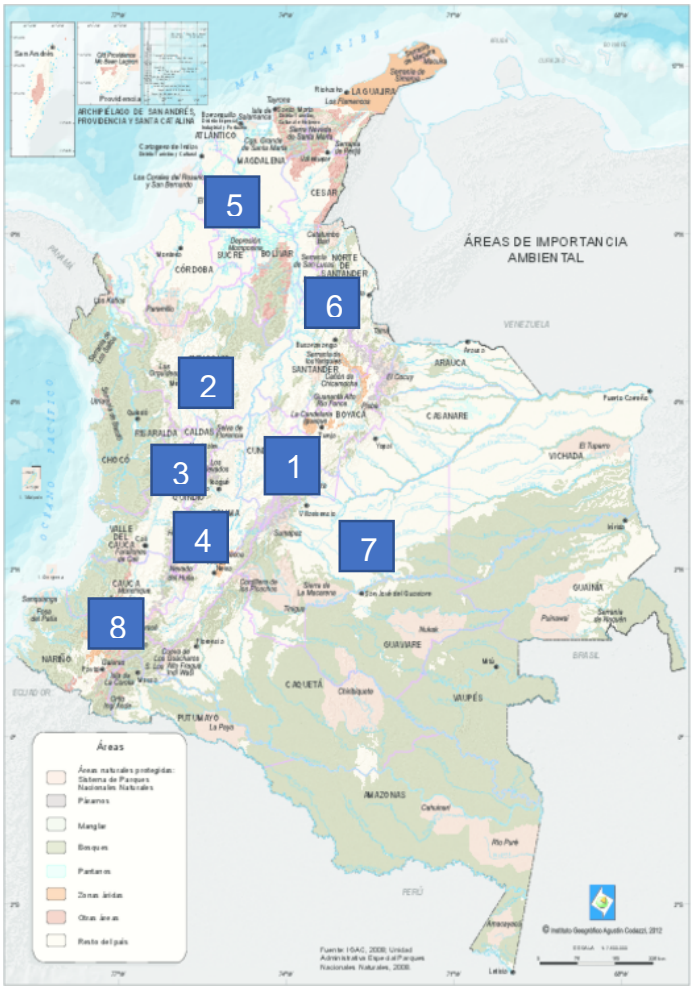
[304] Consejo Nacional de Acreditación, *Lineamientos para la acreditación de programas*, (Bogotá: ministère de l'Éducation nationale, 2005).

[305] Susana Mariño, *Estado actual de la investigación en los programas de pregrado y posgrado de arquitectura del país,* 18.

[306] Le CPNAPA nous a demandé de réaliser une conférence pour les doyens présents à la XIII Biennale d'architecture 2005, afin de faire connaître les résultats de la publication.

secondaires d'information. Pour recueillir les informations nécessaires nous avons appliqué les instruments de mesure à 87.5% de la population totale dans les programmes d'architecture du pays, ce qui constitue un échantillon très important. L'objectif général était de présenter un aperçu sur l'état de l'art de la recherche dans les programmes de licence et master. Comme corollaire nous apportons des éléments pour la formulation d'une vision stratégique qui oriente la recherche dans les programmes d'architecture et sa contribution à la génération de nouvelles connaissances.

Figure III.7. Les principaux nœuds universitaires avec des programmes d'architecture en Colombie



Source de la carte : https://geoportal.igac.gov.co/contenido/tematicos

Nœuds des programmes d'architecture - Les points bleus montrent les nœuds d'universités ayant des programmes d'architecture. Les clusters universitaires se concentrent dans les départements de la région andine, de la région atlantique et de la région pacifique. Le nœud No. 1 rassemble les programmes de la capitale du pays, et des départements de Cundinamarca et de Boyacá. Le nœud No. 2 rassemble les programmes dans les départements d'Antioquia et Risaralda. Le nœud No. 3 rassemble les départements de Caldas, Chocó et Quindío. Le nœud No. 4 rassemble les départements de Tolima, Huila et Valle de Cauca. Le nœud No. 5 rassemble les départements d'Atlantico, Magdalena, Sucre, Córdoba et Bolívar. Le nœud No. 6 rassemble les départements du Norte de Santander et Santander. Le nœud No. 7 rassemble les programmes du département du Meta. Le nœud No. 8 rassemble les programmes de Nariño et Cauca.

La population objet d'étude est constituée par tous les programmes d'architecture du pays, à savoir 76 programmes appartenant à 37 établissements d'enseignement supérieur[307]. En relation aux programmes post-licence

[307] Le nombre d'universités et le nombre de programmes sont différents étant donné que certaines universités ont plusieurs sièges dans les principales villes du pays.

particulièrement, le nombre de programmes de masters était de 14 et de spécialisations (master 1) 22, la plupart appartenant à des universités publiques[308]. Nous avons utilisé un échantillonnage stratifié pour diviser cette population hétérogène en trois groupes : les programmes accrédités d'haute qualité (Groupe A), les programmes avec un « registro calificado » (Groupe B), et les programmes seulement enregistrés auprès du MEN (Groupe C). L'application de la formule de Kish[309] a définit la quantité de programmes dans chaque groupe.

Deux unités d'analyse ont été choisies. La première faisait référence à la Gestion de la recherche en relation à l'existence de politiques, d'assignation budgétaire, de groupes et lignes de recherche, de plans d'action, de la formation des enseignants et de l'existence de réseaux de recherche. La deuxième unité d'analyse faisait référence à la portée de l'activité. Elle est de caractère quantitatif et concerne le nombre de centres de recherche, de groupes, de projets et ses publications, de réseaux, de pourcentages d'heures par professeur pour faire de la recherche, ainsi que l'infrastructure existante. Ce dernier point concerne les espaces de travail pour les chercheurs, les équipes et les laboratoires spécialisés[310].

Nous avons utilisé trois instruments pour recueillir les données : des questionnaires, des entretiens et l'observation de la structure. Ces instruments ont été appliqués aux différents acteurs, parmi lesquels on trouvait les directeurs chargés de la recherche, les directeurs des programmes, les directeurs de recherche à l'intérieur du programme, les coordinateurs des centres et des groupes de recherche, les professeurs chercheurs et les étudiants. Des matrices et des graphiques ont été utilisés pour codifier les unités d'analyse. Les fréquences relatives ont été calculées. L'information recueillie était de caractère confidentiel, ce qui explique que le nom des institutions n'apparaît pas sur la publication, mais seulement les résultats par échantillonnage.

Résultats

À travers la lecture des graphiques qui ont été construits pour codifier les unités d'analyse, l'étude a répondu aux indicateurs. Nous voudrions présenter ici un exemple des résultats de l'application de l'unité d'analyse B, relative à la portée de l'activité de recherche dans les tableaux suivants.

[308] Données de 2005. Source : SNIES ou Système d'Information en Enseignement Supérieur du ministère de l'Éducation nationale.
[309] Formule de Kish : kSh=n/N où n est la taille de l'échantillon et N est la population.
[310] Susana Mariño, *Estado actual de la investigación en los programas de pregrado y posgrado de arquitectura del país,* 20–21.

Tableau No. 1 Unité d'analyse B, quantification de indicateurs – Programmes Groupe A

Programmes	F. Ex	CR	GR	RC	P	Publ	P.Ex	Re	Rec	Heur	Conf	Sem	St
Pr # 1	3	3	3	2	25	20	15	1	4	20	20	Oui	Oui
Pr # 2	5	3	5	4	18	17	10	2	Na	10	24	Non	Oui
Pr # 3	0	0	1	1	3	1	1	0	1	20	2	Non	Oui
Pr # 4	7	3	8	6	39	42	20	2	Na	12	na	Oui	Non

Tableau No. 2 Unité d'analyse B, quantification de indicateurs – Programmes Groupe B

Programmes	F. Ex	CR	GR	RC	P	Publ	P.Ex	Re	Rec	Heur	Conf	Sem	St
Pr # 1	0	0	0	0	4	0	0	0	0	Na	0	Non	Oui
Pr # 2	0	0	0	0	12	8	0	0	0	6	0	Non	Non

Tableau No. 3 Unité d'analyse B, quantification de indicateurs – Programmes Groupe C

Programmes	F. Ex	CR	GR	RC	P	Publ	P.Ex	Re	Rec	Heur	Conf	Sem	St
Pr # 1	1	1	1	0	3	2	0	0	0	6	0	Oui	Oui
Pr # 2	1	1	1	1	10	4	1	1	0	15	0	Oui	Oui
Pr # 3	0	0	1	1	3	2	0	0	0	10	2	Oui	Non
Pr # 4	0	0	1	1	1	0	0	0	0	8	0	Oui	Non

Où :
Pr # x Programmes des Groupes A, B ou C
F. Ex Financement externe
CR Centres recherche
GR Groupes de recherche
RC Groupes registrés sur Colciencias
P Projets développés ou en cours
Publ Publications (livres ou chapitre de livres)
PEx Publications en revues reconnues
Re Réseaux
Rec Résultats reconnus
Heurs Heures par enseignant pour faire de la recherche
Conf Conférences résultats de recherche
Sem Séminaires de recherche (avec participation d'étudiants)
St Salles de travail

Source : CPNAPA, Mariño, Susana, 2005, 33-34

À partir des résultats présentés dans ces tableaux nous pouvons conclure, en relation à l'Unité d'analyse B, que dans la totalité des universités (Groupes A, B et C) il existe des politiques et directrices de recherche. Les établissements ont

défini un budget pour le développement de cette activité et les établissements, en particulier du Groupe A, ont participé aux appels à projets de Colciencias[311]. Les programmes du groupe A ont également définit des actions à court, moyen et long terme pour le développement de la recherche. En général, toutes les universités se sont préoccupées de donner la formation épistémologique nécessaire pour la recherche, mais seulement les programmes de catégorie A ont des centres de recherche ou des agences d'architecture comme consultantes. À partir des données présentées dans ces tableaux, nous pouvons voir la différence qui existe entre les résultats du Groupe A et les programmes du groupe B ou C. Dans ces derniers, en effet, les produits et les moyens pour faire de la recherche sont limités, il n'existe pas de réseaux reconnus et les résultats des projets n'ont pas un impact significatif[312].

Quant aux ressources financières pour développer la recherche, les établissements du Groupe A, en plus des financements internes, sont en quête de fonds externes à l'université. Pour les Groupes B et C, en revanche, les universités ont apporté le financement total des projets. En relation à la définition des lignes de recherche, les résultats montrent qu'il y a des programmes qui ont défini une ou deux lignes de recherche avec des résultats mesurables et reconnus, mais dans d'autres programmes, les lignes de recherche avancent tous azimuts.

Tout ceci renforce notre position sur la recherche dans l'enseignement supérieur et sur le potentiel que représentent les ressources humaines, logistiques et financières, sans lesquelles aucun accomplissement ne serait possible. La publication présente aussi les résultats d'un sondage sur le type de recherche que réalisent les enseignants. Les résultats montrent que la plupart de la recherche se dirige vers des objectifs curriculaires pour améliorer l'enseignement ou vers la solution de problématiques locales. Elle n'est donc pas axée vers les problèmes d'ordre supranational.

En relation aux programmes de master, nous observons deux scénarios. D'une part, dans les programmes du Groupe A, avec le label d'accréditation d'haute qualité, il existe des centres et des groupes de recherches qui appartiennent plus à la faculté qu'aux programmes. D'autre part, à propos des programmes de master dans les établissements des Groupes B et C, l'étude conclut qu'il n'y a pas de processus de recherche étant donné que les enseignants sont des invités externes, hormis le coordinateur du programme. Pour cette raison, le résultat est décourageant : il n'existe pas de recherche à ce niveau.

---

[311] À partir du 30 janvier 2020, Colciencias est devenu le ministère de Science, technologie et innovation.

[312] Susana Mariño, *Estado actual de la investigación en los programas de pregrado y posgrado de arquitectura del país,* 23–24.

Sur la dernière partie de l'étude nous proposons des recommandations générales pour améliorer la recherche dans les programmes d'architecture. Nous citerons ici deux de ces recommandations. Premièrement, il est nécessaire de synchroniser les relations entre les programmes d'architecture de différentes universités pour établir des projets interinstitutionnels. Deuxièmement, il faut répondre aux appels aux projets des organismes nationaux et internationaux pour trouver des sources de financement externes. Et troisièmement, il est nécessaire de structurer des alliances stratégiques entre les facultés d'architecture et les organismes publics pour définir des politiques académiques pour la recherche.

Actuellement, les programmes d'architecture ont besoin de produire des réflexions sur les avant-postes sociétaux. Le propos d'avoir présenté dans cette publication ces recommandations n'était autre que de permettre aux directeurs des programmes d'articuler leurs axes de recherche avec des sujets d'intérêt supranational et national. Tout cela permet de contribuer à fournir des réponses cruciales, dans le contexte de l'architecture, face aux multiples crises mondiales, qui déjà en 2005 étaient en plein débat, et en particulier celles qui touchaient le milieu urbain ou le milieu du bâti.

Point d'ancrage

Reprenons le fil de notre propos autour de deux éléments : la soutenabilité et l'enseignement de l'architecture, où peu à peu nous convergeons vers une construction, déjà avancé dans la première section de cette partie, qui apporte un éclairage sur la triade soutenabilité, enseignement supérieur et appropriation sociale des enjeux du XXème siècle.

Dans une première approche, nous avons présenté de manière succincte, mais complète, l'état de l'art de la recherche en architecture dans le contexte des Facultés d'architecture du pays. L'échantillon représentant le 87% des programmes d'architecture assure la fiabilité des résultats obtenus. Dans le cas de cette étude, nous pouvons être certain que nous avons réussi à contextualiser les orientations fournies par les entités internationales d'incontestable pertinence en relation à la recherche en architecture. D'un côté, la U.I.A. qui parle du dysfonctionnement des espaces urbains et du besoin d'orienter la recherche vers ces créneaux ; et de l'autre côté, l'Unesco qui nous présente les thèmes cruciaux à aborder pour toutes les disciplines, y compris l'architecture. Ces données ont permis d'élaborer les questions qui ont été appliqués pour l'ensemble de l'échantillon. Le résultat nous a confronté à une première réalité à cette époque : dans les programmes d'architecture il y a un manque de politiques et d'actions claires pour instaurer la recherche dans les orientations des établissements. La deuxième est que cette étude, qui a été objet d'une publication, a été distribué dans l'ensemble des facultés d'architecture du territoire national, et a pu

contribuer à être un détonateur pour concevoir des politiques de recherche fortement ancrées aux objectifs établis par les instances nationales et internationales.

4) Recherche scientifique et appliquée

Nous finissons cette section en abordant une question fondamentale, à la base de la caractérisation de la recherche dans les programmes d'architecture en Colombie : c'est la question de savoir si l'architecte, avec la formation qu'il suit aujourd'hui, a la capacité d'aboutir à un projet de recherche scientifique ou d'innovation, ou si en revanche sa place serait plutôt d'avancer vers le développement de la recherche appliquée. Nous traitons brièvement cette question en proposant une réflexion sur le sujet incontournable de l'enseignement de l'architecture. Pour aller dans le sens d'une réponse à cette question, nous considérons que l'architecte, dès sa formation, doit faire face aux nouvelles tendances. Aujourd'hui, par exemple, la *résilienc*e fait partie des débats actuels ; nous finirons donc cette partie en portant un regard sur la résilience dans les espaces urbains.

a) Architecture environnementale et scientifique

Une nouvelle conception de l'architecture est envisageable. L'essor d'une *architecture scientifique* permettra aux créateurs du cadre bâti d'être formés dans des domaines qui leur permettront de créer des scénarios au temps présent inimaginables. Qu'est-ce que l'architecture scientifique ? Elle n'est autre chose que l'architecture liée à l'enseignement des principes de la thermodynamique, de la physique, de la chimie ou même des mathématiques, ce qui permettra le développement de nouvelles aptitudes, de nouveaux instruments et de nouvelles compétences dans les étudiants, pour construire les habitats des générations futures.

La deuxième partie de cette thèse articulait déjà la thermodynamique à l'habitat solaire, annonçant une architecture fièrement engagée vers une nouvelle vague plus respectueuse de l'environnement et des besoins humains, et avec des apports enrichissants pour un créateur de l'habitat du futur. La créativité d'un concepteur de cadre bâti, couplée avec les connaissances en sciences dures, peut concevoir des nouvelles formes de créer les espaces bâtis. Mais sur ce point reste une incontournable préoccupation : le temps nécessaire pour former un architecte scientifique. Il est difficilement imaginable que cinq ans

(3 de licence et 2 de master) suffisent à former un architecte avec une visée scientifique qui lui permette d'appliquer sa capacité créatrice pour promouvoir des nouveaux paradigmes de conception architecturale. Malgré cela, l'horizon se présente ouvert : l'articulation de l'architecture avec les sciences biologiques, par exemple, semble bien envisageable. Dans le deuxième chapitre nous avons présenté un exemple d'aménagement du territoire soutenable, en voyant comment le *Torquigener albomaculosus* construit devant nos yeux un habitat entièrement soutenable.

La capacité humaine est encore à explorer, ainsi que la capacité créative de l'architecte et sa manière de trouver des réponses de plus en plus profondes. L'univers complexe de Morin encourage cette recherche vers la création d'une nouvelle forme d'imaginer les univers construits en tâchant de ne pas se fermer dans les certitudes car, comme il le souligne bien :

> Aujourd'hui, même les sciences les plus avancées affrontent des incertitudes, comme la microphysique et l'astrophysique, Notre vie elle-même est très incertaine et l'avenir de l'humanité l'est tout autant. C'est pourquoi l''enseignement doit comporter l'affrontement de ces incertitudes [313].

La création d'un nouvel architecte est une exploration qui rencontre un nombre important d'incertitudes. Mais les temps changeants nous incitent à envisager un avenir différent, proactif, ouvert, défiant, mais confiant, qui se mobilise vers une évolution nécessaire, dans l'ère planétaire de la globalisation. Nos villes asphyxiantes, congestionnées, pathologiques, virales, et tellement fragiles, nous demandent désespérément un changement immédiat.

b) La résilience dans les espaces urbaines d'aujourd'hui

Le possible essor d'une architecture scientifique sert de prémisse pour considérer qu'une telle formation préparerait les diplômés en architecture à naviguer, en tant que chercheurs, dans les courants actuels de la résilience urbaine. Ici, nous allons seulement mentionner les plusieurs sujets de travail sur la résilience qui pourront devenir des sujets de travail interdisciplinaire au sein des *écosystèmes interdisciplinaires de la recherche* universitaire en Colombie.

Dans le dossier *Les ressorts de la résilience territoriale,* de *La revue Urbanisme* de novembre 2020, on trouve plusieurs sujets qui ont été proposés comme réponse à la crise sanitaire COVID-19. Antoine Loubière, dans la présentation du dossier, écrit : « En cette rentrée 2020, chacun se revendique *résilient* face à la crise sanitaire, économique et social, responsable politique ou même personne physique »[314]. En base à ce numéro, nous avons choisi les thèmes qui s'alignent autant vers la pratique de l'architecte, comme vers les

[313] Morin, *Penser Global,* « L'humain et son univers », 36.

[314] Antoine Loubière a été le coordinateur du dossier "Les ressorts de la résilience territoriale", *La revue Urbanisme,* No. 418, novembre 2020, p 37.

exigences de la résilience, où la confluence de différents disciplines est nécessaire pour accomplir des projets de caractère intégral.

Le premier article conçoit la ville de Marseille comme un laboratoire urbain. Les auteurs Christian Brunner, Anne Berney et Laurent Couture, de l'Agence d'urbanisme de l'agglomération marseillaise, soulèvent les effets de la pandémie a trois échelles : l'échelle du logement, où sont concentrées les activités de travail, éducatives, sportives et de loisirs ; l'échelle de voisinage, où les déplacements se limitent à 1 kilomètre à la ronde ; et l'échelle territoriale, où l'exode vers la ruralité devient un commun dénominateur. Pour sa part, le professeur Emmanuel Vigneron[315] propose un aperçu sur le système de santé face à la pandémie de COVID-19. Il parle du rôle des établissements hospitaliers dans les petites et moyennes villes rurales face aux épidémies. Julie Lannou, Marlene Le Guiet et Léa Finot, dans leur article « Les tiers-lieux centrifuges de projets », élaborent des observations sur les relations dans les « lieux hybrides entre travail et société », des espaces transitoires qui ont été adaptés pour les besoins des habitants pour une période déterminée.

Enfin, un sujet qui est devenu un important défi comme résultat de la crise sanitaire est la mobilisation. À cet égard, comme réponse à la pandémie, le paysage devient multiple. Sur ce sujet, l'article « La bataille des usages » de Jean-Pierre Charbonneau aborde les nouveaux questionnements que nous affrontons à cause de la COVID-19: la place des piétons, l'espace des cyclistes, la distanciation physique[316]. Comme réponse rapide des villes, dit Charbonneau, « Il a fallu aménager vite, répondre aux problèmes précis tenus pour essentielles : la santé ou les corps de mouvements. On a dû être pragmatique et utiliser les moyens à disposition, être rapides, durables mais pas pour l'éternité : on ne connaît pas l'avenir ». Cependant, une question reste ouverte : pouvons-nous considérer aujourd'hui que toutes les grandes villes du monde on réagit de la même façon ?

La résilience des espaces urbains a besoin d'avoir un regard interdisciplinaire. La présentation de cette section nous met en garde face à un scénario d'une grande complexité, et sert de préambule pour notre prochain chapitre sur la durabilité et sur la formation, à haut niveau, de futurs professionnels capables de se mobiliser dans une actualité changeante, où la résilience doit être omniprésente et où nous devons être prêts à répondre aux *inattendu*s, comme ceux de l'actuelle crise sanitaire.

La grande question sera de savoir si en Colombie nous avons répliqué les mêmes démarches face aux effets de la pandémie. Celle-ci est une question qui pourra être considérée comme projet de recherche au niveau régional, par exemple, pour l'ensemble des pays de l'Amérique latine. Une chose au moins est certaine : le tsunami pandémique nous a mis face à une réalité en face de laquelle nous nous sommes sentis dans l'obligation de faire un apport. C'est pour

---

[315] Emmanuel Vigneron, "Défense du réseau des hôpitaux des proximité" , *La revue Urbanisme*, No, 418, novembre 2020, pp. 64-65.
[316] Jean-Pierre Charbonneau, "La bataille des usages", *La revue urbanisme*, No. 418, novembre 2020, pp. 52-53.

répondre à cet objectif que nous avons réservé la dernière section de la prochaine partie.

IV. Pilotage académique de la filière durable

Dans cette partie nous voudrions mettre en valeur les mutations de la filière durable dans une période comprise entre 2010 et 2018, et montrer, à travers l'analyse des plans d'études, le positionnement de la soutenabilité dans l'enseignement supérieur en Colombie. De cette façon, nous pourrons conclure le compte rendu de ces transformations au sein du contexte universitaire et diriger nos efforts à la caractérisation de la recherche comme un facteur incontournable pour la mise à jour des programmes académiques.

Suivant cet objectif, nous allons commencer par présenter une radiographie séquentielle des groupes de recherche en soutenabilité crées en Colombie, et nous verrons comment, à travers d'eux, des nombreux programmes de master et doctorat ont surgi. Ensuite, dans le contexte de l'architecture, nous allons examiner le moment où les premières inquiétudes sur la durabilité ont vu la lumière du jour dans le pays. Pour poursuivre la vague environnementale et éclairer la façon dont elle a ouvert un espace dans les parcours de la recherche, nous allons nous intéresser à l'analyse d'une faculté d'arts intégrés et à son traitement de la direction de la recherche. Ici notre exposé sera ample, dans la mesure où nous considérons important de faire une exploration détaillée. Enfin, notre analyse s'orientera vers une réflexion, également vaste, autour d'une formation de master en durabilité, conçue spécifiquement pour les architectes, les ingénieurs civils et les professionnels d'autres disciplines qui travaillent dans le bâtiment.

Pour finir cette dernière partie, qui fait prélude aux conclusions, nous présenterons une réflexion sur les éléments nécessaires pour concevoir un nouveau programme doctoral qui aborde les urbanités de la durabilité et qui permettra de former des professionnels de haut niveau préparés pour l'inespéré et qui pourront aller *au-delà des avant-postes*. Cela permettra de faire le tissage entre les tendances mondiales du développement et les *inattendus* (pour parler comme Morin) qui viennent faire partie de notre histoire. Il est important de souligner, dans ce sens, que nous prendrons en compte les dernières déclarations des organismes supranationaux provenant des Nations Unies et de l'Unesco, et les accords qui ont suivi la COP21, ainsi que les observations de la Commission européenne pour l'Amérique latine et les Caraïbes.

Il est inévitable de rappeler que les pays émergents, comme la Colombie, sont constamment obligés de répondre à des situations d'ordre publique et social de caractère urgent. Pour la Colombie, par exemple, une situation particulièrement pressante est la quête de la paix. Ce contexte nous oblige à aborder une question qui sera récurrente tout au long de ce chapitre, à savoir : est-ce que les urgences locales laisseront l'espace aux idées d'avant-garde, ou, au contraire, seront-elles inévitablement confrontées ? Pendant l'écriture de ce chapitre un éventement humain a pris une ampleur inimaginable : la pandémie de la Covid-19, et nous ferons des remarques à cet égard, car cet *inattendu* fait bien partie des questions qui se posent autour des avant-postes sociétaux.

1) Radiographie séquentielle de la vague écologique des territoires

Dans ce qui suit, nous éclairons les mutations des groupes de recherche environnementale dans l'enseignement supérieur en Colombie. Nous nous situerons entre 1991 et 2018 pour retracer « l'évolution réelle ou possible d'un savoir scientifique »[317], à travers les dates de création des groupes de recherche et des programmes universitaires en durabilité. Les savoirs scientifiques seront limités aux dénominations des groupes de recherches et à ses lignes de développement qui touchent de près la soutenabilité. Enfin, nous mettrons en relation les dates de création de cette tendance environnementale dans le contexte académique colombien, et les orientations supranationales des Sommets de la terre des Nations Unies et d'autres instances comme l'Union Européenne. L'énumération des groupes de recherche et des programmes universitaires pourrait paraître interminable, mais le souci n'est que de situer la vague environnementale à sa juste valeur.

La radiographie séquentielle présente une exploration de la vague environnementale dans les établissements d'enseignement supérieur et ses groupes de recherche en Colombie. Nous souhaitons, comme le dit bien Marc Bloch en parlant de l'histoire, « au lieu d'une simple énumération, un classement rationnel et une progressive intelligibilité »[318]. L'information présentée à continuation est issue des bases de données du ministère de Science, technologie et innovation dans la plateforme *Scienti*[319] et concerne les groupes de recherche scientifique et les programmes de master en environnement et soutenabilité. Cette énumération sera articulée aux orientations supranationales en termes de soutenabilité. En plus, nous ferons un parallèle entre le temps d'apparition des groupes de recherche et le temps de réaction des universités aux vagues d'ordre supranational et aux tendances mondiales du développement durable.

La courant environnemental et soutenable dans l'enseignement supérieur sera représenté grâce à plusieurs ressources graphiques. L'information déployée en relation aux programmes et aux groupes de recherche constitue un complément qui aide à retracer le développement du mouvement environnemental et/ou soutenable dans le pays. La première ressource graphique est la Table IV.1 qui présente le nom des universités, la ville où elles sont localisées et le nombre de programmes qu'elles offrent au-delà de la licence.

---

[317] Bloch, *Apologie pour l'histoire,* 8.
[318] Bloch, *Apologie pour l'histoire*, 14.
[319] *Scienti* est le programme du ministère de Science, technologie et innovation qui génère et met à jour les données concernant les groupes de recherche du pays. Ces groupes sont classifiés dans une fourchette allant de A1, la catégorie la plus haute, jusqu'à D, la plus basse.

La carte de Colombie constitue la deuxième ressource graphique, et situe les programmes et les groupes de recherche en soutenabilité ou environnement déployés dans le territoire national, y compris l'Amazonie et l'Orénoquie[320]. Finalement, à travers un diagramme à barres, nous montrerons la tendance du nombre de doctorats, de masters et de groupes de recherche entre 2000 et 2018. Si bien le premier doctorat et le premier centre de recherche en thèmes environnementaux ont été créés en 1991, l'essor académique de ce sujet se situe dans les années 2000 et jusqu'en 2019.

Table IV.1. : Universités, localisation, noms des groupes de recherche et des programmes créés.

Ville	Université	Programmes environnementaux au-delà de la licence	Période	Nom du groupe de recherche	Date de création	Catégorie
Bucaramanga	UDES	1 Doctorat et 3 Masters	2010 à 2018	Environnement de la recherche appliquée	2018 - 2	A
Villavicencio	USTA Villavicencio			Gestion environnementale	2015 - 1	C
Palmira	UNAL Valle-Cauca	1 Doctorat et 1 Master	2011 à 2019	Recherche et prospective environnementale	2004 - 1	B
Tunja	UPTC	1 Doctorat et 1 Master	2009 à 2016	Recherche en géomatique de l'environnement	2003 - 6	C
Montería	UPB Montería			Qualité de l'eau, simulation hydrique et environnemental	2007 - 4	C
Palmira	UNAL Valle Cauca	3 Doctorats et 1 Master	1998 à 2012	Gestion et contrôle des résidus agraires	2004 - 5	C
Tunja	UPTC	1 Doctorat et 1 Master	2007 à 2018	Recherche en ingénierie civile et environnementale	2006 - 1	A
Florencia	U. Amazonie	1 Doctorat	2013	Recherches moyennant l'apprentissage	2014 - 6	C
Bogota	U. Andes	1 Doctorat et 1 Master	2011	Centre de recherche en ingénierie environnementale	1991 - 6	A1

[320] À propos de ces *territoires oubliés* du pays, remarquons qu'avant l'Assemblé Nationale Constituante de Colombie, convoquée en 1991 pour promulguer une nouvelle constitution politique pour le pays, l'Amazonie et l'Orénoquie étaient conformés par 4 Intendances et 5 Commissariats. À partir de 1991, ils sont devenus des nouveaux départements.

Pasto	U. Nariño			Agroforesterie et ressources naturelles	2003 - 3	C
Medellin	U. Antioquia	5 Doctorats et 5 Master	1994 à 2009	Diagnostic et contrôle de la pollution	2000 -11	A1
Fusagasugá	Cundinamarca			Biologie tropicale	2015 - 1	C
Bogota	UAN	1 Doctorat et 5 Master	2014 à 2016	Ressources, écologie, développement soutenable et ingénierie environnementale	2002 - 7	A
Bogota	Catholique de Colombie	1 Master	2014	Habitat soutenable, design intégratif et complexité	2004 - 1	B
Bogota	UNAL Bogota			Etudes en soutenabilité environnementale	2014 - 1	B
Villavicencio	Corporation universitaire Meta			Centre de recherche R. Salmona	2009 - 2	B
Cúcuta	UFPS			Architecture et matériaux alternatifs	2013 - 3	C

Source : Table de l'auteur, http://scienti.minciencias.gov.co/gruplac/jsp/visualiza/visualizargr.jsp

Nous remarquons que deux universités sont à la pointe quant au nombre de doctorats et programmes de master sur le thème environnemental. La première est une université publique située à Medellín[321]: l'Université d'Antioquia. Son premier programme de doctorat en environnement date de 1994, le Doctorat en sciences chimiques, et sera articulé avec un Groupe de recherche lancé six ans plus tard, appartenant au Programme national en sciences, technologie et innovation en environnement, biodiversité et habitat. Ensuite, entre 2002 et 2009, cette université a créé les doctorats en Biotechnologie, en Sciences pharmaceutiques et alimentaires, et a également développé trois nouveaux masters. Tous ces programmes ont été fortement alignés au Groupe de recherche en Diagnostic et contrôle de la pollution.

L'autre université qui a donné naissance à un nombre important de programmes dans la vague environnementale au-delà de la licence est

[321] L'Université d'Antioquia est à la pointe quant à la création de programmes environnementaux au-delà de la licence. L'université a créé en 1994 le Doctorat en biologie, en 2001 deux master en biotechnologie et en Sciences de l'environnement, en 2007 le Doctorat en Sciences pharmaceutiques et alimentaires, et en 2009, le Doctorat en biotechnologie.

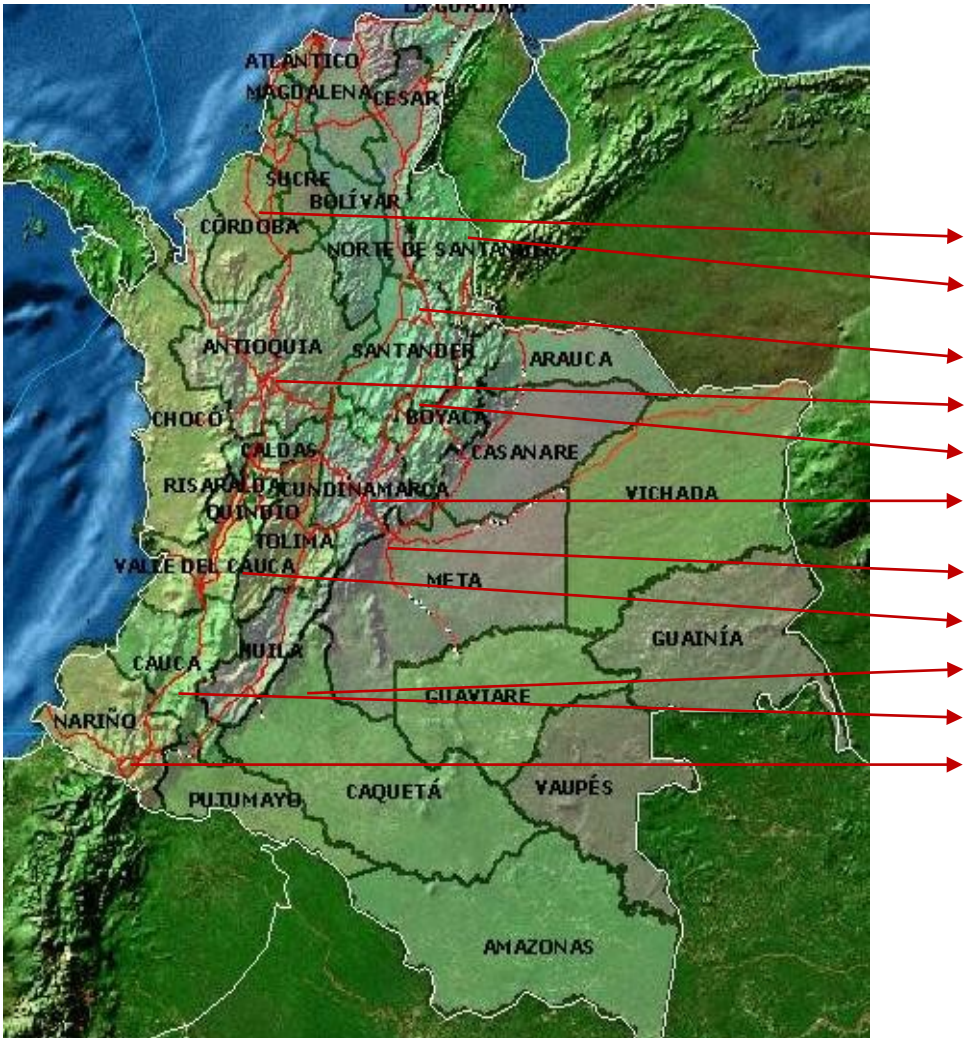
l'Université Nationale, située à Palmira[322]. Dans cette ville de taille moyenne, localisée dans la région pacifique, on a vu la naissance de deux groupes de recherche appartenant au Programme national en science, technologie et innovation en environnement, biodiversité et habitat. Cette université publique, entre 1998 et 2019, a créé quatre doctorats et deux masters. La lecture du tableau montre également qu'entre 2000 et 2018, sept autres doctorats et dix-neuf masters ont été conçus par les universités situées à Bogota ou dans d'autres villes, capitales de département. Parmi ces nouveaux programmes, trois ont reçu le nom générique de « Doctorat en ingénierie environnementale », et les autres ont pris des appellations comme : Systèmes énergétiques avancés, Ressources énergétiques, Géotechnie, Gestion environnementale, Biotechnologie, Sciènes environnementales, Bio-ingénierie, Hydrogéologie environnementale et Design durable.

La Carte IV.1, ci-dessous, présente la localisation des universités qu'ont des groupes de recherche en environnement. Nous voyons que ces groupes sont situés à 85% dans la région andine où se situent les villes les plus peuplées du pays. Seulement deux groupes de recherche sont situés dans la plaine colombienne, malgré le fait que celle-ci occupe environ la moitié du territoire national.

En relation aux tendances de création de groupes de recherche et de programmes au-delà de la licence, le diagramme à barres IV.1 révèle trois pics de croissance remarquables : de 2003 à 2006, de 2009 à 2012, et de 2015 à 2018. Chacun de ces groupes a établi entre 3 et 5 lignes de recherche, et dans 90% des groupes il y a une ligne en Gestion environnementale. D'autres sujets adoptés par les groupes de recherche sont l'architecture bioclimatique, les nouveaux matériaux soutenables pour la construction, le design écologique, la gestion des risques et le développement soutenable, la technologie, l'environnement et la soutenabilité, l'infrastructure soutenable, la microbiologie environnementale, la pollution et la qualité atmosphérique, et la soutenabilité des hydro systèmes et écosystèmes, entre autres. Cette liste a un caractère informatif, non exhaustif, mais témoigne bien de l'intérêt croissant envers la durabilité.

[322] L'université National de Colombie, à Palmira, dans le département du Valle du Cauca, a créé un nombre important de doctorats et masters pendant la vague environnementale : en 1998, le Doctorat en sciences agricoles, en 2005, le Doctorat en sciences environnementales, en 2009, le Master en ingénierie environnementale et en 2019, le Doctorat en Études environnementaux.

Carte IV.1. Localisation des groupes de recherche en soutenabilité en Colombie



Villes et départements en Colombie où il y a des groupes de recherche reconnus par *Minciencias* en environnement et/ou en soutenabilité.

Montería/Córdoba

Cúcuta/Norte de Santander

Bucaramanga/Santander

Medellín/Antioquia

Tunja (2) /Boyacá

Bogotá D.C. (5)

Villavicencio/Meta

Palmira/Valle del Cauca

Florencia/Caquetá

Popayán/Cauca

Pasto/Nariño

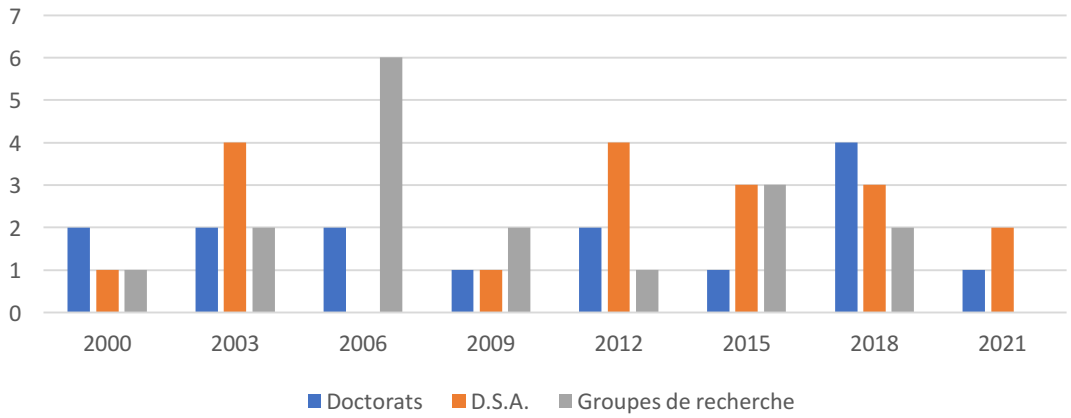
La plupart des groupes se situent dans la région andine. Mais il y en a un situé dans la plaine du Meta et un autre dans le Caqueté, dans la région amazonienne.

Source : la carte est prise de la base de données de l'IGAC et l'information sur « la localisation des groupes de recherche », Mariño, 2020.

Nous voulons, à partir du déploiement de cette information, montrer comment l'enseignement supérieur en Colombie a répondu aux avant-postes sociétaux en termes de durabilité. Les dates sont importantes à retenir puisqu'elles s'articulent aux sommets de la Terre des Nations Unies. Par exemple, un des plus importants centres de recherche du pays est le Centre de recherche en ingénierie environnementale, crée par l'Université de los Andes, une université privée, en 1991. La création de ce centre s'aligne à la vague écologique et durable qui a été conséquence de la publication du rapport Brundtland en 1987. Ses lignes de recherche touchent des aspects comme la qualité de l'air, le contrôle de la pollution, la gestion soutenable des eaux potables, résiduelles et pluviales, la chimie, la biotechnologique et la

nanotechnologie environnementale, et la soutenabilité des systèmes hydriques et des écosystèmes.

Graphique IV.1. Analyse de tendances de création de doctorats, masters et groupes de recherche en soutenabilité en Colombie



Graphique : Mariño, 2020.

Un autre exemple remarquable est le groupe de recherche en Diagnostic et contrôle de la pollution, crée en 2000 par l'Université d'Antioquia, une université publique. Ce groupe est classé comme A1 par le ministère de Science, technologie et innovation, et a créé 5 doctorats et 5 programmes de master. Le groupe est né 3 ans après le sommet de 1997 (Rio+5) qui a suivi les engagements de l'Agenda 21 (l'accord des Nations Unies pour promouvoir le développement soutenable). Il est d'autant plus évident qu'il y a une relation entre ce groupe est les objectifs du sommet Rio+5 quand on remarque que les noms des lignes de recherche adoptent des orientions environnementales tels que la pollution et la qualité atmosphérique, la qualité des sols et la qualité de l'eau, la gestion environnementale, la microbiologie environnementale, et le traitement des eaux, des sols et des résidus dangereux.

D'autre part, entre les années 2002 et 2004, quatre groupes de recherche et huit programmes au-delà de la licence sur des sujets environnementaux ont été créés. Ce mouvement était aligné aux avant-postes sociétaux établis par les sommets de la terre de Nations Unies, et en particulier le Sommet mondial sur le développement durable qui a lieu à Johannesburg en 2002. Les noms donnés aux groupes de recherche laissent entrevoir cette articulation : Prospective environnementale, Géomatique environnementale, Ressources, Écologie, Développement soutenable, Ingénierie écologique, et Habitat soutenable, design intégratif et complexité. De même, après le Sommet Rio+20, dans une période de trois ans entre 2013 et 2016, cinq groupes de recherche ont été créés, comme les groupes en Architecture et matériaux alternatifs, Études en soutenabilité

environnementale, Gestion environnementale, *Gro-b*iologie tropicale et Recherche pour l'apprentissage. Il est à remarquer que deux de ces groupes sont situés dans des départements, auparavant appelés des régions *oubliées* : le Caquetá et l'Amazonie. Dans ce dernier on a même vu la naissance d'un Doctorat en éducation et culture environnementale. Enfin, il est clair que la conférence de Paris COP21 de 2015 a apporté des directions précises pour les lignes de recherche dans ces différents groupes, en particulier autour de sujets comme l'éducation et la gestion environnementale, la biotechnologie agricole, la soutenabilité des communautés urbaines, l'édification soutenable et le développement de nouveaux matériaux soutenables pour la construction.

L'antérieur exposé signale le souci des universités de se positionner et de participer aux grandes tendances mondiales en soutenabilité. Il est nécessaire d'insister sur le fait que dans ce pays d'Amérique latine, la recherche se fait avant tout au sein des universités, à exception de quelques centres de recherche spécialisés (sur les produits agricoles, comme Cenicafé, ou en biodiversité comme l'Institut Alexander Von Humboldt).

Aujourd'hui, nous pourrions envisager le partage des connaissances pour articuler des projets conjoints entre ces groupes de recherche, qui pourraient avoir une pertinence, une visibilité et une ampleur considérable en termes de durabilité. Edgar Morin nous aide à insister sur ce point quand il affirme que :

> *Les succès de la science écologique nous montrent que, contrairement au dogme de l'hyperspécialisation, il existe une connaissance organisationnelle globale, seule capable d'articuler les compétences spécialisées pour comprendre les réalités complexes*[323].

En effet, plusieurs des groupes déjà signalés sont hyperspécialisés. De là l'importance de relier les savoirs morcelés vers la construction de scénarios néguentropes. L'alliance des savoirs entre les différentes disciplines et groupes de recherche sûrement est envisageable pour coopérer, et trouver une réponse intégrale et symbiotique aux défis du pays. À continuation, nous allons proposer un aperçu sur les programmes d'architecture, depuis une optique de vingt ans d'expertise comme pair évaluateur du ministère de l'Éducation nationale, qui nous permettra de situer le départ de l'applicabilité de la soutenabilité dans le contexte d'une seule discipline.

2) Soutenabilité en architecture

Nous allons développer cette section en trois segments qui permettent, de façon séquentielle, de comprendre le scénario complet de la soutenabilité en architecture. En premier lieu, une observation générale sur les résultats

[323] Morin, *Écologiser l'homme,* 38.

d'évaluation des programmes d'architecture, réalisée pour le ministère de l'Éducation nationale, permet de centrer l'intérêt de la soutenabilité. Pour corroborer ce dernier point, nous nous situerons dans un contexte universitaire en prenant comme exemple une faculté d'arts intégrées. Nous nous intéresserons aux programmes de design industriel et d'architecture, et en particulier à leur projet de restructuration des lignes de recherche. Ce segment est développé en détail pour montrer les forts liens entre la définition des axes de recherche et les positions des organismes supranationaux face aux défis environnementaux de l'époque. Nous finirons cette section en considérant un exemple d'applicabilité de la formation de professionnels : dans le contexte de la durabilité en architecture on verra les retombées de recherches réalisées par des étudiants qui ciblaient dès le départ des contextes réels d'intervention.

a) L'expertise des programmes

Ici, notre intérêt est orienté vers l'exploration de la tendance soutenable. Elle constitue un indicateur fiable de l'intérêt des universités, en particulier dans les programmes de formation en architecture et/ou en développement durable. Ceci tenant en compte la différence entre architecture bioclimatique et architecture soutenable que nous mettrons en évidence plus loin. En outre, nous présenterons un aperçu des programmes en architecture durable dans les pays de l'Amérique latine.

Cette section s'appuie fondamentalement sur les évaluations réalisées pour le ministère de l'Éducation nationale en vue de l'obtention de l'accréditation d'haute qualité des programmes d'architecture dans le territoire national[324]. La littérature grise sera utilisée ici de façon générale. Elle n'est pas nominative puisque les évaluations constituent de documents confidentiels qui appartient au MEN et qui sont utilisés pour vérifier les conditions de qualité des programmes[325]. La perspective des experts qui évaluent les programmes est intégrale. Ils se déplacent dans les différentes villes pour analyser et vérifier *in situ* les conditions de fonctionnement des programmes autour des aspects institutionnels,

[324] Nous parlons en particulier des programmes d'architecture de : l'Universidad Nacional (2), l'Universidad Jorge Tadeo Lozano, l'Universidad Católica de Colombia, situées à Bogota ; Universidad Pontificia Bolivariana et la Escuela de ingeniería de Antioquia, situées à Medellin (2) ; la Institución unversitaria CESMAG, située à Pasto ; l'Universidad Católica Popular de Risaralda, située à Pereira ; l'Universidad Católica de Manizales ; la Corporación universitaria del Caribe, située à Sincelejo ; l'Universidad Pontificia Bolivariana et l'Universidad del Sinú, situées à Montería ; l'Universidad de Pamplona , la UPTC, l'Universidad Santo Tomas, et UNIBOYACA, situées à Tunja ; l'Universidad Antonio Nariño, située à Villavicencio ; l'Universidad Francisco de Paula Santander, située à Cúcuta ; et la Corporación educativa del norte de Tolima, située à Honda. Pour l'évaluation des programmes de master on a : l'Universidad Nacional, située à Bogotá, l'Universidad de Santo Tomás, située à Bucaramanga et l'Universidad del Norte, située à Barranquilla.

[325] L'instance responsable de l'évaluation des programmes universitaires est le Vice-ministère de l'enseignement supérieur, créé par le Décret 2230 de 2003.

académiques, curriculaires, de recherche, d'internationalisation et des ressources physiques et financières dont disposent les universités pour maintenir la qualité des programmes. Les réunions avec les directeurs de l'administration et des programmes, ainsi que les rencontres avec les professeurs, les étudiants et les diplômés, sont indispensable pour vérifier l'information reçue. Enfin, étant donné que l'intérêt ici est avant tout de caractériser la démarche académique autour de la question de la durabilité, nous allons nous centrer sur les plans d'études, pour établir à travers d'eux le moment où les programmes s'articulent aux tendances mondiales en termes de durabilité.

Le premier indice de l'intérêt de l'architecture sur les problématiques de l'environnement se situe dans les années 1980, en réponse au mouvement écologique. À cette époque, les projets des étudiantes d'architecture intègrent la phytotecture et l'utilisation des espèces endémiques dans le design du cadre bâti. Mais c'est plutôt à la fin du siècle dernier que le premier grand indicateur sur la durabilité est introduit, avec l'avènement de l'architecture bioclimatique.

À ce stade, il est nécessaire d'établir la différence entre architecture bioclimatique et architecture soutenable. Pour Jean-Louis Izard, dans son livre *Archi-bio,* l'apport bioclimatique s'aligne avant tout au confort thermique. L'architecture bioclimatique à trait donc à :

> *[…] la composition de solutions architecturales à partir de l'ensemble des techniques et des matériaux disponibles, en vue d'un résultat thermique souhaité (conforme aux exigences de l'usager), et à partir d'un climat local* [326].

D'autres auteurs assimilent l'architecture bioclimatique à l'architecture solaire. C'est le cas de David Wright qui, dans son livre *Soleil, nature architecture,* affirme :

> *L'idée de base est de donner à une construction l'orientation et la forme les mieux aptes à la faire bénéficier des variations saisonnières du soleil en position et en intensité, c'est-à-dire à pouvoir, grâce au soleil, a tous les besoins de chauffage, de climatisation, de ventilation et l'éclairage*[327].

En revanche, l'architecture soutenable intègre en elle simultanément les aspects sociaux, économiques et environnementaux. Nous pouvons donc déduire qu'une partie de l'architecture bioclimatique est intégrée dans l'architecture soutenable.

Étant donné cette distinction, nous voyons que les résultats des analyses curriculaires des programmes évalués dans l'ensemble du territoire national, entre 2000 et 2015, indiquent bien l'inclusion des apports bioclimatiques dans les projets de fin d'études des étudiants des programmes d'architecture. Mais la connotation de durable ou soutenable correspond à un échelon de formation plus haut, car elle se situe dans la genèse des programmes de master. C'est pourquoi les traces académiques de l'architecture soutenable se trouvent dans la création

[326] Jean-Louis Izard et Alain Guyot, *Archi bio* (Marseille : Parenthèses, 1979), 9.
[327] David Wright, *Soleil, nature et architecture* (Marseille : Parenthèses, 1979), 121.

des programmes Bac+5. Entre 2007 et 2014, trois masters ont été créés[328], un master en climatisation, un deuxième en aménagement territorial et un troisième en architecture durable. Un quatrième programme est né au niveau de spécialisation (Master 1) pour la formation de spécialistes en construction soutenable. Le master en climatisation est né à Barranquilla, ville côtière où la formation dans ce domaine est indispensable, le programme en architecture durable est créé à Bogota pour former des professionnels dans le domaine de l'édification, et enfin, le programme en aménagement du territoire est né à Cúcuta, pour former des professionnels capables de travailler comme conseillers municipaux pour les plans d'aménagement du territoire[329]. De ces quatre programmes, seulement deux subsistent encore aujourd'hui : la spécialisation et le master en architecture soutenable. Ce dernier va être analysé en détail plus loin, comme un exemple d'articulation entre les programmes académiques et les tendances mondiales en soutenabilité, où nous verrons comment la formation dans ce sujet est fondamentale et répond au besoin de former des professionnels capables de concevoir un projet architectural intégral, répondant aux facteurs sociaux, économiques et environnementaux à la fois.

Cet approche double sur le panorama national nous a permis de faire le point sur notre hypothèse selon laquelle la recherche est un étendard pour l'évolution de l'enseignement supérieur. Dans un premier temps, notre exposé sur le parcours historique des centres de recherches et des programmes de master et doctorat, nous permet de confirmer deux aspects : d'une part, qu'il existe une forte coïncidence entre les déclarations des organismes transnationaux en termes environnementaux et la création de programmes en durabilité, et d'autre part, que grâce à la recherche ciblée vers la vague soutenable il se sont créés des nouveaux programmes fortement ancrés aux avant-postes sociétaux. Et dans un deuxième temps, nous avons vu le moment où la vague soutenable s'est introduite dans les plans d'études des programmes d'architecture par la voie de l'essor de l'architecture bioclimatique.

Par la suite nous allons entrer dans la structure d'un *système programmatique,* qui va nous amener à comprendre comment la recherche en soutenabilité devient indispensable pour l'amélioration des orientations des lignes de recherche dans une faculté d'arts intégrés.

---

[328] Les masters sont Climatisation à l'Université du Norte à Barranquilla, Ordenamiento Territorial à l'Université Francisco de Paula Santander à Cúcuta, et Diseño sostenible à l'Université Catholique de Colombie à Bogota. La spécialisation s'appelle Construcción sostenible à l'Université Colegio Mayor de Cundinamarca à Bogota. Récemment, en novembre 2019, une nouvelle spécialisation en Gestion de la construction soutenable a été créé à l'Université Catholique de Pereira.

[329] En Colombie les Planes de Ordenamiento Territorial (POT) ont été créés par la Loi 388 de 1997 et constituent l'instrument administratif fondamental pour l'aménagement du territoire. Ils établissent les objectifs, les directrices, les politiques, les stratégies, les programmes et les réglementations pour orienter et gérer le développement physique du territoire, autant urbain comme rural.

b) La structure de l'écosystème programmatique

> *The world is a glorious bounty. There is more food than can be eaten if we would limit our numbers to those who ca be cherished, there are more beautiful girls than can be dreamed of, more children that we can love, more laughter than can be endured, more wisdom than we can absorb. Canvas and pigments lie in wait, stone, wood and metal are ready for symphonies, sites are gravid for cities, institutions lie in the wings ready to solve our most intractable problems, parables of moving power remain unformulated and, yet, the world is finally unknowable* [330].

Ce dernier paragraphe est l'introduction de l'ouvrage *Design with nature*, où Ian McHarg dirige l'aménagement écologique du territoire vers un chemin interdisciplinaire pour mettre en opération des projets de développement intégral. Ces groupes interdisciplinaires ont le devoir de créer les symphonies, les harmonies, les accords pour envisager des systèmes néguentropiques de développement environnemental. L'orientation macargienne dépasse ainsi le point initial de réflexion pour développer le pilotage académique de la filière durable.

Les mots de McHarg servent de préambule pour passer de l'*écosystème universitaire* de caractère pluridisciplinaire, abordé précédemment, vers un *écosystème programmatique* en architecture, dirigé vers la soutenabilité. Au centre de l'approche de McHarg, et au-delà de sa position écologique, il nous questionne, avec un langage presque poétique mais non moins scientifique, et nous exhorte à approfondir les connaissances pour comprendre l'interaction entre le milieu naturel et l'anthropique pour accomplir le devoir de la conception de l'espace urbain ou périurbain avec une vision globale. Cependant, nous apercevons rapidement que plus on approfondit sur la connaissance d'un espace déterminé, plus on se rend compte que la connaissance complète est loin d'être acquise, et qu'il restera encore un univers de concepts à découvrir et reconnaître. Nous faisons écho ici aux mots de Socrate qui disait « Je sais que je ne sais rien » ; et, dans la même perspective, Morin admet le besoin d'une « reconnaissance de notre ignorance ». En effet, plus l'homme approfondit dans ses connaissances disciplinaires, plus il comprendra qu'il lui manque encore un univers à comprendre.

Les éléments d'analyse dans cette section permettront de pointer le chemin vers un démarrage de la recherche en termes de soutenabilité. Dans cette perspective, nous allons caractériser les réorientations qui devront subir les lignes de recherche d'une Faculté d'Arts Intégrés, pour s'aligner aux grandes tendances environnementales. Nous parlerons, en particulier, de l'Université San Buenaventura, un établissement d'enseignement supérieur, à caractère

---

[330] McHarg, *Design with nature,* "City and the Countryside*",* 1.

confessionnel de l'ordre Bonaventurien, et qui a plusieurs sièges en Colombie. Le modèle d'entreprise de cette université fait que les décisions prises par le siège principal soient irradiées dans toutes les « filiales »[331]. En plus, les processus d'accréditation institutionnelle peuvent, dans ces cas-là, être abordés dans un perspective multi-siège. Notre expérience dans cette université date de l'année 2012, et se situera au sein de sa Faculté d'Arts Intégrés. À cette époque, les programmes avaient déjà démarré un processus de recherche en réponse à la réglementation établie dix ans auparavant par le ministère de l'Éducation nationale (rappelons qu'à partir de la Loi 30 de 1992 les programmes sont obligés à réaliser de la recherche). C'est pour cette raison qu'à cette époque il existait déjà des groupes et des lignes de recherche et que la Faculté d'Arts Intégrés envisageait de réorienter un processus déjà avancé. Dans cette perspective, nous allons voir comment de cette nouvelle orientation va surgir la filière durable comme une des piliers fondamentaux de la recherche.

i) Fondement académique des lignes recherche

Explorer un programme à travers le *fondement académique des lignes de recherche,* dans le cas d'une université avec un modèle comme la San Buenaventura*,* est une activité d'une importance particulière étant donné que la portée du programme va au-delà de sa localisation et gravite dans un contexte national. Dans ce sens, les savoirs peuvent être disséminés plus loin et plus facilement, comme des semences dans un territoire plus vaste[332].

Deux objectifs étaient à la base de cette expérience. Tout d'abord, la consolidation des lignes de recherche existantes dans les programmes d'architecture et de design industriel, appartenant tous les deux à la Faculté d'Arts Intégrés. Et deuxièmement, d'une manière plus ambitieuse, établir des synergies entre les deux programmes de cette Faculté et avec leurs homologues, situés dans les filières de l'établissement dans différentes villes du pays. Trouver des relations d'empathie et de collaboration fournira la force nécessaire pour accomplir des actions dans un contexte régional. Le propos est alors d'envisager, à partir de la recherche, la liaison des savoirs des architectes et des designers industriels en cherchant une réflexion bidimensionnelle. Nous répondons ainsi au souci exprimé par Morin d'empêcher que la *pensée soit très compartimentée*.

L'étude sur le *fondement académique des lignes de recherche* présente deux sections : la première de caractère exogène, la deuxième de caractère endogène. La première, ambitieuse, se situe en relation aux grands positionnements des instances nationales et supranationales, permettant à la faculté d'ouvrir le débat à l'intérieur de ses deux programmes, et autour de la pertinence de ses axes de recherche. L'autre, de caractère endogène,

---

[331] Plusieurs universités en Colombie suivent ce modèle. Dans le cas de l'université San Buenaventura, l'université a des sièges à Bogotá, Medellín, Cali et Carthagène.

[332] Susana Mariño, *Fundamentación académica de las líneas de investigación de la Facultad de artes integradas*, (Medellín, 2012). Cette étude a été élaborée à la demande du vice-recteur académique de l'Université de San Buenaventura.

contextualise les lignes de recherche existantes. Ces deux éléments visent à soutenir l'université dans son chemin vers l'accréditation institutionnelle multi-champs. A cet égard, remarquons au passage que la première accréditation d'haute qualité multi-champs en Colombie a été délivrée, en 2010, à l'Université Nationale de Colombie, pour le siège principal de Bogota, ainsi que pour ces sept filiales (deux d'entre elles se situant en Amazonie et en Orénoquie).

Nous abordons donc la présentation des éléments exogènes, d'ordre international et national, et endogènes, appartenant à l'institution, ainsi que d'autres données relevées *in situ*. Parallèlement, nous proposerons des réflexions qui feront une articulation avec l'hypothèse selon laquelle, en Colombie, c'est la recherche qui dirige l'évolution de l'enseignement supérieur.

Caractère exogène

Le contexte international apporte à l'étude du *fondement académique* une vision globale. Pour cela, trois sources d'information ont été analysées : la première, les agences des Nations Unies, la deuxième, l'Union Européenne, et enfin, l'Union Internationale d'Architectes (UIA). Une première référence a été les déclarations de l'Unesco de 2010, ainsi que les sommets des Nations Unies de Rio+20. Les deux instances ont déclaré le besoin d'avancer sur des débats globalisés autour des problèmes qui affligent la planète. Et pourtant, l'observation d'Edgar Morin, à propos des rassemblements internationaux reste pertinente :

> *Et nous voici un demi-siècle après la grande alerte sur l'état de la planète, souffrant de prises de conscience faibles, dispersées et locales, avec quelques sursauts fiévreux de conscience globale déterminant des conférences internationales… stériles* [333].

Nous espérons que la prise de conscience, notamment de la part du milieu de l'enseignement supérieur, sur les déclarations des Nations Unies pourra apporter des solutions concrètes et précises pour éviter que les produits de la recherche soient éparpillés, enfermés, ou restent sans continuité, et qu'au contraire il soit possible de générer une chaîne de connaissances en continuité et d'efforts complémentaires. Tout pour créer des contributions décisives pour une société qui a un besoin urgent d'entrevoir un chemin face aux circonstances actuelles.

Un point d'intérêt particulier, mis en évidence lors des sommets, porte sur la disparité des niveaux de développement entre les pays industrialisés et les pays en voie de développement. En effet, les régions émergentes cherchent à rattraper les pays développés en termes des connaissances, particulièrement technologiques. D'ailleurs, selon les statistiques présentées dans le rapport 2010 de l'Unesco, les pays émergents pourront croître plus rapidement que leurs leaders technologiques, en minimisant le niveau de risques, étant donné que ce sont les pays industrialisés qui effectuent la recherche de pointe et qui prennent les risques sur l'application immédiate de ses résultats. En parallèle, à cette

[333] Morin, *Ecologiser l'homme*, 22.

époque nous voyons l'essor d'un nouvel élément fondamental, qui se joint à la science et à la technologie, et qui n'est autre que l'innovation.

Le Sommet des Nations Unies Rio+20, vingt ans après le Sommet de 1992, a lieu en juin 2012, sous la devise « le futur vert devra être bleu pour mitiger la dégradation de océans ». Parmi les objectifs du sommet on prévoyait, entre autres : mobiliser la science, la technologie et l'innovation vers le développement durable, appuyer la recherche multi et transdisciplinaire dans les aires des sciences naturelles, des ingénieries et des sciences sociales, et promouvoir le dialogue entre scientifiques, politiques, chefs d'entreprise et la société civile pour générer une agenda scientifique à niveau national, régional et global, avec un intérêt particulier pour les pays en voie de développement. L'information préliminaire du sommet prend conscience du phénomène de l'acidification des océans qui a augmenté de 30% après la révolution industrielle, et qui met en risque les écosystèmes océaniques et la sécurité alimentaire. En outre, ce phénomène risque de s'aggraver avec le changement climatique et s'ajoute aux problèmes de pollution et eutrophication qui créaient des zones mortes.

Pour donner le contexte actuel au sujet de la pollution des mers, rien de plus parlant que les *îles océaniques* de déchets, qui ont une ampleur de centaines de kilomètres, comme celle entre la Corse et l'ile d'Elbe, ou encore pire le *continent en plastique* entre la Californie et le Japon. Il est effrayant de savoir que « les déchets de plastique visibles en surface ne représentent que jusqu'à un pour cent (1%) de l'ensemble du plastique échoué en mer »[334]. A présent, un nombre important de pays ont commencé à réduire drastiquement l'utilisation de plastiques à usage unique, mais il reste encore des grands efforts à faire[335]. Des solutions complémentaires et à long terme viendront sans doute des établissements d'enseignement supérieur, grâce au travail transdisciplinaire qui pourra apporter des réponses aux besoins de l'humanité.

L'Union Européenne (UE) a été une autre source d'information fondamentale, qui a apporté des idées complémentaires à celles des agences des Nations Unies, et qui s'ajoutent au *fondement académique* des axes de recherche de la Faculté. L'UE a ouvert plusieurs programmes académiques dirigés vers l'Amérique latine : le programme Alfa, qui favorise la coopération entre les établissements d'enseignement supérieur de l'Union européenne et l'Amérique latine, et qui en 2012 se trouvait dans sa troisième et dernière phase, le programme Erasmus+, né en 1987, qui s'est élargi dans un contexte international, et enfin le programme Alban qui a eu lieu entre 2002 et 2006, et qui a permis à trois mille étudiants d'Amérique latine d'avoir accès à des bourses

[334] GEO France, « Au large de la Corse des déchets plastiques ont formé une île de plusieurs dizaines de kilomètres », 2019, URL= https://www.geo.fr/environnement/au-large-de-la-corse-des-dechets-plastiques-ont-forme-une-ile-de-plusieurs-dizaines-de-kilometres-195754

[335] Il vaut la peine de souligner ici que, quand la nature se fait entendre (dans notre état actuel entropique), il faut l'écouter et apprendre d'elle, comme le dit bien McHarg : « The ecological view requires that we look upon the world, listen and learn. The place, creatures and men were, have been, are now and are in the process of becoming. We and they are here now, co-tenants of the phenomenal world, united in its origins and destiny » (*Design with Nature*, 29). Pourrons-nous nous unir comme copropriétaires de la planète, pour envisager une démarche transdisciplinaire, humaniste, intégrale et particulièrement écologique pour enfin envisager la fin des tendances néguentropes ?

pour réaliser des études de master ou doctorat dans des universités européennes. Le programme Prefalc, crée en 2003, a été également une opportunité pour la mobilisation académique entre les établissements d'enseignement supérieur français et latino-américains. Et pour les architectes, plus particulièrement, nous pouvons citer le programme Urb-Al de la Commission Européenne qui, entre 1995 et 2012, a permis de travailler autour des problématiques du transport, d'environnement et d'urbanisme. Tous ces programmes ont contribué à la formation de chercheurs et à la mise en opération de projets de coopération.

En outre, les sommets organisés par l'UE ont constitué des importantes sources d'information. Ainsi, dans l'année 2008, le Sommet de Lima organisait des actions conjointes autour du développement durable, et conclut que :

> *L'alliance entre l'Union Européenne et l'Amérique latine et les Caraïbes revêt une importance considérable, compte tenu de l'intérêt que présent pour les deux parties la promotion du développement durable et de l'équilibre environnemental, et préconise dès lors un soutien mutuel aux initiatives respectives dans le domaine environnemental au niveau international* [336].

Ultérieurement, lors du sommet de Madrid en 2010, les programmes prioritaires étaient la réduction des émissions de charbon et la croissance de technologies vertes. En 2012, cependant, il se présente un changement important à cause des modifications dans les politiques d'aide mondiale pour l'Amérique latine, et en particulier vers la diminution de ces aides. Malgré cela, les expériences d'échange international restent enrichissantes. En effet, les liens qu'avaient été établis entre les établissements d'enseignement supérieur des deux continents, ont permis de continuer le développement de projets conjoints. Une autre stratégie, parue à cette époque, a été de formuler des nouvelles formes associatives, notamment des alliances et accords corporatifs. Dans le contexte national, ceux-ci pourraient soutenir une coopération à l'échelle du pays. Les possibilités de ces formes associatives pourraient ensuite s'élargir vers le contexte international, comme nous l'avons vu dans le cas des universités lassalliennes, qui sont des établissements distribués dans différents continents.

Enfin, pour étudier ce *fondement académique des lignes de recherche,* les orientations de l'Union International d'Architectes ont été très pertinentes, comme celles formulées lors du Congrès Triennal de Tokyo 2011, organisé après le dévastateur séisme du 11 mars[337]. La devise de ce Congrès a été « au-delà des catastrophes, vers la solidarité et le développent responsable », en se projetant vers le 2050. Les trois versants d'intérêt ont été l'architecture durable, les catastrophes naturelles et les problèmes de l'eau. D'autres sujets d'intérêt ont été les problèmes démographiques dus au vieillissement de la population, l'intelligence artificielle, les épidémies et la diversité. Le président de l'UIA élu en 2011, Albert Dubler, dans son discours de possession, s'est référé à la

---

[336] Union Européenne, « Sommet de Lima », 2008, URL= https://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//TEXT+TA+P6-TA-2008-0177+0+DOC+XML+V0//FR

[337] Union International d'Architectes, *Congrès de Tokio*, 2011, URL= http://www-dase.cea.fr/actu/dossiers_scientifiques/2011-03-11/index.html#Informations

responsabilité sociale du design et à sa pertinence pour les établissements de formation des prochaines générations de diplômés en architecture.

Mais à toutes ses actions de bonne volonté s'ajoutent les incertitudes de Morin. Actuellement, en écrivait ce chapitre de la thèse, le monde est bouleversé par la pandémie de la COVID-19. La planète entière réagit et se prépare :

> *Mais se préparer à ce monde incertain ne signifie pas se résigner. Il faut au contraire s'efforcer à bien penser, à élaborer des stratégies, à effectuer en toute conscience des paris. Bien penser c'est-à-dire s'évertuer à contextualiser et globaliser nos connaissances, nous l'avons vue, et aussi être conscient de l'écologie de l'action*[338].

Ainsi, le monde est fragile et se prépare, dans une réaction planétaire où toute la société globale est concernée et tous les pays du monde prennent des mesures. Le confinement est décrété, et tous les éventements internationaux, qu'ils soient publics ou privées, de l'industrie ou du commerce, des ONG ou du secteur éducatif, sont annulés[339] jusqu'à nouvelle ordre. L'internet commence à jouer un rôle quasiment de survie pour la société : le télétravail devient indispensable et dans l'éducation les cours deviennent virtuels. Dans cette impasse, nous ne pouvons que réagir et à partir de notre long chemin d'expériences éducatives accumulées, tenter un apport ; nous reviendrons sur ce point à la fin de ce chapitre.

Pour conclure cette contextualisation exogène et explorer le contexte national de l'époque, il est pertinent de remarquer qu'en général les villes sont des systèmes très fragiles, où une situation virale peut devenir pandémique, et où l'absence d'un service public, comme l'eau ou l'énergie, peut faire collapser les systèmes urbains.

Contexte national

Comme pour le cas des *outils de gestion* du chapitre antérieur, en tant que responsables du *fondement académique* nous avons également pris en compte les orientations du contexte national qui, jointes à la perspective internationale, serviront de plateforme pour aligner les lignes de recherche. C'est pourquoi nous présenterons de manière succincte le Plan National de Développement de Colombie, les orientations de Colciencias (aujourd'hui ministère de Science, technologie et innovation), d'Ascun (Association colombienne des universités), l'association qui rassemble les universités du pays, et d'Acfa, l'association colombienne des programmes d'architecture.

---

[338] Morin et Viveret, *Comment vivre en temps de crise*, 28.

[339] Pour donner seulement un exemple, à l'Université Catholique de Colombie, grâce aux accords de coopération signées avec ENSA – Paris Belleville, un Atelier international sur risques majeurs, prévu dans la semaine comprise entre le 16 et le 20 mars 2020 a été annulé. Cette opportunité se présentait grâce au programme français Prefalc où, en plus des institutions déjà mentionnées, participait aussi l'université jésuitique de Guadalajara. L'objectif était de formaliser la mobilité des enseignants et permettre d'internationaliser les plans d'études.

Dans le Plan National de Développement 2010-2014 : *Prospérité pour tous*, le gouvernement avait identifié cinq objectifs autour de la croissance économique et la création d'emploi. L'un de ses objectifs était l'amélioration de l'habitation et la transformation des villes, en particulier autour de l'amélioration intégrale de quartiers, la rénovation urbaine, la gestion intégrale des déchets, le bâtiment durable, la gestion des risques et l'aménagement du territoire. Le Plan portait un intérêt particulier au développement régional et envisageait pour cela le renforcement des lignes de recherche pour développer des projets d'articulation ville-région[340].

A présent, nous considérons que pour accomplir les objectifs du bâtiment durable et d'aménageant du territoire, l'application de la méthode macargienne d'aménagement écologique du territoire aurait pu être le modèle par excellence pour limiter les tendances négatives du développent urbain et régional. Déjà en 1969, McHarg avait définit avec une clarté absolue le scénario qui fort malheureusement continue d'être la réalité d'aujourd'hui :

> *As we contemplate the squalid city and the pathetic subdivision, suitcase agriculture and the cynical industrialist, the insidious merchant, and the product of all these in the necklace of megalopolis around the continent, their entrails coalescing, we fervently hope that there is another way. The ecological view is the essential component in the search for the face of the land of the free and the home of the brave* [341].

En effet, la division de la terre dans le milieu urbain, l'agriculture industrialisée, la recherche du profit à tout prix, la croissance des mégalopoles, continuent d'être le commun dénominateur du développent aujourd'hui. C'est pourquoi la méthode macargienne, présentée lors du premier chapitre, aborde la complexité comme un moyen pour concevoir l'aménagement écologique de territoire d'une manière raisonnée et respectueuse.

Pour sa part, l'association colombienne d'universités, Ascun[342], dans son rapport sur les politiques de l'enseignement supérieur de 2010-2014, souligne le besoin d'appuyer l'internationalisation des universités colombiennes, pour avoir des hauts standards de qualité pour la compétitivité. En outre, établir des liens solides entre établissements d'enseignement supérieur à l'échelle international permet que les résultats issus de ces collaborations puissent avoir un fort impact a une échelle étendue. L'association envisage ainsi le renforcement des réseaux internationaux grâce aux potentiels de la diaspora scientifique.

Enfin, en 2011, l'Association colombienne des facultés d'architecture, en partenariat avec le Conseil professionnel national d'architecture, ont avancé une

---

[340] De son côté, le ministère de Science, technologie et innovation, avait établi une ligne d'action sur l'habitat et l'utilisation soutenable du territoire. Le PIB pour la recherche (administré par ce ministère), avait descendu à 0.39%. Cette étroitesse de budget a permis d'impétrer des ressources provenant des redevances qui seraient versés pour les projets articulés à la triade université–industrie-état. Ceci a permis une étroite et pertinente collaboration entre l'université et le secteur externe. Cette instance avait ainsi envisagé de faire avancer la recherche au bénéfice du secteur industriel.

[341] McHarg, *Design with nature*, « The Plight », 29.

[342] L'Ascun est l'Association Colombienne des Universités. De nos jours 88 universités sont associées au sein de cet organisme. URL= https://ascun.org.co/organizacion/index/universidades-asociadas

révision des programmes d'architecture à la suite duquel ils ont insisté sur le besoin de définir des politiques de recherche qui situent cette activité comme une fonction substantielle des programmes universitaires. Par ailleurs, ils ont considéré qu'il fallait aller au-delà de la réflexion et travailler ensemble autour de l'acquisition de compétences dans l'enseignement qui permettent d'aborder les problèmes de l'habitat à une échelle territoriale.

De ces orientations, nous pouvons extraire deux perspectives différentes. Une première de caractère holistique, selon laquelle l'interdisciplinarité devient un facteur pour répondre aux problèmes environnementaux, où les aspects physiques, écologiques, sociaux et culturels s'entremêlent. Et une deuxième ayant trait à l'internationalisation, qui se formalise à travers la mise en opération d'alliances stratégiques pour réaliser des projets conjoints et arriver à des hauts standards d'impact et de développement[343].

Après l'aperçu exogène

Les documents endogènes de caractère institutionnel ont été indispensables pour construire le fondement académique des lignes de recherche. En 2012, l'université San Buenaventura avait démarré un processus d'autoévaluation pour demander au ministère de l'Éducation Nationale l'accréditation institutionnelle inter-champs (que de nos jours elle a obtenue). Pour cela, elle a défini des politiques de recherche qui ont été appliquées autant dans le siège principal situé à Bogota, que dans les filiales localisées à Medellín, Cali et Cartagena. En plus, en tant qu'université bonaventurienne, la protection de l'environnement est inhérente à sa raison d'être, et la recherche inter, intra et transdisciplinaire est encouragé pour cette raison.

La Faculté d'Arts Intégrés avait réalisé déjà un document d'analyse de forces, faiblesses, possibilités et menaces. La lecture judicieuse de ce document a permis d'entrevoir les opportunités pour le devenir, et c'est justement pour cette raison que dans *le fondement des lignes de recherche* nous avions contemplé le renforcement des lignes de recherche existantes. Nous avions considéré que, pour redresser les lignes de recherche, il était indispensable d'aborder les faiblesses identifiées. Parmi ces dernières on trouvait le manque d'expérience en recherche, le faible travail interdisciplinaire et la pauvre visibilité des groupes de recherche. Parmi les forces et les opportunités, l'étude présentait le nombre croissant d'enseignants avec différents profils et l'existence de groupes de recherche qui travaillaient de façon séparée, mais avec des orientations similaires et pouvant s'associer pour développer des projets. Les faiblesses des groupes de recherche étaient le manque de reconnaissance des problématiques du contexte social ou régional, une production excessivement individualisée et une communauté académique inexistante. Chaque ligne de recherche avait entre 3 et 8 lignes spécifiques, ce qui laissait entrevoir qu'il y avait autant de lignes que

[343] Mariño, "Fundamentación académica de las líneas de investigación", 8-10.

de professeurs dans la Faculté. Par la suite, ces considérations vont apporter à la configuration des lignes de recherche.

ii) Reconfiguration des lignes

Sur la base des multiples sources d'information déjà présentées, les unes de caractère secondaire, d'ordre national ou supranational, et les autres de caractère primaire, prises *in situ,* nous avons entrepris un travail de tissage pour déterminer les orientations fondamentales des axes de recherche et pour les présenter aux corps administratifs de l'établissement, de la faculté et du programme.

Il y a eu deux moments importants à signaler. Le premier a été la réorientation des axes de recherche, et l'autre, l'appropriation d'une direction claire pour opérationnaliser la démarche de recherche. Pour cela, nous avons organisé des débats participatifs pour observer et mettre à l'épreuve les nouvelles orientations. À ces débats participatifs ont assisté les directifs de l'établissement, de la Faculté et les coordinateurs des deux programmes. Qu'est-ce qui a été débattu et quelles ont été les conclusions ? Tout d'abord, l'importance du pilotage académique de la filière durable, sur la base des résultats des Sommets de la terre des Nations Unies, des déclarations de l'Unesco, des orientations du UIA, et des actions entreprises par les instances nationales. D'autre part, cherchant la reconfiguration des lignes de recherche, la recherche a été établit comme un axe transversal. Nous avons réussi à opérer une convergence des lignes de recherche en réunissant en 3 les 28 lignes et sous-lignes existantes. Les résultats ont montré l'intérêt que la communauté académique portait aux tendances de la durabilité et son soutien au tissage en deux piliers proposés pour les lignes de recherche : le premier, orienté vers l'environnement et la soutenabilité, et le deuxième, vers le patrimoine. Comme aboutissement de ces délibérations nous avons pu envisager le rassemblement des efforts, au lieu de leur atomisation. La transversalité a été proposée pour articuler les axes de recherche dans les deux programmes. La suite du processus était d'inviter la communauté académique à présenter une construction théorique pour chaque pilier, et pour ce faire à sélectionner des leaders avec des hauts standards académiques et une ample expérience dans le design[344].

[344] À présent le ministère de l'Éducation nationale demande aux universités d'avoir des enseignants avec le titre de docteur qui devront travailler temps complet dans les programmes et qui sont chargés de l'éducation et de la recherche. De l'autre côté, il-y-a les *Maîtres architectes* reconnus, qui travaillent dans le milieu professionnel, et qui grâce à leurs expériences ont des connaissances précieuses pour l'enseignement, mais qui sont de moins en moins demandés puisqu'ils n'ont pas le titre de master ou de doctorat.

Trois actions ont été définies pour construire le parcours académique fondamentale des lignes de recherche. Premièrement, exploiter le contexte corporatif de l'université, puisque la possibilité de trouver des synergies avec d'autres groupes de recherche dans les filiales de l'université représentait une opportunité pour le programme. Deuxièmement, articuler les axes de recherche aux besoins des populations au niveau local, régional et national. Et troisièmement, définir les bénéficiaires des résultats de la recherche, que ce soit au niveau académique, ou dans le secteur externe, les acteurs publics ou privés, dans différents secteurs de la société.

L'analyse de ce cas d'étude permet de voir comment la direction commune des lignes de recherche dans une faculté peut se nourrir d'une multiplicité d'éléments. En effet, au-delà de l'essentielle motivation des enseignants, les données exogènes comme endogènes prennent de la valeur pour envisager l'avenir de la recherche dans les unités académiques des universités. En rétrospective, il aurait été souhaitable d'élargir les acteurs des débats, impliquant la direction des filiales situées à Bogota, Cartagena et Cali, surtout pour identifier les possibles synergies entre les groupes de recherche, les points forts des autres programmes d'architecture et design industriel et pour identifier des possibles systèmes de collaboration. Ainsi, les produits issus de la recherche pourraient avoir un impact au niveau du pays. En plus, une fois ce scénario mis en marche, la suite aurait été de prévoir les interactions entre toutes les universités bonaventuriennes de l'Amérique latine pour définir les points de connexion, d'association et de convergence pour accomplir des objectifs partagés, avec des retombées des résultats dans un contexte plus élargi.

Un point faible de cette approche a été le manque de contextualisation de la difficile situation d'ordre publique qui traversait le pays à cause du conflit armé, les paramilitaires et le narcotrafic, notamment dans le cas d'une ville comme Medellin. À plusieurs reprises la situation est devenue à tel point difficile que la société s'est fermée pour se protéger des retombées des combats entre les différents acteurs impliqués[345]. Dans ce contexte, on peut imaginer que les synergies d'ordre corporatif dans la structure de recherche de l'université auraient pu créer un axe transversal pour contribuer au bien-être de la société. Il est clair qu'au plus profond de la société il existe *l'ambivalence* : d'un côté, la vie quotidienne dans un espace apparemment calme, et de l'autre, « les terroristes qui vivent une idéologie de guerre en temps de paix »[346]. Dans l'espace académique de l'enseignement supérieur, où convergent différentes disciplines, la perspective transversale de ce problème social devrait se situer en parallèle aux soucis environnementaux d'ordre international.

---

[345] À propos de la situation à Medellín, par exemple, dans l'ouvrage *¡Basta ya !* on lit : « des dizaines des blessés, de civils morts, et des déplacements de nombreuses familles ont été le résultat des combats dans la Comuna trece, entre les milices, les guérillas et les membres de l'armée et de la police, dans la nommée « Operación Orion » ». (Centro Nacional de la Memoria Histórica, 2013, 265).

[346] Morin et Viveret, *Comment vivre en temps de crise,* 16.

Enfin, il aurait fallu inscrire fermement l'aspect social local qui, dans un pays comme la Colombie, constitue le nid d'innombrables crises. Edgar Morin, dans son ouvrage *Comment vivre en temps de crise*, affirme : « La connaissance pertinente est capable de situer toute information dans son contexte, et si possible dans l'ensemble ou elle s'inscrit »[347]. Par exemple, la reconnaissance du crime organisé qui frappait la ville de Medellín aurait peut-être fourni une vision plus pertinente à la direction que nous avons envisagé pour redémarrer les lignes de recherche. C'est un problème que l'enseignement supérieur doit aborder avec l'État afin d'établir des actions appropriées selon les circonstances.

Ce segment qui caractérise une feuille de route de la recherche pour des programmes ciblés vers le design, nous permet d'affirmer tout d'abord que les défis mondiaux en termes de soutenabilité sont encore et toujours des objectifs incontournables pour diriger la recherche, mais que, dans un pays a la quête de la paix, la situation sociale mérite un regard particulièrement attentif.

À continuation, nous allons plonger en profondeur dans la genèse, la construction, et la mise en opération d'un programme de master en architecture soutenable qui a été créé dans la dernière décennie. Rappelons que nous avons fait une radiographie séquentielle de la vague environnementale, où nous avons mentionné les groupes des recherches en soutenabilité et les programmes post-licence qui ont été créés par ces groupes. Dans cet éventail de programmes nous avons choisi le programme de master en architecture durable, et nous allons caractériser amplement le développement curriculaire de ce programme.

c) Interactions positives entre activités scientifiques, filière académique soutenable et société

Nous examinons maintenant en profondeur la formation de professionnels spécialisés dans le domaine de l'architecture soutenable. Cet examen constituera un espace pour caractériser les relations entre les activités scientifiques, la filière académique et la société.

Rappelons que la Colombie et un pays situé dans la ceinture intertropicale planétaire, où la cordillère des Andes se divise en trois chaînes de montagnes, créant ainsi une multiplication de microclimats et des couches thermiques diverses qui permettent une grande richesse en biodiversité. Ces caractéristiques particulières situent la Colombie au deuxième rang des pays du monde en biodiversité. Dans ce contexte de diversité il est naturel de concevoir un programme de formation en architecture durable qui puisse établir des relations entre la formation, la recherche et les retombées sociales. De cette

[347] Morin et Viveret, *Comme vivre en temps de crise*, 14.

manière, la recherche appliquée constitue le lien entre l'enseignement supérieur et le secteur externe.

i) Le défi de la durabilité

L'un des plus grands défis pour l'architecte d'aujourd'hui consiste à appliquer dans ses projets des aspects qui garantissent la durabilité. En voulant répondre à ce défi, l'Université Catholique de Colombie, une université de taille moyenne à Bogota, a mis en place un master dans le domaine du design durable (Maestría en Diseño sostenible). En avril 2013, un groupe de chercheurs de cet établissement a conçu le programme et l'a soumis à l'examen du ministère de l'Éducation Nationale pour obtenir le registre académique. Dix mois après, l'université a reçu la résolution d'approbation[348].

Le programme et le plan d'études a été construit autour du lointain mais toujours pertinent rapport Brundtland et ses trois axes : le social, l'économique et l'environnemental. En plus, il prend en considération les tendances internationales autour de la soutenabilité, comme celles du Sommet Rio+20, la première, deuxième et troisième conférence du programme Habitat des Nations unies, les Objectif du Développement Durable, la déclaration de l'Unesco de 2010 et l'Agenda 2030. De même, à l'époque il y avait un souci d'intégrer les décisions d'ordre national, qui à la date de création étaient : la Loi 1715 de 2014, permettant l'utilisation de ressources renouvelables dans l'édification, le Décret 1285 de 2015 et la Résolution 0549 de 2015 du ministère de Logement, ville et territoire, concernant les paramètres pour la construction soutenable.

La vision du master s'oriente vers la formation intégrale de professionnels responsables et sensibles à l'environnement et l'objectif universitaire était d'articuler les relations entre les facteurs sociaux, économiques et écologiques, en s'appuyant sur les outils informatiques, pour arriver à une architecture durable. Les objectives secondaires étaient, entre autres : reconnaître et analyser les théories, concepts et méthodes des disciplines à l'œuvre dans les facteurs sociaux, économiques et écologiques pertinents pour le designer, utiliser les outils des technologies de l'information et de la communication (TIC) pour optimiser le processus de design et construction et développer des stratégies de design soutenable qui permettent l'intégration des problématiques d'habitabilité, efficacité et équité[349].

[348] Le registre académique a été conféré par le ministère de l'Éducation nationale pour une durée de 7 ans, en janvier de 2014. Le groupe de chercheurs qui a conçu le programme a été dirigé par l'architecte Juan Carlos Pergolis, directeur de recherche de la Faculté d'Architecture (aujourd'hui Faculté de Design) de l'Université Catholique de Colombie.

[349] Le Projet éducatif du programme (PEP) constitue l'outil de diffusion du master. Il contient la mission, la vision, la pertinence, les propos, les aspects curriculaires, la recherche, l'extension et l'internationalisation. Dans la construction du PEP sont intervenus les professeurs Claudio Varini,

Dans le contexte colombien, ce master est le seul programme de formation dans ce domaine, puisque les autres programmes en développement durable appartiennent aux sciences de l'ingénierie ou de l'économie. Par ailleurs, ce master est professionnalisant : son plan d'études permet une formation en recherche appliquée qui se déroule de manière transversale tout ou long de trois semestres, et qui finit par la réalisation d'un travail de recherche appliquée et la soutenance des résultats obtenus. Le cours a lieu seulement les weekends, ce qui permet aux étudiant d'exercer un travail à temps plein.

Pour faire brièvement un parallèle avec un master français où les aspects sociaux et environnementaux entrent en jeux, nous pouvons citer le DSA « Architecture et risques majeures » de l'École Nationale Supérieure d'Architecture de Paris-Belleville. Ce dernier a une durée de quatre semestres, où le quatrième semestre est consacré à une mise en situation professionnelle de quatre à six mois et à la rédaction d'un mémoire[350]. Un autre parallèle que nous pouvons établir, cette fois-ci avec un cas mexicain, est le master en « Ville et espace urbain soutenable » (Maestría en ciudad y espacio urbano sustentable) de l'Institut Technologique de l'Université Jésuite de Guadalajara. Pour ce programme, les cours se déroulent en semaine à partir de 17 heures et la samedi matin, ce qui, comme dans le cas colombien, permet aux étudiants d'exercer un travail. La duration des études de ce programme est de quatre périodes académiques en plus d'un atelier d'été[351].

Ces trois programmes sont fortement articulés à la soutenabilité, malgré certaines différences. Pour le programme colombien la longueur des études est plus courte et l'objet d'étude est entièrement centrée sur l'édification. Pour le cas français, le plan d'études et la mise en situation professionnelle se situent dans un contexte plus spécifique, à savoir les situations de risques et d'urgence. Enfin, dans le cas mexicain la duration est un peu plus longue et l'objet d'étude est la ville. Par la suite, en énonçant le rôle moteur des partenariats, ces trois programmes seront articulés dans le contexte d'un réseau international.

Ces programmes académiques ont tous le souci de créer une conscience face aux urgences croissante du monde d'aujourd'hui. Ceci est d'autant plus important sachant que la réponse de la société face aux cris d'alarme est pachydermique ; dans les mots d'Edgar Morin :

> *La conscience écologique s'est imposée avec lenteur et ses effets s'avèrent très lents face aux urgences qui s'imbriquent les unes les autres. Tout cela pose d'énormes et multiples problèmes dont l'enjeu vital n'est pas seulement la préservation de la vie naturelle mais également celle désormais de la vie humaine, non seulement dans sa part naturelle*

Carlos Mario Yory, Johanna Rodriguez et nous-mêmes en tant que directeurs du programme. Nous avons assuré la direction de ce programme entre 2014 et 2020.

[350] Brochure de présentation du programme *Architecture et risques majeures*, diplôme de spécialisation et d'approfondissement en architecture, Ecole Nationale Supérieure d'Architecture, Paris, Belleville (ENSA PB).

[351] Présentation du programme en ligne, URL= http://www.posgrados.iteso.mx

(alimentation plus ou moins saine, pollutions pathogènes) mais aussi dans sa part culturelle et sociale[352].

ii) De la théorie à la praxis

La praxis est toujours le défi le plus complexe à surmonter. La question fondamentale ici est de savoir comment mettre en fonctionnement un produit issu de la théorie. Pour répondre à cette question, dans le contexte du master en design durable, il a été nécessaire d'organiser des débats participatifs entre professeurs formés en soutenabilité dans des grands centres d'éducation européens et américains. L'objectif principal de ces débats a été de trouver des stratégies pour former les générations futures en soutenabilité, à travers le partage des savoirs environnementaux, sociaux et économiques. Le premier échelon pour relier la théorie avec la praxis dans la formation de professionnels d'haute qualité, a consisté à définir les profils des acteurs principaux du système, c'est-à-dire les directifs, les étudiants et les professeurs[353]. Ensuite, le deuxième échelon impliquait l'établissement des objectifs identifiés dans le plan d'études pour les lier aux compétences que les étudiants devaient acquérir. Pour cela, la construction de modules thématiques articulés aux cours a été nécessaire, suivie de l'identification des profils des enseignants.

Dans ce master, la formation vise à donner aux étudiantes les outils nécessaires pour accomplir un projet en architecture soutenable. À cet égard, la construction des modules d'enseignement constitue la plateforme de base. Ainsi, pour le premier cycle académique, de caractère écologique, les enseignants travaillent dans le milieu de l'édification, en particulier sur l'architecture vernaculaire, l'architecture bioclimatique, le confort thermique et l'adaptation au changement climatique. En outre, l'utilisation d'information géoréférencée à travers des logiciels permet de se situer dans les contextes géographiques d'étude. Dans cette dimension générale, la relation entre le cadre du bâti et l'entourage est déterminante. Pour le deuxième cycle académique, les experts chargés de l'enseignement connaissent les aspects économiques, et en particulier des aspects comme la relation coût-bénéfice, les matériaux soutenables et l'évaluation économique des applications durables. Dans cette dimension, la relation édification-habitant est incontournable. Enfin, la troisième et dernière période académique se centre sur l'interrelation des trois aspects de la soutenabilité pour évaluer le bien-être comme un tout qui intègre l'entourage, l'habitant et l'édification. Les TIC sont fortement utilisées de façon transversale

[352] Morin, *Écologiser l`homme*, 19-20.
[353] En Colombie on utilise indistinctement les termes « professeur » et « enseignant ». Dans d'autres pays, comme la France, ces deux termes ont un caractère hiérarchique.

sur les trois périodes académiques et aident à simuler les comportements thermiques et économiques.

Pour le démarrage du programme, l'identification et l'apport des experts constitue une phase essentielle. Pour cela nous avons établi un dialogue entre les professionnels de la soutenabilité, de l'économie, de l'ingénierie, de l'architecture et de la sociologie. Un groupe d'experts formés en Europe, ou dans des reconnues universités latino-américaines, se sont rassemblés pour mener un dialogue autour des concepts acquis et appliqués dans le développement durable, afin d'articuler toutes ses connaissances issues de différentes disciplines et définir le contenu des modules académiques. Enfin, il a fallu connaître le profil des étudiants qui pourraient suivre ce programme. Dans ce cas, les profils varient entre les académiques et les praticiens ; certains travaillaient dans des établissements d'enseignement supérieur, et d'autres appartiennent au secteur externe, dans le public ou le privé. En tout cas, les futurs étudiants devaient vouloir acquérir les compétences nécessaires pour développer un travail de recherche appliquée dans des contextes réels d'intervention.

La *praxis*, ainsi, n'est que l'implémentation d'un apport théorique pour la solution de problèmes réels. Les acteurs de cette implémentation sont multiples. D'un côté, les établissements d'enseignement supérieur qui reconnaissent la pertinence d'un nouveau programme à travers une étude de faisabilité et du potentiel réel du programme. De l'autre côté, les enseignants ou professionnels qui par la pratique démontrent la possibilité de l'application du programme. Et enfin, les professionnels souhaitant acquérir les compétences nécessaires pour accomplir des projets de durabilité. Ce programme avance ainsi vers une connaissance pertinente, avec un groupe d'enseignants issus de différentes disciplines (architectes, économistes, ingénieurs, sociologues, philosophes) qui fournissent aux étudiants une vision intégrale pour aborder des problématiques réelles dans un contexte réel.

Nous nous trouvons ici face à une dérivation de la vision macargienne, et en particulier, du discours de McHarg sur la nouvelle génération de planificateurs. Dans ce cas, il s'agit ici d'une nouvelle génération d'architectes et ingénieurs capables d'accomplir des projets d'habitat durable avec une vison environnementale, sociale et économique. L'intention est ainsi d'établir une connaissance pertinente qui s'aligne au souci exprimé par Morin quand il affirme :

> *Il est un problème capital, toujours méconnu, celui de la nécessité de promouvoir une connaissance capable de saisir les problèmes globaux et fondamentaux pour y inscrire les connaissances partielles et locales* [354].

Par la suite, nous verrons l'applicabilité des concepts acquis dans des situations particulières.

---

[354] Morin, *Les sept savoirs nécessaires à l'éducat*ion du futur, 14.

iii) L'apport social de la recherche dans des contextes régionaux

Il y a une même ligne de pensée traversant tout le long des trois périodes académiques du master en design durable, à savoir le travail de recherche appliquée. De même, l'élaboration d'un rapport de recherche appliquée sur le design durable est une exigence pour accéder au diplôme. Cette activité de recherche, qui est d'ailleurs obligatoire par ordonnance ministérielle, représente une opportunité de travailler dans des cas réels, situés dans les contextes régionaux.

Dans l'univers des travaux de fin d'études des cinq promotions d'étudiants jusqu'à aujourd'hui formés, nous avons eu accès à 40 projets[355]. Parmi ceux-ci, 35% sont des études de cas réalisés dans des régions éloignées des centres urbains ou dans des villes de moyenne ou petite taille en Colombie, 30% des projets ont pour cible des populations démunies, et le reste sont des projets situés à Bogota. Pour les projets de logement social ou d'auto construction nous trouvons des projets de fin d'études avec des titres évocateurs comme : « La qualité de l'air à l'intérieur du logement social », « L'efficacité constructive d'un modèle d'habitat soutenable pour la population marginale et vulnérable dans un climat froid », « Murs extérieurs et les apports du confort thermique dans le logement social », « Design de stratégies de confort thermique pour le logement d'urgence », « Comportement et variation du confort thermique du logement social en climat chaud humide à partir de la transformation de la morphologie et la façade de l'édification », « Analyse du comportement thermique des façades du logement social dans la ville de Tunja, en utilisant de énergies appropriées », « Analyse du logement social rural à Ambalema, département du Tolima », « Modèle d'espace éducatif soutenable comme outil pour le développement durable des zones de post-conflit », ou encore « Analyse du logement social et guide de stratégies passives pour améliorer le confort et la soutenabilité des bâtiments, cas d'étude Usme-Bogota ».

Chacun de ces projets touche différents utilisateurs de logement social, prioritaire ou d'urgence. Le reste des projets sont plutôt orientés vers l'amélioration du confort thermique dans des logements ou des bureaux. Un projet de fin d'études a eu une importance particulière puisqu'il a abordé les bâtiments construits en acier galvanisé pour l'accueil des militaires dans les zones rurales. Le nombre de constructions de ce type répandues dans le territoire national est significative, de l'ordre de cinq mille. À l'intérieure de ces abris le comportement thermique est extrême : la température peut atteindre les 45°C dans les heures de pic de chaleur. Le défi de ce projet consistait à étudier une alternative qui permette la diminution de la température dans ces espaces

[355] L'information a été tirée de tableaux informatifs appartenant à la direction du programme en design durable qui registrent les travaux de fin d'études soutenus et approuvés par le programme.

d'habitation. Généralement, les étudiants socialisent leurs résultats avec la population objet de l'étude. De cette façon, nous assurons l'apport social de la recherche dans les contextes régionaux.

Former dans une *pensée écologisée*[356], ciblée vers le développement soutenable, c'est former des nouveaux acteurs pour les changements nécessaires dans les circonstances actuelles. Ce master, lors d'une durée d'à peine trois semestres, permet d'initier une démarche soutenable, mais les connaissances acquises doivent ensuite devenir la base pour un approfondissement et pour opérer des changements réels dans le contexte urbain comme rural. Dans les mots de Morin :

> *Une politique de désengorgement, par piétonisation et développement des transports publics non polluants dans les centres-villes a déjà été évoquée [la diminution des transports polluants et à la régulation de la circulation urbaine]. Disons de plus qu'il faut envisager le démégapolisation, au profit des villes moyennes et repeuplement des villages et bourgs. Les villages mourants peuvent être revitalisés par l'installation de boulangeries, bistrots, artisanats, l'installation de retraités jeunes, le développement du télétravail*[357].

Ce nouveau scénario urbain doit être fortement envisagé, d'autant plus que la COVID-19 s'ajoute aux urgences qui nous forcent à changer de paradigme. Nous sommes en effet obligés de débâtir sur le futur de développement urbain soutenable. Non seulement à propos de la prise de conscience, mais surtout autour des actions précises à entreprendre. Les programmes à concevoir dans un futur proche sont dans l'obligation de planifier à moyen et à long terme les espaces urbains, à limiter leur croissance et à envisager un véritable aménagement *macargien* du territoire.

Alliances stratégiques

Jusqu'ici cette partie s'est occupée de montrer comment l'intérêt pour la soutenabilité a percé l'enseignement supérieur, tout d'abord dans le contexte des groupes de recherche de grand impact dans le pays et ses nouveaux programmes de formation au niveau de master ou doctorat, et puis dans l'analyse des activités durables dans la recherche et l'enseignement. Maintenant nous abordons le potentiel que représente le soutien international pour questionner notre parcours, pour améliorer le devenir de la recherche, ou encore pour envisager des activités conjointes de collaboration sur le plan de la recherche et de l'enseignement.

---

[356] Terme emprunté à Morin dans son livre *Écologiser l'homme*.

[357] Morin, *Écologiser l'homme*, « Énergie, écologie, sociologie », 69-70.

3) Le rôle moteur du partenariat franco-colombien

Le partage d'expériences avec des établissements d'enseignement supérieur, en particulier avec des pays comme la France, est enrichissant pour les universités colombiennes, en particulier s'il s'articule autour de sujets associés à la soutenabilité. Pour accomplir cet objectif, l'Université Católica de Colombia, à Bogota, a formalisé un accord-cadre avec l'École Nationale Supérieure d'Architecture de Paris-Belleville (ENSA-PB) en 2019. Grace à la formalisation de cet accord, plusieurs engagements ont été pris autour du développement d'activités académiques conjointes, comme l'élaboration, en 2019, d'un projet de mobilité académique et le développement de colloques annuels internationaux en architecture soutenable[358]. Les connaissances apportées par les professeurs de l'ENSA-PB ont permis de porter un deuxième regard sur le plan d'études du master en design durable. De plus, l'expérience française sur le diagnostic *in situ* et la mise en situation réelle des étudiants du DSA en Architecture et risques majeurs, lors du dernier semestre du programme, représentent une expérience à répliquer pour le master colombien. En particulier, la présentation du programme DSA français explique que :

> *À partir d'une situation d'urgence, que la catastrophe vienne de se produire ou qu'elle soit latente (cas du bidonville), le champ d'étude s'ouvre aux problématiques du développement durable et de la ville résiliente : le développement rural et urbain, la ville précaire et la reconstruction, les approches convergentes entre économies fortes et faibles, les camps et les phénomènes spatiaux liés aux migrations* [359].

Ainsi, la mise en situation réelle permet aux étudiantes d'acquérir des connaissances techniques de prévention de risques majeurs, avec une vision intégrale, urbaine, architecturale, économique, sociale et *humaine.* À ce point il serait important de caractériser les risques majeurs existant en Colombie, pour

---

[358] En 2014, lors du lancement national du programme de master en architecture durable (*Maestría en Diseño sostenible)* de l'Université Católica de Colombia, une enseignante de l'ENSA-PB a été invitée comme conférencière principale. En 2016, a eu lieu le Premier colloque international en Architecture soutenable, avec le soutien financier de l'Ambassade de France en Colombie. Le Directeur scientifique du DSA en Risques majeures de l'ENSA-PB a été invité comme conférencier principal. En 2017, la Rencontre internationale France-Colombie a été organisé, dans laquelle seize étudiants et deux enseignants (le Directeur scientifique et le Directeur académique du DSA en Architecture et risques majeures) de l'ENSA-PB ont fait une analyse des bidonvilles de Bogotá. En 2018, le deuxième Colloque international en Architecture soutenable a eu lieu, avec la participation de l'ancienne directrice d'internationalisation et chercheuse au laboratoire IPRAUS de l'ENSA-PB. En 2019, le Troisième colloque international d'architecture soutenable a eu lieu avec la participation d'un enseignant de l'ENSA-PLV. Enfin, en 2020, un Atelier International a été organisé, suivant un engagement adopté dans le cadre du projet PREFALC, mais deux jours avant le départ de deux enseignants de l'ENSA-PB, la Colombie a fermé ses frontières aux citoyens provenant de France, Italie et autres pays, à cause de la COVID-19.

[359] Présentation du programme, ENSA Paris-Belleville.

mesurer les opportunités que représente pour notre pays l'expérience du DSA français.

Le rapport de la Banque mondiale *Analyse pour la gestion de risques et des désastres en Colombie : un apport pour la construction de politiques publiques*[360] présente un panorama général des facteurs de risques et des responsabilités des instances publiques dans les risques sismiques, volcaniques et d'inondation, ainsi que les facteurs de risques météorologiques causés par les phénomènes de *El Niño* et *La Niña*[361]. Ce rapport présente aussi les responsabilités publiques et privées envers la gestion des risques, le rôle de l'éducation et la recherche dans les situations à risques et les recommandations et grands défis pour améliorer leur gouvernabilité. Nous exposerons ici quelques-unes des conclusions de ce rapport.

Les chiffres suivants donnent un aperçu général de l'exposition aux risques en Colombie. Lors des 40 dernières années, les pertes économiques dues aux désastres ont été calculées au-delà de 7 100 millions de dollars, c'est à dire une perte économique annuelle moyenne de 177 millions de dollars. En plus, dans une superficie de 1.141.748 km2, 36% du territoire présente une menace sismique, dans 28% il existe une haute probabilité d'inondation et dans 8% une haute probabilité de glissements de terrain. C'est pourquoi le 86% de la population est exposée à une menace sismique, le 28% a une menace d'inondation et le 31 % est exposée à des risques de glissements du terrain[362]. Selon ce rapport, la Colombie a été pionnière dans le traitement des risques. Mais malgré cela, les chiffres révèlent toujours les problèmes et dommages causés à la propriété privée, à l'infrastructure et aux moyens de subsistance. Par ailleurs, l'étude considère qu'a côté des menaces et risques naturels, il existe aussi d'autres facteurs à tenir en compte, comme les crises économiques mondiales, le changement climatique, la dégradation environnementale, l'inégalité sociale et les conflits armés.

Une des stratégies exposées dans ce rapport pour augmenter la gouvernance et la gestion des risques en raison des catastrophes en Colombie, consiste à augmenter la capacité locale pour assurer la gestion territoriale, afin de réduire la génération et l'accumulation des risques. Mais une autre stratégie

---

[360] *Análisis de la gestión de riesgo de desastres en Colombia: un aporte para la construcción de políticas públicas – Bogotá, Colombia,* (Banque Mondiale, 2012), URL= http://www.gestiondelriesgo.gov.co

[361] Le premier est une anomalie sur « la précipitation, la capacité d'amortissement du système sol-végétative et des altérations dans les rendements hydriques » qui se traduit par un échauffement extrême et une diminution du volume des précipitations. *La Niña* est un phénomène de refroidissements des eaux du Pacifique qui augmente le volume des précipitations. (José Edgar Montealegre, *Modelo institucional del IDEAM sobre los efectos climáticos de los fenómenos de El Niño y La Niña en Colombia*, (Bogotá: IDEAM (Institut d'hydrologie, météorologie et études environnementales), 2007), URL= http://www.ideam.gov.co

[362] Banco Mundial*, Análisis de la gestión de riesgo de desastres en Colombia: un aporte para la construcción de políticas públicas – Bogotá, Colombia,* 2012.

est orientée vers le besoin de former des professionnels qui puissent être prêts à réagir dans le cas de risques majeures[363].

Le deuxième chapitre du rapport de la Banque mondiale concerne la planification. Il met en évidence l'importance de la formation des fonctionnaires pour opérationnaliser les lignes d'action établies par le document « Conpes 3146 », qui présente une stratégie pour l'exécution du Plan national pour la préventions et attention aux calamités. Le rapport insiste sur le manque d'articulation entre les systèmes de planification, la gestion des risques, la gestion environnementale et l'éducation. Il souligne le bas niveau de connaissance sur la gestion des risques de la part des fonctionnaires du secteur éducatif.

D'autre part, la production intellectuelle des chercheurs sur ce champ est aussi très précaire. Le rapport a exposé six options aux entités territoriales pour affronter la gestion de risques, parmi lesquelles on trouve l'identification de bonnes pratiques de coopération horizontale entre les entités territoriales et l'étude du mécanisme d'information et connaissance des risques par des organismes technoscientifiques. Ce dernier, fait appel aux universités et aux centres de recherche. Le rapport établi clairement une route à suivre en relation à la recherche avec trois composants : le premier, traite du développement de la recherche sur les menaces et les risques, le deuxième concerne la formation académique et l'incorporation du sujet de la gestion de risques dans l'éducation, et le dernier, porte sur l'appropriation et la diffusion des connaissances sur les risques vers et depuis les régions[364].

L'information issue du rapport de la Banque mondiale permet de connaître le niveau des risques naturels présents en Colombie. Il est donc possible d'estimer l'importance que représente un lien avec le DSA français en architecture et risques majeures. Le canal pour établir ce lien est ouvert et peut se développer à travers les programmes français d'aide au développement en Amérique latine. Un de ces programmes majeurs, qui a permis de créer des importants échanges académiques, est le Programme régional de coopération universitaire France-Amérique latine–Caraïbes (Prefalc), mis en place par le ministère de l'Enseignement supérieur et de la recherche et le ministère de l'Europe et des affaires étrangères, et confié à la Fondation Maison des sciences de l'homme.

Les appels aux projets ouverts chaque année par Prefalc permettent d'établir une dynamique d'échange entre les universités qu'ont déjà des accords-cadres signés pour faire de la coopération académique-scientifique. Une de ces

[363] Le rapport de la Banque mondiale fait une parallèle entre le Programme national pour l'attention des sinistrés PNPAPD et le document du Conseil National de Politique économique et social (Conpes) « 3146 Stratégie pour consolider l'exécution du plan national pour la prévention et attention des calamités ».

[364] Banco Mundial, « Análisis de la gestión de riesgo de desastres en Colombia: un aporte para la construcción de políticas públicas – Bogotá, Colombia », 364-408.

projets lauréats a marqué le début d'une étroite collaboration France-Colombie–Mexique et fait preuve du rôle moteur des partenariats franco-colombiens. Le projet *Réflexion autour des projets d'architecture durable dans des contextes à risques*[365] permet en effet la mobilité des enseignants des universités intervenantes, pour partager des connaissances complémentaires aux programmes de master des pays participants. Cette mobilité permet avant tout d'internationaliser les Plan d'études des universités en Colombie et au Mexique, à travers l'implémentation de modules d'enseignement enrichis par le thème des risques majeurs[366]. Cette collaboration permettra de connaître les approches de l'école française et ses expériences en catastrophes, depuis l'état latent, jusqu'à l'après-catastrophe. Enfin, étant donné que l'analyse de populations démunies ou vivant dans des bidonvilles constitue un cas d'étude pour le DSA français, le quatrième semestre du programme, la mise en situation professionnelle, permet aux étudiants de se situer dans la réalité d'un pays comme la Colombie, à travers, par exemple, l'exploration des bidonvilles de Bogota[367].

Le succès de ce projet a été confirmé lorsqu'il a remporté la reconnaissance de Prefalc. Son objectif principal est le partage d'expériences entre les établissements d'enseignement supérieur participants. Pour l'équipe française, il s'agit de partager son expérience en risques majeures ; pour l'équipe colombienne, son expérience en marginalité, vulnérabilité et résilience de populations dépourvues dans un climat tropical d'haute montagne ; et pour l'équipe mexicaine, ses acquis en projets urbains soutenables. Quant à la pérennité du projet, qui constitue une des conditions pour les projets lauréats de Prefalc, le but est d'établir des actions de continuité. Ainsi, les trois établissements participants ont conçu la pérennité suivant trois temporalités à court, moyen et long terme. À court terme, nous prévoyions la formalisation du réseau international moyennant les échanges scientifiques et pédagogiques et la création d'une plateforme thématique en risques majeures et projets soutenables ; à moyen terme, nous espérions la codirection des travaux de fin d'études, ainsi que la collaboration pour le développement de projets scientifiques sur la soutenabilité et les risques majeures basée sur la formule de la recherche-action dans des espaces réels d'intervention ou l'organisation des colloques qui valorisent les expériences acquises ; et à long terme, nous

[365] Lors de l'appel aux projets 2019, le programme Prefalc a reconnu le projet *Réflexion autour des projets d'architecture durable dans des contextes à risques*, formulé entre l'École nationale supérieure d'architecture de Paris-Belleville, l'Institut Technologique d'Études supérieures d'Occident (ITESO) de l'Université Jésuite de Guadalajara et l'Université Catholique de Colombie.

[366] En effet, en décembre 2019, après la reconnaissance du projet par Prefalc, un renouvellement du plan d'études a été présenté et approuvé par le Conseil supérieur de l'Université Catholique de Colombie.

[367] L'Ambassade de France en Colombie a nommée l'année 2016 comme l'Année franco-colombienne. Dans ce cadre, le master en Design Durable de l'Université Catholique de Colombie a reçu un groupe de seize étudiantes et deux professeurs pour analyser le bidonville de Ciudad Bolívar. Ensuite, le groupe est parti à Cartagena pour une mise en situation professionnelle sur les bidonvilles.

prévoyions l'étude d'un programme doctoral international en cotutelle. Tous ces engagements pouvaient être enrichis par l'invitation de partenaires nouveaux.

C'était une expérience d'une énorme richesse pour nous d'appartenir à une communauté académique naissante, caractérisée dès le départ par les synergies entre disciplines différentes mais complémentaires, et orientées vers le bien-être des populations. Ce groupe donne lieu à un réseau d'établissements d'enseignement supérieur d'envergure transcontinental, voué au partage des connaissances, où tous les membres sont prêts à assimiler et appliquer des nouveaux acquis. Ces propos s'articulent aux réflexions d'Edgar Morin dans son œuvre *Le temps est venu de changer de civilisation* :

> *Faire se confronter, dialoguer, construire ensemble et de manière transdisciplinaire ces différents expressions de la connaissance est fondamental, y compris pour favoriser là encore, la culture de l'ouverture, au détriment de celle, grandissante, de la fermeture* [368].

Nous passons ainsi à la pluralité des connaissances, a la confrontation culturelle, a la construction partagée visant un objectif commun.

4) Un projet éducatif intra et intercontinental

La pérennité du projet Prefalc est assurée par l'ensemble des actions déjà énoncées et dirigées à maintenir le réseau académique-scientifique qui s'est créé. Revenons ici sur une de ces actions : préparer le substrat pour un programme doctoral. Pour cela, nous ferons un retour sur un terme qui surgit dans le troisième chapitre de cette thèse, la *chaîne des connaissances*, pour l'assimiler ici a une *chaîne de formation* sur les études doctorales en urbanisme dans une contexte à risques. Envisager une *chaîne de formation* revient à donner de la valeur aux activités de pérennité et de coopération du réseau naissant, qui, étant donné ses caractéristiques internationales, voire transcontinentales, ne peuvent qu'enrichir l'approche holistique de la durabilité.

Un réseau, suivant les mots de Michel Serrès, agit dans une relation non pyramidale, où tous les acteurs interviennent au même niveau. Les connaissances sont multiples : elles enrichissent les possibilités d'action et contextualisent les problèmes environnementaux à un haut niveau, dans une approche de complexité, holistique et intégrale. Il s'agit ici de tirer profit d'une action de caractère transcontinentale qui peut ouvrir des espaces pour enchaîner d'autres acteurs. Pour l'instant, seulement la phase initiale est accomplie. À long terme, le projet envisage l'établissement d'un programme doctoral transcontinental, suivant une approche d'articulation Nord-Sud, dirigé non seulement vers les avant-postes en termes de soutenabilité, mais aussi vers

[368] Morin, *Le temps est venu de changer de civilisation,* 72.

l'analyse des risques majeurs. Parmi les variables face auxquelles les futurs professionnels de la construction de l'espace humain devront réagir, se trouvent les inconnues que le devenir de la société nous dépare et où ils devront jouer un rôle décisif.

Plus que jamais, aujourd'hui, les efforts pour un monde meilleur doivent venir d'une vision élargie, faire face aux avant-postes ne suffit pas à garantir une action rapide face aux *inattendus*. À présent *l'inattendu* est viral : une pandémie met en évidence la fragilité des grandes agglomérations. En 1969, Lewis Mumford le prédisait déjà dans l'introduction du livre d'Ian McHarg : il observait comment la violation de la nature est pénalisée par le désordre. McHarg lui-même, dans *Design with nature,* annonçait également les pathologies de la santé (diabète, addictions, épidémies…) autant que de la société (suicide, délinquance…) qui tendent à se développer dans les grandes agglomérations urbaines, et particulièrement dans les endroits les plus denses des villes[369].

Les pathologies sont multiples et inattendues. Le milieu urbain est le plus vulnérable aux conséquences d'une pandémie d'ordre planétaire comme celle de la COVID-19. Il y a donc un vrai besoin de former des professionnels capables de concevoir des villes humanisées, des diplômés capables d'agir face aux défis de la société globalisée. Il est clair que ceci devient une réalité, l'enseignement supérieur peut et doit servir comme niche pour le débat face au clameur planétaire et au besoin de concevoir des habitats respectueux de l'environnement, sains et résilients [370].

Pour toutes ces raisons, nous avons besoin d'une projet éducatif transcontinental, qui s'établirait à travers l'implémentation d'une *chaîne de formation* au niveau doctoral, grâce à la pérennité envisagée dans la démarche Prefalc, et notamment dans le cadre du projet « Réflexion autour des projets d'architecture durable dans des contextes à risques ». Cette *chaîne de formation* est constituée, en primer lieu, par les établissements d'enseignement supérieur qui ont conçu ce projet, mais reste ouvert à accueillir d'autres programmes d'architecture ou d'urbanisme qui pourraient s'aligner à cette démarche. Ce projet éducatif est prévu comme international, interculturel et interinstitutionnel.

Un doctorat international serait un moteur pour générer les débats et les *cercles vertueux* nécessaires pour proposer des solutions alternatives en architecture durable dans une contexte à risques. Dans cette perspective, l'élargissement de cette *chaîne de formation* vers d'autres établissements est

[369] Le chapitre « The city : health and pathology » est issu d'une étude réalisée par McHarg avec un groupe d'étudiants qui visait à identifier les espaces environnementaux les plus sensibles au développement de désordres pathologiques, d'ordre physique, mental ou social à Philadelphie. Ces résultats, encore prématurés, ont démontré qu'il existe une correspondance entre les zones les plus peuplés de la ville et la présence de pathologies (*Design with nature*, 187-193).

[370] Dans une de ses réflexions, McHarg nous met en garde quand il signale que l'humain, s'il continue avec sa courte vision anthropocentrique, peut produire l'holocauste. Les villes continueront à grandir, les pathologies à augmenter dans ses cœurs d'haute densité, et ils vont finalement se convertir en nécropoles.

essentiel pour permettre une table ronde permanente et un positionnement intégral vis-à-vis des avants postes sociétaux[371]. Dans ce projet éducatif nous laissons définies les variables à tenir en compte pour construire, dans l'avenir, la plateforme théorique initiale d'un doctorat en durabilité urbaine dans une contexte à risques. Le fait d'être transcontinental et transdisciplinaire lui permet de s'enrichir de connaissances multiples et diverses. Dans ce qui suit, nous présenterons une caractérisation de cette *chaîne de formation*, en reprenant les expériences analysées dans les trois premiers chapitres qui permettront d'enrichir la réflexion autour de ce projet éducatif transcontinental.

a) Caractérisation de la chaîne de formation

À partir du projet Prefalc, nous avons ouvert la possibilité d'envisager la création d'une *chaîne de formation* pour un contexte à risques. Maintenant, nous nous concentrons sur la caractérisation initiale de ce projet éducatif. Tout d'abord nous allons enrichir cette approche avec les idées des grands penseurs qu'ont accompagné le déroulement de cette thèse, cette fois-ci articulées a l'enseignement supérieur. Et ensuite nous aborderons les orientations des organisations supranationales en termes de soutenabilité et le positionnement de la Colombie face à ces orientations. Ces deux lignes d'approche offrent un soutien fondamental pour caractériser la *chaîne de formation*.

Le terme « cotutelle » décrit la direction d'une thèse doctorale réalisée entre deux établissements d'enseignement supérieur. Ici, nous voudrions aller plus loin dans la mesure où nous proposons une approche en *cotutelle multiple*, qui permettra d'élargir les canaux de communication entre plusieurs programmes qui peuvent avoir des connaissances complémentaires. Avec ce terme de « cotutelle multiple » nous voulons ouvrir la possibilité d'intervention de multiples partenaires académiques, issus d'horizons différents, et qui grâce à leurs expertises peuvent contribuer à la formation des nouvelles générations de professionnels avec une vision holistique, intégrale et prêts à concevoir la construction de scénarios néguentropiques.

Pour tisser les alliances qui peuvent ainsi se générer, les outils informatiques constitueront sans doute un grand allié. Ceci est d'autant plus

---

[371] Nous considérons indispensable l'établissement d'un débat permanent et d'un positionnement continu vis-à-vis des avant-postes sociétaux en termes environnementaux, y compris les *inattendus* qu'aujourd'hui sont d'origine biologique. La société tourne les yeux vers les connaissances médicales et la recherche des grandes industries pharmaceutiques a réagi face au défi. Suivront le reste des disciplines qui devront fournir des réponses aux problématiques, y compris les concepteurs urbains et les architectes environnementaux pour envisager un meilleur habitat pour les populations.

évident aujourd'hui que l'on a pu voir leur utilisation comme un recours essentiel de communication pendant le confinement dû au COVID-19.

b) La construction des savoirs à travers une vision élargie

Les caractéristiques de ce projet demandent une construction de savoirs opérée à partir d'une vision multiple. Cette dernière provient de deux sources. D'une part, les travaux des penseurs qui ont permis de renforcer les analyses et les caractérisations présentées dans cette thèse et qui deviendront incontournables pour comprendre les visions convergentes sur l'importance de l'enseignement supérieur. Ces penseurs apportent des regards, des optiques, des approches théoriques différentes, mais complémentaires vis-à-vis de l'éducation et du besoin de former des nouvelles générations de professionnels compétents et capables de soutenir un monde en pleine mutation. La deuxième source est constituée fondamentalement par les orientations des organismes supranationaux tels que les Nations Unies, l'Unesco et l'Union Européenne, qui ont établi des engagements clairs et de longue durée, comme les Objectifs du Millenium (ODM) ou les Objectifs du Développement Durable (ODD), et ont en plus adopté une position face au COVID-19. Ces deux sources se complémentent, mais c'est à nous de caractériser la construction initiale d'une plateforme pour un doctorat en *cotutelle multiple* dans les contextes urbains à risques.

c) Premier échelon : les savoirs constitués

Nous commencerons par la première source : les éminents penseurs de l'environnement du XXème et XXIème siècles qui nous apportent une vision sur l'importance de la formation supérieure pour le monde à venir. En 1969, McHarg envisage déjà la formation de nouveaux professionnels en aménagement écologique du territoire à partir de la méthode que nous avons exploré dans le premier chapitre de cette thèse. McHarg vise notamment la formation d'un nouveau planificateur écologique, conscient du rôle destructif que l'humain a joué dans les dernières décennies :

> *He [le planificateur] is equally aware, as many people are at last becoming aware, of the ways in which modern technology, through its hasty and unthinking applications of scientific knowledge or of technical facility, has been defacing the environment and lowering its habitability*[372].

[372] Lewis Mumford dans l'introduction du livre *Design with nature* fait une présentation générale sur l'importance des apports scientifiques de McHarg, dans une société qui applique les connaissances scientifiques sans réfléchir aux conséquences sur le milieu ambiant.

Nous savons, cependant, qu'être conscients n'est pas suffisant. Il est nécessaire d'agir, chacun depuis sa propre expertise. C'est pourquoi McHarg a pu appliquer sa méthode d'aménagement écologique dans plusieurs projets : que ce soit *Medford,* sur les critères à tenir en compte pour une développement territorial, le traitement écologique des dunes du New Jersey, pour l'application de critères naturels pour la construction d'une autoroute, ou encore ces études sur les pathologies urbaines menées à Philadelphie. Ceux-ci et d'autres projets d'aménagement du territoire ont servi d'exemple pratique pour les étudiants du programme d'aménagement du territoire à l'Université de Pennsylvanie.

Sur ce point, la vision d'Ernest Friedrich Schumacher peut être révélatrice. Bien qu'il s'agisse d'un auteur polémique à cause de ses orientations radicales à propos des pays industrialisés, il reste une source essentielle pour la réflexion à propos de l'importance de l'éducation comme moyen pour améliorer la situation socio-économique. Ainsi, il conçoit l'éducation comme la plus grande et vitale des ressources. En 1973, Schumacher Il présente la vision de Sir Charles Percy Snow, sur la génération des « alpha-plus scientistes »[373]: à savoir, la formation de professionnels du plus haut niveau, capables de former à leur tour d'autres nombreux alpha-professionnels pour permettre aux scientifiques, aux ingénieurs et finalement aux hommes politiques et administrateurs, de comprendre les résultats de la recherche scientifique. La démarche de Snow, comme le remarque bien Schumacher, n'était pas envisageable dans les années 1970 — et elle ne l'est pas non plus dans la société actuelle. Mais il est possible de reprendre de cette approche l'importance d'informer les non-scientifiques, et en particulier les administrateurs, sur les résultats des projets de recherche qui visent à améliorer la vie dans les zones urbaines. De cette manière, la vision de Snow devient pertinente dans la mesure où il est vrai que pour s'approprier des inventions il faut bien comprendre, sinon les principes, au moins les résultats. Dans cette perspective, Schumacher ajoute:

> *The essence of education, I suggested, is the transmission of values, but values do not help us to pick our way through life unless they have become our own, a part, so to say, our mental make-up* [374].

L'auteur nous rappelle bien que l'apport de l'éducation, après tout, est importante seulement dans la mesure où l'on peut s'approprier des résultats, les interpréter et les appliquer.

Pour sa part, Buckmister Fuller montre un chemin à partir duquel nous pouvons réaliser une première approximation pour la *cotutelle multiple*. En effet, Buckmister Fuller, dans *Utopia or Oblivion*, écrit:

> *The design scientist would not be concerned exclusively with the seat of a tractor but with the whole concept of production and distribution of food, which might possibly lead to*

---

[373] Ernst Friederich Schumacher, *Small is beautiful: Economics as if People Mattered* (New York: Hard & Roe Publishers, 1973), 81.

[374] Schumacher, *Small is beautiful: Economics as if People Mattered* (New York: Hard & Roe Publishers, 1973), 82.

> *developing a whole new industry of hydroponic factories for automated growing, canning, and packing the food within large three-quarter-sphere geodesic greenhouses, within which are circularly operating, planting, cultivating, pruning, and harvesting mechanisms, in a treelike arrangement. He would iniciate a total industry* [375].

Fuller envisage la formation d'un professionnel en *design-science* pour le secteur industriel. Pour cela il fait une analogie : comme un docteur en médicine est une scientifique qui comprend le corps humain comme un tout et qu'il anticipe les événements physiques que peuvent subir un individu, de même, un professionnel formé en sciences de la conception abordera un secteur industriel avec une vision globale[376]. Pour le cas qui nous concerne, dans le contexte d'un doctorat international en soutenabilité, orienté vers les avant-postes sociétaux et sur les risques majeures dans les agglomérations urbaines, il s'agirait d'un *concepteur scientifiqu*e dans un contexte urbain.

Lors de son dialogue avec Denis Lafay dans la publication *Le temps est venu de changer de civilisation*, Edgar Morin affirme que toute l'espèce humaine doit être réunie sous une *communauté de destin :*

> […] *puisqu'elle partage les mêmes périls écologiques ou économiques, les mêmes dangers provoqués par le fanatisme religieux ou l'arme nucléaire. Cette réalité devrait générer une prise de conscience collective, et donc souder, solidariser, hybrider* [377].

En revanche, si l'humanité ne parvient pas à constituer cette *communauté de destin* alors « c'est l'inverse qui domine : on se recroqueville, on se dissocie, le morcellement prime sur le décloisonnement, on s'abrite derrière une identité spécifique - nationale et/ou religieuse[378]*».* C'est ce besoin de coopération et de partage qui est sous-jacent aux fondements de cette démarche éducative qui tente d'apporter une étincelle à la construction d'une *communauté de destin*[379]. Dans le champ des urbanités durables nous exprimons ainsi le souci de partager des savoirs pour explorer les nouveaux concepts nécessaires dans les milieux urbains d'aujourd'hui et demain, pour répondre au besoin d'agir et trouver des réponses aux multiples inattendus qui nous réservent les jours à venir. Tout, en cherchant la créativité nécessaire pour concevoir des villes plus résilientes et plus écologiques.

Pour nourrir d'avantage ces observations, revenons à la question que pose Lafay à Morin à propos de la nature humaine qui reste dans l'ambivalence entre se résigner ou désobéir. C'est la question de savoir s'il y a véritablement

---

[375] Richard Buckmister Fuller, *Utopia or Oblivion*: *the prospects for humanity,* (London: Allen Lane Penguin Press, 1970), 337.
[376] Buckmister Fuller, *Utopia or Oblivion, the prospects for humanity*, 337–342.
[377] Edgar Morin & Denis Lafay, *Le temps est venu de changer de civilisations* (La Tour d'Aigues : Éditions de l'Aube, 2017), 16.
[378] Morin & Lafay, *Le temps est venu de changer de civilisation,* 16.
[379] Actuellement, un péril viral fait irruption dans notre communauté de destin. Nous souffrons l'angoisse d'ignorer l'avenir, en attendant les vaccins miraculeux. Aujourd'hui, plusieurs vaccins ont été développés par les pharmaceutiques AstraZeneca, Pfizer, Moderna et Johnson & Johnson, entre autres, et sont hautement sollicités par les pays du monde pour vacciner leur population. Entre temps, les scientifiques continuent de surveiller les mutations du virus.

un espoir de changement comportemental et spirituel dans la vague environnementale, qui puisse réellement finir avec le mercantilisme et la consommation déraisonnée. Pour Morin, une seule chose est certaine :

> *Seule une prise de conscience fondamentale sur ce que nous sommes et voulons devenir peut permettre de changer de civilisation. Le textes du pape François en sont une aussi inattendue que lumineuse illustration. Et d'ailleurs, c'est aussi parce que nous manquons de spiritualité, d'intériorité, de méditation, de réflexion et de pensée que nous échouons révolutionner nos consciences*[380].

Cette observation peut avoir un impact particulier dans les sociétés d'Amérique latine, qui sont souvent catholique et pratiquantes, et pour qui, en conséquence, les déclarations du Pape François sont particulièrement pertinentes. Ces déclarations concernant la sauvegarde de la planète sont pleines d'enseignements et s'appuient fortement sur les données scientifiques. Il sera donc utile de les présenter très succinctement. Avec ces réflexions, la caractérisation pour le doctorat en *cotutelle multiple* sera complète.

La lettre encyclique *Laudato si'*, sur la sauvegarde de la maison commune du Saint-Père François, défend la nécessité de construire ensemble l'avenir de la planète. L'encyclique s'appuie sur les résultats des recherches scientifiques concernant la crise écologique actuelle. Certains sujets sont transversaux à toute l'encyclique : la pollution, qui se manifeste à travers la culture du déchet, le réchauffement climatique et ses graves conséquences, la perte de la biodiversité qui touche les poumons de la planète comme l'Amazonie, la dégradation de l'environnement humain et naturel, l'inefficacité des sommets de la terre des Nations Unies, et la faible réaction politique au niveau international.

L'encyclique aborde donc nombreux aspects, mais nous pouvons considérer deux, particulièrement pertinents ici : l'éducation environnementale et l'urbanisme. Pour aborder le premier nous commençons par remarquer, comme des nombreux auteurs l'ont déjà fait, le cloisonnement des savoirs. Dans cette perspective, le *Laudato si'* affirme :

> *Un dialogue entre les sciences elles-mêmes est aussi nécessaire parce que chacune a l'habitude de s'enfermer dans les limites de son propre langage, et la spécialisation a tendance à devenir isolement et absolutisation du savoir de chacune* [381].

Ainsi, la perspective d'une *écologie intégrale*, articulant les aspects environnemental, social et économique, ne pourra s'accomplir qu'à partir d'un dialogue entre les différentes disciplines, comme l'envisage le Saint-Père.

À l'égard de l'aspect urbain, dans le IVème chapitre de la lettre sur la « Détérioration de la qualité de la vie humaine et dégradation sociale », l'encyclique parle de l'écologie de la vie quotidienne, et de la qualité de vie dans le milieu urbain. La lettre aborde alors des aspects comme le besoin urgent d'une

---

[380] Morin & Lafay, *Le temps est venu de changer de civilisation*, 106.

[381] Saint-Père François, *Lettre Encyqlique* « *Laudato si' »*, (Vatican, 2015), 154, URL= http://www.w2.vatican.va

amélioration intégrale des espaces urbains. En effet, la sensation d'asphyxie dans les espaces urbains a fort densité, en particulier pour les plus démunis, est une source de violence et de criminalité, malgré la convivialité et le voisinage qui puisse exister entre les habitants des bidonvilles. Enfin, la lettre attire notre attention sur l'apport des différentes disciplines pour améliorer le cadre de vie des populations. Pour cela il est nécessaire d'avoir une *île de convivialité* où les habitants puissent apporter leur propre vision d'un meilleur aménagement des quartiers où ils habitent[382].

Le survol de ces différentes perspectives apporte des visions diverses mais complémentaires pour caractériser la démarche d'un doctorat transcontinental en cotutelle multiple. Dans ce qui suit, nous verrons comment les organismes supranationaux comme les agences des Nations Unies ou l'Union Européenne donnent des paramètres supplémentaires sur les tendances du développement soutenable pour le monde actuel et le monde à venir, qui complémentent cette caractérisation en construction.

d) Deuxième échelon : Les organisations supranationales

Pour la caractérisation d'un programme doctoral d'envergure internationale et pour ouvrir le débat qui doit se développer autour de la direction d'une telle démarche, ici comme dans le reste des chapitres, nous nous appuyons sur les sommets de la terre des Nations Unies autour de la soutenabilité et le changement climatique. Les orientations des organisations supranationales constituent des lignes directrices pour les pays qui conforment l'ONU et ont des variables qui orientent le développement de politiques dans les différentes nations. En particulier, l'Agenda 2030, approuvée en 2015, a défini le plan d'action pour accomplir les 17 Objectifs de Développement Durable. Pour ce qui concerne la caractérisation d'une démarche doctorale qui vise la prévention et la limitation de l'impact des catastrophes et le développement de politiques intégrées pour des territoires résilients, ce projet éducatif contribue directement à l'Objectif 11, Ville et communautés durables ; et en particulier, la cible cherchant à :

> *Favoriser l'établissement de liens économiques, sociaux et environnementaux entre zones urbaines, périurbaines et rurales en renforçant la planification du développement à l'échelle nationale et régionale*[383] .

---

[382] Le transport est un autre sujet discuté dans l'encyclique, notamment le transport public, caractérisé comme un service qui favorise la pollution, l'insécurité, l'entassement et un traitement indigne des usagers, en particulier pendant les heures de grande affluence. (Saint-Père François, *Laudato si',* 174-175).

[383] L'Agenda 2030 présente 10 cibles pour accomplir le 11ème objectif des ODD, sur les villes et les communautés durables, en ligne sur la page official des Nations Unies, URL= http://www.agenda-2030.fr

Il est clair que l'échelle territoriale est déterminante quand il s'agit des éléments nécessaires pour la soutenabilité. Dans cette même perspective, la première session du Programme des Nations Unies pour les établissements humains de 29 juin 2020, tenue virtuellement à cause de la pandémie du coronavirus, a remarqué l'importance « d'améliorer les liens entre les zones urbaines et rurales à l'appui de l'urbanisation durable et des établissements humains ».

Pour sa part, en octobre 2016 à Quito, le Programme Habitat-NU a lancé le Nouveau Programme pour les villes, qui introduit un changement de paradigme né de l'émergence d'une science des villes[384]. Dans la préface du programme Habitat III, le Secrétaire General de la Conférence des Nations Unies sur le logement et le développement durable, Joan Clos, affirme :

> *Bien conçue et maitrisée, l'urbanisation peut devenir un formidable outil pour la mise en œuvre du développement durable […] Il souligne l'interaction entre urbanisation harmonieuse et création d'emploi, entre qualité de vie et opportunités de subsistance, principes qui devraient être intégrés dans toute politique et stratégie de développement urbain*[385].

Le Nouveau Programme présente ainsi un ensemble d'engagements pour un développement urbain durable, parmi lesquelles nous trouvons la prospérité durable pour tous en milieu urbain et le développement urbain écologiquement viable et résilient, orienté vers la mitigation des risques dus au changement climatique, aux inondations, aux phénomènes météorologiques extrêmes et aux affaissements du terrain.

Avec toutes ces stratégies sur l'urbanisation durable ils sont aussi considérés les aspects sanitaires pour concevoir une planification urbaine intégrale. Récemment, le Programme Habitat a lancé une réponse au COVID-19 pour la population la plus vulnérable habitant dans les bidonvilles, où la forte surpopulation augmente les risques d'infection. Le communiqué du Programme ajoute que 95% des cas de coronavirus se trouvent dans les zones urbaines[386]. Ce pourcentage renforce l'idée de la fragilité de zones urbaines.

L'Unesco, quant à elle, pendant la pandémie du COVID-19 et lors du Forum politique de haut niveau sous l'égide de l'Ecosoc (Conseil économique et social), a insisté sur le de besoin d'accélérer les actions pour atteindre les ODD dans le temps prévu :

> *Loin de réaliser les ODD, d'autant plus que le monde est confronté à une crise aux proportions historiques, ils plaident pour une reprise véritablement transformatrice après la*

---

[384] Nations Unies, « Conférence des Nations Unies sur le logement et le développement urbain durable : Habitat III », (Quito, 2016).
[385] Nations Unies, *Habitat III*, IV-V.
[386] Dans UN Habitat, *For a better urban future, Covid-19 response*, ONU-Habitat lance un plan d'intervention et une campagne de prévention de la COVID-19 ciblant les communautés le plus vulnérables, URL= http://unhabitat.org2020/05

> *Covid-19. Une reprise qui réduit le risque, les crises futures et nous équipe pour atteindre les objectifs du Programme 2030 et l'Accord de Paris sur le changement climatique* [387].

Même avant la pandémie, les objectifs du développement durable étaient loin d'être atteints selon les données de 200 experts et de plus de 40 agences internationales. Seulement deux objectifs ont obtenu une amélioration manifeste : le taux mondial de mortalité maternelle, qui a diminué de 38%, et le taux de mortalité infantile des moins de 5 ans, qui a diminué de près de 50% depuis l'an 2000. Ces taux, cependant, à cause des effets de la COVID-19 vont sans doute changer drastiquement, comme l'affirme le rapport du Secrétaire général. Dans les autres domaines des ODD, signale le Forum, les progrès ont été au point mort ou inversés. Dans un point mort se trouve notamment l'objectif de la lutte contre le changement climatique, alors que la décennie de 2010 à 2019 a été considérée comme la plus chaude jamais enregistrée[388].

Pour sa part, le 10 juillet 2020, l'Union Européenne, dans son communiqué émis par l'Ambassade de France à Londres sur la *Déclaration des ministres des affaires étrangères de dix-huit pays d'Europe, d'Amérique Latine et des Caraïbes, et du haut représentant pour les affaires étrangères et la politique de sécurité*, signale que face au COVID-19 dix-huit pays doivent rassembler leurs efforts pour faire face à cette crise, mais ils laissent également ouvert le dialogue pour, après la pandémie, redoubler les efforts « afin de bâtir un meilleur avenir » pour les dix-huit pays concernés. Plus loin, ils affirment :

> *Nous réorientons actuellement les instruments nationaux de coopération et les fonds des programmes européennes afin de faciliter la reprise et de parvenir à une sortie de crise durable qui aboutisse à des sociétés plus durables, prospères, justes et démocratiques, accordant une place importante au numérique*.

La déclaration vise à surmonter la crise sanitaire à travers des actions en matière de santé et de développement qui puissent contrer les effets dévastateurs de cette pandémie[389].

Choisir des éléments de réflexion à partir des grandes orientations du contexte international permettra de construire la caractérisation d'un programme doctoral transcontinental en soutenabilité. Notre propos ici est de laisser le substrat pour un futur développement qui a encore besoin de données locales, indispensables pour se situer ensuite dans un niveau national.

---

[387] Nations Unies, *Rapport du Secrétaire général : le point annuel sur les objectifs du développement durable*, 2020, URL= http://www.un.org

[388] L'Accord de Paris de 201, a envisagé des mesures pour lutter contre le changement climatique. Dans cette perspective, Morin, dans son livre *Écologiser l'homme*, rappelle : « *La prise de conscience du changement climatique occulte tous les autres problèmes non moins essentiels de dégradation comme ceux que provoque agriculture et élevage industrialisés. Les prises de conscience agissent comme des petites trouées dans un grand nuage d'aveuglement* », (Morin, *Écologiser l'homme*, 23). Ainsi, malgré les accords signés, les problèmes s'aggravent et le problème viral s'ajoute aux soucis de l'humanité.

[389] Communiqué émit para l'Ambassade de France à Londres, 10 juillet 2020, URL= http://www.uk.ambafrance.org

e) La Colombie : un avant-poste de la soutenabilité

La Colombie, de son côté, avec les documents du Conseil national de politique économique et sociale, « Conpes 3700 » de 2011 sur le changement climatique, et « 3918 » de 2018, a démarré l'implémentation des ODD dans le pays. Le « Conpes 3700 »[390] contient des politiques pour la réduction des gaz à effet de serre et présente un historique des accords signés par le pays, notamment le Protocole de Kyoto de 1997, signé par 180 pays, qui a imposé aux pays développés de réduire entre 2008 et 2012 les émissions des gaz à effet de serre de 5%. Une année à retenir est le 2011, quand a été créé en Colombie le ministère de l'Environnement et développement durable qui a adopté, entre autres, les orientations des organisations supranationales pour les mettre en œuvre avec des actions ponctuelles.

Sur le « Conpes 3918 », qui établit la stratégie pour opérationnaliser les Objectifs du Développement Durable, remarquons qu'en 2000, 129 pays, dont la Colombie, ont adopté la Déclaration du Millenium dans le cadre de l'Assemblée Générale des Nations Unies. Plus tard, en 2015, 193 pays adopteront l'Agenda 2030 pour le développement durable avec l'engagement de chaque pays d'accomplir les 17 objectifs (ODD). Le principal défi pour la Colombie était de renforcer la coopération interinstitutionnelle pour promouvoir les actions transversales et l'identification et application d'indicateurs. Pour implémenter les ODD la Colombie les a articulés à son Plan National de Développement 2014-2018. Les engagements ont été les suivants : l'intégration à l'Organisation pour le développement économique (OCDE), la signature d'un accord final pour la fin du conflit armée, la ratification de l'accord de Paris pour la lutte contre le changement climatique, et la définition d'une stratégie pour la croissance verte. Le « Conpes 3918 » a précisé les indicateurs de mesure et les actions synergiques à entreprendre entre les différents secteurs du développement national pour développer des programmes conjoints.

Le document « Conpes 3918 » remarque comme point positif la surface prévue pour le système de parcs naturels, celle-ci se situe en effet à 6.9% du territoire national. Cependant, le document critique le fait que les plans d'aménagement du territoire n'ont pas prévu les ressources budgétaires nécessaires. En général, le rapport affirme qu'il y a un manque de surveillance des indicateurs de performance. Finalement, il met un accent sur le besoin de mobiliser des ressources financières et sur le renforcement de la coopération

[390] Le « Conpes 3700 » du 14 juillet 2011, établit les politiques économiques et sociales sur le changement climatique. Son titre en espagnol est: *«Estrategia institucional para la articulación de políticas y acciones en materia de cambio climático en Colombia»,* URL= http://www.colaboracion.dnp.gov.co

internationale pour faciliter l'accès à la recherche, aux technologies propres et à l'éducation en développement urbain[391].

Nous concluons ainsi les éléments d'entrée des organismes supranationaux et les retombées de caractère national qui les suivent. Une dernière donnée de caractère interne correspond à la situation d'ordre publique que vit le pays. La publication du Centre National de la Mémoire Historique, ¡*Basta ya!,* identifie entre 1958 et 2012, les dynamiques du conflit, la croissance du conflit armé, les répercutions causées par le conflit et, lors des plus déchirant des chapitres, la voix soulevée par les survivants. Le 9 mars 2018, depuis l'accord de paix signé en septembre de 2016, a été créée la Juridiction Spéciale pour la Paix (JEP) qui a pour objectifs : protéger et garantir les droits des victimes à la justice, la vérité, la réparation et la non-répétition, fournir la vérité sur la situation de conflit à la société colombienne, contribuer à fonder une paix stable et de long terme et donner une pleine sécurité juridique aux victimes directes ou indirectes du conflit armé[392]. Cette dernière information referme la perspective interne sur le contexte d'ordre public et social dans le pays, un sujet qui a été récurrent dans les chapitres antérieurs, où nous avons constaté qu'aux tendances supranationales il est fondamental d'ajouter l'évaluation du contexte local, un facteur déterminant pour notre pays.

Tout ceci indique l'engagement pris par le pays envers les ODD, et manifeste son adhésion aux tendances de développement au niveau mondial et sur la situation du contexte local. Les documents Conpes constituent ainsi des données locales, à tenir en compte pour les développements qui suivent. Ils servent également à voir comment les orientations à niveau international ont de retombées de caractère national.

f) Une ouverture permanente aux évolutions

[391] En relation à l'implémentation des ODM, les problèmes rapportés par le « Conpes 3918 » sont : le manque de suivi des accomplissements, l'absence d'opérationnalisation à l'échelle territoriale et la manque d'articulation entre les différents acteurs impliqués. De même, le Conseil de politique économique et social fait savoir que le objectifs de financement pour accomplir l'Agenda 2030 sont, entre autres : augmenter la coopération internationale pour faciliter l'accès à la recherche et à la technologie en énergies propres, y compris les renouvelables, améliorer la coopération internationale Nord-Sud et Sud-Sud autour de la triade science, technologie et innovation, et renforcer l'alliance mondiale pour le développement soutenable à travers la promotion de l'échange de connaissances. Le titre du document «3918» est: « Estrategia para la implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en Colombia », (Bogotá, 2018), URL= http ://www.colaboracion.dpn.gov.co

[392] Les objectifs de la Juridiction Spéciale pour la Paix (*Jurisdicción Especial para la Paz* JEP) ont été pris des règlements généraux de la JEP après l'Accord No. 001 de 2018, http://www.jep.gov.co

Nous nous sommes sentis dans l'obligation de faire un apport pour accomplir la tâche de constituer notre *communauté de destin*. Pour envisager une formation doctorale de haut niveau pour l'avenir des centres urbains, nous sommes partis des expériences acquises aux États-Unis et en France, et nous avons examiné leurs retombées en Colombie. Ceci a permis de valider une de nos hypothèses de départ et de voir comment l'étude des mutations de la soutenabilité dans l'enseignement supérieur éclaire l'évolution de l'appropriation sociale des enjeux du XXème siècle. Certes, les mutations ont été conçues à travers l'optique des organismes supranationaux. Mais il est clair que l'enseignement supérieur constitue la niche par excellence pour éclairer le chemin de l'évolution de l'appropriation sociale à travers les apports de philosophes et d'hommes de science qu'apportent leurs savoirs. Finalement, les enjeux du XXème siècle sont clairs et transparents, mais pleins d'inattendus.

La clarté et la transparence se situent dans l'ouverture permanente aux changements et aux évolutions du monde moderne. Dans ce monde globalisé nous nous sentons tous unis, mais nous réagissons à partir de notre propre réalité, essayant de réaliser un meilleur avenir. Certains d'entre nous sommes privilégiés d'avoir pu traverser un parcours enrichissant, grâce à l'expérience vécue dans différents pays à l'avant garde en termes de soutenabilité, mais nous affrontons tout de même la responsabilité de faire face à la réalité d'un pays émergent. Maintenant, il ne reste qu'à revenir sur le chemin parcouru et pour cela nous allons reprendre les apports précis que les philosophes et les hommes de science dont nous avons parlé nous ont donné pour nourrir la caractérisation du programme doctoral international en *cotutelle multiple*.

Dans cette perspective, McHarg propose une réflexion sur la formation d'une niche de professionnels qui pourront être présents dans tous les coins de la planète et qui agiront à travers une diaspora pour travailler dans *une chaîne de connaissances multiples* dans les centres urbains du monde entier. De Schumacher, nous avons retenu la vision de l'éducation comme une de plus grandes et importantes ressources du monde actuel et l'importance de l'appropriation social des connaissances de la part des non scientifiques, en particulier des administratifs et hommes politiques, qui sont finalement ceux qui prennent les décisions qui touchent la totalité de la population. Buckmister Fuller, pour sa part, nous a laissé comme héritage sa conception du design scientifique, de laquelle nous pouvons retenir la formation d'un *concepteur scientifique*, envisageable pour la caractérisation de futurs docteurs avec une vision intégrale, holistique, complexe, synergique et néguentropique, tout en cherchant le développement d'un meilleur avenir. De Morin, nous retenons sa voix pour un société planétaire en permanente mutation. De nos jours, sa pensée est plus actuelle que jamais face à la construction d'une communauté de destin, face à la complexité, face à l'éducation du futur pour une société en pleine mutation où les *inattendus* bouleversent l'humanité dans sa totalité. Enfin, des organisations supranationales, au sujet de l'environnement et des retombées des politiques

mondiales dans chaque pays, nous avons retenu les avant-postes sociétaux en termes de soutenabilité.

Le propos d'un futur doctorat en *cotutelle multiple* est de former des groupes de penseurs capables de jouer un rôle réel et décisif face aux permanents dangers de la société. À présent, nous sommes face à une pandémie, mais demain viendront d'autres dangers dans notre société globalisée, dans cette société planétaire vouée à un destin commun, comme le dit Morin, et comme il l'a réaffirmé en avril 2020 dans son livre *Un festival d'incertitudes* :

> *J'espère que l'exceptionnelle et mortifère épidémie que nous vivons nous donnera la conscience non seulement que nous sommes emportés à l'intérieur d l'incroyable aventure de l'Humanité, mais aussi que nous vivons dans un monde à la fois incertain et tragique*[393].

Il est important de ne pas perdre une direction claire, non seulement sur les ODD, mais aussi en restant ouverts aux imprévus du monde à venir.

Ce nouveau professionnel aura la capacité d'accomplir un design intégral, où les composants d'un contexte urbaine à risques deviendront une nouvelle conception urbaine, holistique, complexe et néguentropique. De cette manière, nous pouvons réaliser un parcours de pérennité du projet Prefalc, grâce au rôle moteur du partenariat franco-colombien. Ainsi, le projet transcontinental et la richesse qu'il représente ont été mis en évidence avec les prémisses pour la conception d'une formation doctorale en *cotutelle multiple* sur le thème des projets en urbanités de la durabilité dans des contextes à risques.

La réalité, aujourd'hui même, est qu'en Colombie nous sommes encore confinés en rêvant d'un nouvel avenir et prêts à construire un nouveau futur pour l'après demain. Mais c'est un avenir que doit constamment prendre en compte les inconnues comme paramètres d'analyse. Ici, sans doute, cette démarche de caractère scientifique est nécessaire pour former de nouvelles générations de professionnels capables de créer des scénarios intégraux, complexes, globaux et préparés aux *inattendus*.

Pour conclure, poser les fondements d'une démarche qui permettra d'apporter des fondamentaux pour la construction d'une *communauté de destin* dans le champs des urbanités durables, est une action qui tend vers les objectifs suivants : partager des savoirs pour explorer de nouveaux concepts applicables dans les milieux urbains d'aujourd'hui et de demain, agir face aux multiples inattendus qui nous réservent les jours à venir, appliquer la créativité pour concevoir des villes plus résilientes et plus écologiques, imaginer des stratégies pour lutter contre l'entropie, le désordre et l'involution, et produire des ambiances complexes, néguentropiques, qui seront cruciales et stratégiques pour les agglomérations urbaines du futur.

---

[393] Edgar Morin, *Un festival d'incertitudes* (Paris : Gallimard, Tracts de crise, édition électronique, 2020), 9.

Conclusion : vers un enseignement intercontinental de la soutenabilité

Les échanges interculturels et intercontinentaux forment le vecteur majeur de constitution de l'enseignement universitaire en tant qu'avant-poste de la soutenabilité. Par le truchement de la recherche, l'enseignement supérieur joue un rôle de défricheur et de précurseur. Il consolide des tendances et de nouveaux chemins dans un monde globalisé, caractérisé par le développement de paradigmes scientifiques en permanent ajustement et renouvellement. Pour sa part, l'architecture, discipline centrale de l'activité humaine en ses territoires, est pétrie en continu par les paradigmes sociétaux : dans le dernier quart du XXème siècle, elle s'est développée en interaction avec les structures écologiques, et au XXIème siècle, les entrées par la soutenabilité sont devenues, en son sein, prépondérantes.

Cette thèse articule ainsi deux aspects fondamentaux et pertinents du monde d'aujourd'hui : d'une part, l'enseignement supérieur en tant que préparation incontournable des acteurs de demain et d'autre part, la soutenabilité entendue comme axe structurant d'une vie humaine plus raisonnée et pérenne au sein de la planète terre. Notre travail articule ainsi ces deux dimensions en une solide centralité, aux fins de déconstruire ses processus de formation, de convergence et de consolidation au sein des dynamiques d'un pays du sud : la Colombie.

Concernant les sources documentaires, cette thèse se nourrit d'une part de documents originaux de premier main, issus de nos propres activités et expertises, résultat de trente années de travail dans l'enseignement supérieur, et d'autre part, d'écrits de politologues, de penseurs et de scientifiques qui permettent d'éclairer et de comprendre les évolutions sociétales et pédagogiques majeures face aux défis environnementaux. Notre propre cheminement est ici mis à distance, étudié, analysé et présenté en tant que matériau représentatif de cette convergence historique devenue paradigmatique entre architecture et soutenabilité. Ceci est réalisé par le truchement de la recherche et de la transmission savante universitaire, en suivant la pensée de Marc Bloch : le fait historique est saisi ici comme le produit d'une construction active qui transforme la source en document. Pour nous il s'agissait, en effet, de construire de manière synchronique et sur la base de sources documentaires extensives, un récit analytique capable de mettre en évidence la lente maturation, le cheminement et l'évolution historique de la soutenabilité dans les contextes universitaires colombiens.

Nos conclusions reprennent une démarche chronologique où les défis écologiques, énergétiques et climatiques convergent tous vers la mise en œuvre et la transmission de la soutenabilité. Ces évolutions tendancielles se sont inscrites et installées durablement dans l'enseignement supérieur par le moyen d'un ample et soutenu effort individuel et collectif de recherches de haut niveau, tant théoriques que pratiques, menées au sein des universités colombiennes. Enfin, nous développons des réflexions rétrospectives critiques, établies au miroir de nos premières hypothèses de travail.

Ainsi, l'objectif de cette thèse était moins celui de présenter un tableau linéaire d'un domaine disciplinaire majeur, celui de l'enseignement de la soutenabilité, que d'offrir des pistes de réflexion, de caractérisation, des analyses, à même d'alimenter un débat et des postures constitutives de démarches novatrices dans l'enseignement de la discipline architecturelle, entendue ici dans son sens le plus étendu et enraciné de production spatiale raisonnée des territoires.

Défis successifs massifs

Le défi écologique a été le premier que nous avons considéré, à partir notamment d'une analyse de la méthode d'aménagement du territoire qui établit une relation symbiotique entre les paramètres physico-spatiaux et les variables socio-économiques. L'analyse des feuilles de route de plusieurs projets réalisés aux États-Unis a servi à démontrer l'impact direct des résultats issus du milieu académique et les retombées de ces projets sur les communautés bénéficiaires. À l'époque, cette méthode était à l'avant-garde des procédures d'aménagement, et nous pouvons aujourd'hui la considérer comme une référence pour établir une comparaison avec d'autres avancées internationales.

En Colombie, cette démarche d'analyse territoriale projectuelle proactive a eu des retombées dans la recherche-action appliquée à l'exploitation traditionnelle du charbon et des communautés qui en dépendaient. Les résultats de celle-ci se sont avérés encourageants pour améliorer la qualité de vie de populations démunies, d'autant plus qu'était prévue une phase d'expérimentation grandeur nature permettant d'opérationnaliser les résultats obtenus. Cependant, pour la mener à bien, il était nécessaire d'établir une concertation entre l'université et le secteur productif. Et c'est sur ce point que nous avons repéré une faiblesse majeure, étant donné l'absence, à l'époque, d'une véritable articulation entre ces deux secteurs.

Nous avons identifié également qu'il existe une différence importante dans le rapport université-société bénéficiaire, entre les pays à la pointe des savoirs et les pays en voie de développement. Pour le contexte étasunien, par exemple, ce rapport est quasi synchronique mais dans les pays du sud, tels que la Colombie, il est non-synchronique et il y a souvent un décalage d'une décennie pour que

les sociétés civiles soient impactées par les retombées de projets menés en contexte académique.

Néanmoins, nous avons décrit et analysé un cas qui permet de visualiser les avantages de la synchronicité entre les progrès scientifiques en soutenabilité et l'appropriation de leurs résultats par les communautés, en particulier autour des opportunités de développement pour les populations qui ont souffert des conséquences dévastatrices du conflit armé endémique colombien. Pour permettre cette confluence, plusieurs éléments ont dû être réunis. Le premier, un pilotage avec une vision interdisciplinaire et intersectorielle; le deuxième, un appui international; le troisième, l'existence d'un écosystème fécond; et le quatrième élément, le rassemblement de différents acteurs, parmi lesquels on trouvait des scientifiques, des professionnels, des universitaires et une communauté avide de solutions face à une situation de grande vulnérabilité sociale et économique. C'est cette convergence d'acteurs qui a permis de créer le projet soutenable *Las Gaviotas*, un exemple de travail collaboratif où les riverains sont devenus les porteurs et acteurs principaux du changement. Les savoirs contextuels qui s'en dégagent sont utiles et pertinents, particulièrement pour les projets qui visent à construire des territoires humains durables.

Ainsi, la méthode d'aménagement écologique des territoires apparait aujourd'hui plus pertinente que jamais. Les sociétés civiles sont avides de démarches environnementales raisonnées. Cependant, les données physico-spatiales utilisées pour mettre en œuvre ces projets, à l'époque où cette démarche est née, ne parvenaient pas à couvrir les vastes étendues planétaires. Aujourd'hui, dans la société du numérique, grâce à de nombreux logiciels spécialisés permettant d'accéder et d'interconnecter les sources et bases de données, il devient possible de procéder à des diagnostics contextuels particulièrement précis, y compris dans les pays du sud, et ceci, y compris sur de vastes étendues.

Ces approches environnementales systémiques, rendent possible d'opérer une lecture intégrale d'un lieu d'intervention par le moyen de procédures de collecte et de chainage des données naturelles, sociales et économiques. Elles permettent d'élaborer un diagnostic précis et d'envisager des plans et des stratégies à l'efficacité décuplée. Elles ont eu et conservent un impact majeur sur les mutations des universités colombiennes. De plus, elles viennent mettre à l'épreuve positivement notre hypothèse selon laquelle l'évolution de l'enseignement de la soutenabilité en Colombie, dans le domaine des sources et des inspirations, se situe à la croisée de deux ordres référentiels : les pratiques étasuniennes, d'une part, et les pratiques françaises, d'autre part.

Des savoir-faire transférables à l'univers didactique

Le deuxième défi, amplement débattu et étudié dans les centres de recherche des pays développés dans les années 1970 a été celui de la crise énergétique. C'est alors que des pays comme la France se sont tournés vers les énergies renouvelables, et, entre elles, l'énergie solaire. Les enseignements issus de la recherche dans les pays à la pointe du progrès scientifique ont nourri les parcours académiques des pays du sud, dont la Colombie. Pour mettre cela en évidence, nous nous sommes appuyés sur une discipline, l'architecture, et sur des feuilles de route qui permettent d'apprécier la présence et le poids de la filière solaire dans l'enseignement supérieur. Les retombés en Colombie ont eu lieu dans les années 1990, quand l'utilisation des énergies renouvelables dans l'habitat ont été transmise depuis les expériences fondatrices françaises dans l'univers académique sudaméricain. L'architecture bioclimatique locale s'est ainsi enrichie des résultats des recherches de pointe sur l'applicabilité de cette source d'énergie dans sa filière passive ou thermique à basse température.

La recherche scientifique en énergie solaire appliquée aux espaces urbains a fourni aux architectes de nouveaux savoirs pour revoir la conception des nouveaux tissus urbains, mieux adaptés et respectueux des cycles naturels. D'autre part, les expériences en recherche scientifique que nous avons pu accumuler grâce aux coopérations avec le CNRS et le laboratoire de Thermodynamique et Energétique de l'Université de Perpignan nous ont permis de mesurer les possibilités réelles d'utilisation de cette source d'énergie en Colombie, autant pour le confort thermique dans les édifications que pour l'amélioration du cadre de vie de populations démunies situées dans des contextes ruraux. Ces antécédents nous ont permis d'analyser et de mettre à l'épreuve alors notre deuxième hypothèse : que c'est la recherche qui oriente, pilote, ou à tout le moins, influence les évolutions de l'enseignement supérieur. En outre, les interactions internationales avec les pays du nord sont ce qui permet d'apporter des visions et des données complémentaires et comparatives fondamentales pour le déploiement local d'une pensée et de savoirs universels incorporés et contextualisées à l'échelle des écosystèmes régionaux.

Dans une deuxième partie, traitant des évolutions de l'enseignement supérieur, nous avons mis en évidence les niches d'applicabilité de l'énergie solaire, ce qui éclaire également l'évolution de la place de cette source d'énergie dans les curriculums académiques. Ainsi, c'est la création et la diffusion d'un nouveau programme en architecture bioclimatique de faible impact environnemental qui a, concrètement, permit d'amorcer une filière colombienne de l'énergie solaire.

De même, nous avons analysé la fondation d'un séminaire permanent sur l'énergie solaire dans l'habitat, dédié à traiter les principes de la thermodynamique et leur applicabilité dans l'architecture solaire passive à basse température. Ces deux projets, conçus entre 1993 et 1997, exemplifient un trajet associant successivement des recherches d'avant-garde, leur diffusion dans les pays du sud par des passeurs scientifiques, leur appropriation par le milieu investigatif universitaire, leur traduction contextualisée en études et

expérimentation, leur lente diffusion au sein des corps scientifiques via les programmes nationaux, le passage et la diffusion à l'ensemble des milieux didactiques pour leur diffusion aux nouvelles générations, tout ceci se faisant via l'enseignement supérieur, le constituant, ce faisant, en avant-poste de la soutenabilité.

Un enseignement de l'architecture en refondation

La réalité d'aujourd'hui pour les nouveaux diplômés est inquiétante. Il se trouvent face à un monde en pleine mutation, avec d'énormes progrès technologiques, mais aussi face au défi d'être constamment performants dans un monde de plus en plus spécialisé et concurrentiel. Ceci met en évidence le besoin de tourner notre regard vers un renouvellement de l'enseignement de l'architecture. Sur ce point, nous nous sommes appuyés sur les précieuses déclarations de Michel Serres et d'Edgar Morin en relation à l'inévitable travail d'articulation entre les sciences exactes et les sciences humaines et sociales : les *hard and soft*. Sur la base de nos études étasuniennes et françaises et en observant la réalité d'aujourd'hui, le vaste champ interculturel apparait comme un atout et un domaine crucial : construire des échanges, des passerelles, constitue un réservoir de riches, de performantes et de stratégiques opportunités pour l'enseignement et la recherche et la pertinence accrue de la discipline architecturale.

Ce qui s'ébauche, notre recherche le montre bien, c'est l'importance de l'articulation de l'enseignement de l'architecture avec, notamment, les axes de développement de la recherche environnementale. La construction, l'essor et l'enseignement d'une architecture de symbiose avec les milieux, ses acteurs, ses matériaux et ses usages du commun et du quotidien, permet un utile et pertinent redéploiement de la discipline ainsi qu'un rôle central donné à l'architecture pour un usage raisonnée et soutenable des ressources et énergies naturelles.

L'université comme écosystème proactif

Nos investigations mettent en lumière une mutation fondamentale concernant les structures universitaires qui grâce à la transition environnementale sont passés d'une déconnexion et d'une sectorisation historique a une intégration en cours sous la forme de véritables écosystèmes universitaires.

Ce basculement de l'enseignement et de la recherche instaure une nouvelle donne qui est celle de travailler avec des systèmes complexes, participatifs, aux acteurs et disciplines multiples. Il demande, voire exige, plusieurs engagements : créer des rapports d'association entre différentes disciplines ; conjuguer et articuler, en complémentarité, des savoirs d'origines, de domaines et d'acteurs encore étanches et disparates; définir des axes de projetation de façon articulée avec les organismes et les structures associatives nationales et supranationales; encourager les perméabilités et les percolations à travers toutes des frontières de la connaissance scientifique; valoriser la réunion et la conjonction de tous les savoirs pour atteindre des objectifs de durabilité, de soutenabilité et de frugalité ; ouvrir le débat face aux crises internes et externes et partager en égaux, au sein des contextes internationaux, aux fins d'accéder et de traiter des savoirs et des expériences sur l'ensemble de la planète terre.

À partir des années 80 les nouveaux outils de gestion colombiens, en tant qu'instruments de gouvernance universitaire de la recherche, se trouvaient face à l'obligation, par ordonnance ministérielle, d'intégrer celle-ci en tant que fonction substantielle au même niveau que l'enseignement. Les analyses réalisées sur trois différentes trajectoires programmatiques de l'enseignement supérieur, nous permettent de caractériser et de préciser la consistance de cet instrument de gestion. Nous avons vu son application, premièrement dans une université confessionnelle, ensuite, dans une université laïque, et enfin, dans une université qui se caractérisait par son label écologique. Partout, l'implémentation de l'outil de pilotage de la recherche a permis, entre autres choses, de créer des instruments de gestion comme les *organigrammes dynamiques* pour diriger des sessions de brainstorming visant à développer des projets de nature interdisciplinaire, mais aussi d'établir un dialogue avec les pairs dans de multiples domaines. La possibilité de confronter cet outil de gouvernance à une échelle continentale et intercontinentale, dans le cadre des treize universités lassalliennes d'Amérique latine et d'Europe a été essentielle, notamment parce que nous y avons identifié la naissance de réseaux transnationaux permettant de développer des projets conjoints de collaboration et de conduire à de très réels et concrets bénéfices mutuels.

Étudier l'instrument de gestion de la recherche constitue une opportunité d'une grande richesse. C'est par l'exploration de cet univers que nous avons pu faire émerger des questionnements fondamentaux sur le rôle de l'enseignement au regard des opportunités et des défis sociétaux et environnementaux, des domaines de la sphère publique comme du quotidien le plus familial et individuel. De même, nous relevons la nécessite d'ouvrir, résolument et avec ampleur, les espaces de connaissance et de réflexion universitaire sur les contextes locaux comme globaux. C'est cette approche analytique, holistique et écosystémique des structures universitaires et de leurs fonctionnement et mutations sur près d'un demi-siécle, qui constitue -selon nous- un des apports originaux de notre étude.

Un déploiement des savoirs

Notre recherche montre que l'enseignement supérieur colombien a muté, à une vitesse sans cesse plus soutenue, en un monde de plus en plus déchiré et désorienté par le libéralisme sauvage, s'étendant avec grande force sur tous les territoires de la planète. Les systèmes de transmission des savoirs disciplinaires sont à l'image des crises climatiques et sanitaires de plus en plus globales, où l'inattendu devient quotidien, où la concurrence de tous contre tous est féroce, où la virtualité est omniprésente, où les frontières sont conjointement ultra perméables aux biens et fermées aux individus, où le progrès de la technologie et de la communication bouleversent radicalement le travail humain, où les sociétés deviennent metapolitaines et les agglomérations fragiles et où les crises s'enchaînent et se suivent, créant des situations de chaos et de découragement de plus en plus incontrôlables.

Dans ce contexte, et face à ces défis pressants, les savoirs constitués au sein des universités perdurent en tant que socles solides, en tant que substrats pour envisager et préparer un devenir plus rationnel et équilibré des agglomérations humaines. Son apothéose pourrait être représenté par le déploiement des toutes les connaissances planétaires pour faire face aux grands défis des sociétés urbanisées. Le milieu académique longtemps hors sol, marginalisé des affaires du monde ou auto ségrégué dans sa tour d'argent, a l'obligation de descendre dans l'avenir du quotidien et présenter ou d'*oser* présenter ses apports. Dans le monde actuel, en effet, il est nécessaire de déployer tous les savoirs pour accomplir le défi de former les complexes professionnels du futur. Ainsi, Edgar Morin parle des connaissances incontournables pour l'éducation du futur. Lui, qui a vu la société se confronter à de multiples crises, souligne le besoin de savoirs interconnectés pour une société de destin qui suivra les mêmes périls, pour une terre patrie qui nous appartient à tous, pour une ère planétaire qui partage les mêmes préoccupations, pour une maison commune qui abrite la totalité du monde. Morin, nous invite ainsi à continuer, à nous préparer et à préparer les autres par l'engagement, pour affronter l'inattendu, les changeants défis, les successives crises dans les *sept domaines qui permettent d'affronter la complexité du monde*.

De nos jours, en notre terre globalisé, les frontières sont perméables : perméables aux idées, perméables aux interactions économiques, perméables aux inattendus, perméables aux crises, perméables aux tsunamis pandémiques. C'est la recherche universitaire et l'enseignement qui nous permettent d'apprendre de cette situation et de tirer parti de ce contexte global dans le secteur qui nous concerne, à savoir, l'enseignement supérieur. L'effet globalisant, lorsqu'il est maitrisé et raisonné, peut nous apporter une plateforme pour la structuration de chaînes de connaissances multiples et d'actions multi-scalaires pour la soutenabilité, où le caractère d'interdépendance

devient opératoire et renforce les actions à toutes les différentes échelles de la fabrication spatiale des territoires.

Les enseignements du monde scientifique éclairent et motivent les apports des autres secteurs, notamment celui de la production. En cela, le rassemblement et la convergence des efforts est indispensable. Comme nous avons eu l'opportunité de le voir, les projets conjoints Nord-Sud et Sud-Sud qui se réalisent à travers l'opérationnalisation de partenariats représentent actuellement un énorme potentiel.

En effet, ce sont les alliances transnationales qui permettent aujourd'hui de réaliser des *chaînes de connaissances transnationales* mettant à jour des programmes de formation de haut niveau aptes à faire face aux *inattendus* qui touchent, à une vitesse de plus en plus accélérée, les centres humains. Ainsi formés, placés face à des devenirs inconnus, imprévus, surprenants, déconcertants, déroutants, paradoxaux, les futurs architectes pourront jouer un rôle décisif et orienteur dans la construction d'environnements soutenables adaptés à des sociétés en évolution continue.

Reconnaissant ce rôle aux processus universitaires symbiotiques en conclusion de notre dernière partie, nous avons mis en évidence les plateformes émergentes explorant la construction de nouveaux programmes de doctorat en *cotutelles multiples*, où les chaînes de connaissances s'élargissent et interagissent dans l'étude et la projection d'urbanités soutenables en des contextes de risques multiples. Ainsi, l'enseignement de la soutenabilité devient plus significatif quand il est porté par une vision internationale, transcontinentale. Envisager la formation de professionnels avec les connaissances nécessaires pour comprendre et développer des projets urbains soutenables, se réalise à partir d'une perspective globale, complète et intégrale, qui conçoit des développements urbains plus résilients, plus écologiques, moins entropiques, capables de lutter contre les involutions et les désordres.

La prochaine génération d'émergents docteurs en soutenabilité urbaine en contextes multiples seront capables de comprendre et de se saisir des inattendus et futurs défis ainsi que des crises de l'avenir qui toucheront l'ample arc des interactions planétaires. Les formations holistiques assurés par les nouveaux écosystèmes universitaires intégrés permettront aux nouveaux architectes de développer des connaissances élargies des établissements humains, d'avoir une vision ample, un esprit ouvert, des outils, perceptuels et conceptuels, leur permettant, dans des sociétés ébranlées et instables, de devenir des créateurs d'avenir, par la sanation des territoires et le réenchantement du quotidien de notre un et unique Tout *Monde*.

Prendre du recul pour penser le futur

Pour renforcer les analyses et observations ici synthétisés nous pouvons les associer aux déclarations d'Edgar Morin dans son *Penser Global* (2015). Tout d'abord, en rappelant que les évènements du dernier quart du XXème siècle et du début du XXIème siècle nous engagent à *repenser les frontières* : à chercher un rapprochement entre sciences dures et sciences sociales et humaines. Dans le champ étendu de la soutenabilité, et face à un nombre important de crises, d'incertitudes et de défis, nous nous trouvons engagés et contraints à étudier et prévisualiser des avenirs différents, proactifs, projectifs, ouverts, défiants mais aussi confiants. Nous avons vu tout au long de notre travail qu'il était nécessaire, voire impératif, de nous mobiliser dans le cadre d'un changement inexorable de l'ère humaine où une globalisation massive impose la forge de nouveaux paradigmes. En architecture, discipline centrale de la fabrique spatiale des territoires, notamment, une pensée globale des temps présents apparait comme impérative. Elle impose des réflexions, une pensée et une conscience aigüe de notre macrocosme disciplinaire, capables d'aborder les phénomènes urbains comme des données, des pratiques et des défis planétaires.

D'autre part, à partir de janvier 2020 nous avons vu s'écrire sous nos yeux une nouvelle page de l'histoire mondiale. Dans un laps de temps infime, un virus a pris en otage la planète. Le coronavirus a envahi l'humanité comme un tsunami pandémique, inattendu et transcontinental abolissant toutes les frontières. En réponse, sont en rapide expansion et en franche explosion les appels à communication, les invitations croisées auprès des universités à participer à des tables rondes internationales pour faire face aux défis soulevés para la pandémie. Cet évènement massif, survenu pendant l'écriture de notre dernier chapitre a rendu encore plus visibles, flagrantes et incontournables les mutations et les tendances identifiés par notre recherche.

Aujourd'hui, le continent latinoaméricain regroupe 750 millions d'habitants et compte une très importante et étendue communauté scientifique. La diaspora scientifique *Latino*, formée en nouvelles urbanités dans les meilleures universités du monde est présente et active – quand elle ne les initie et dirige pas- dans toutes les instances supranationales. Nous avons la conviction que les talents et le savoir que nous trouvons dans cette vaste communauté finira par avoir un impact certain sur les évolutions tendancielles et apportera des réponses concrètes pour la consolidation d'un avenir de soutenabilité planétaire. Ce faisant, ils participeront du présent basculement paradigmatique vers cette vision d'un avenir en commun où il n'existera plus de frontières scientifiques et où les avant-postes universitaires, réunis en chaines de recherche-action, pourront concevoir un monde pérenne et participeront de la constitution d'un solide socle, gage pérenne d'un avenir soutenable pour l'humanité tout comme pour ses milieux.

L’enseignement supérieur comme aiguillon sociétal

L’évolution constante de l’éducation supérieure fait que la fin d’un processus analytique -dans le cas présent, notre travail de thèse- coïncide avec le commencement d’une nouvelle phase pour les sociétés de la connaissance. C’est ainsi que, nous l’avons vu, se construisent au sein des universités des chaines d’apprentissages, toujours prêtes à recevoir des nouveaux maillons. Ce mouvement est indispensable pour que les universités continuent à être les épicentres de savoirs universels actualisés.

C’est pourquoi cette thèse construit une fin perméable. Frontière, parce qu’elle synthétise la fin d’un cycle d’analyses et d’évolutions réflexives, réalisées à la lumière de nos hypothèses. Mais aussi, prospective, dans la mesure où elle engage des ouvertures propices aux initiatives et à l’élaboration constante de nouvelles approches. La limite, provisoire, de notre recherche se trouve là où nous avons tenté de présenter les prémisses d’un programme prospectif de formation de nouveaux professionnels en urbanités complexes soutenables en contexte latino-américain.

Il nous reste à proposer, comme prolongement opératoire de notre recherche le développement de projets postdoctoraux à même de construire la base conceptuelle indispensable à une formation de professionnels de la soutenabilité urbaine, capables de comprendre les inattendus et les défis changeants qui frappent et frapperont les agglomérations metapolitaines de la planète.

Pour ce faire, la participation active des enseignants et des chercheurs latino-américains est indispensable. L’apport des intellectuels et des établissements de l’Amérique latine, en relation à la soutenabilité est depuis longtemps décisif, notamment à partir des années soixante-dix. Leur contribution a permis d’établir les pays du Sud en tant qu’épicentres réflexifs et, surtout, expérimentaux, des recherches et des apports fondamentaux au long débat sur les concepts d’environnement et de développement débouchant et convergeant vers le vaste champ du développement soutenable. De même, la contribution des urbanistes des pays latino-américains a été essentielle lors de la conférence du programme Habitat III des Nations Unies, à Quito, en 2016, qui a adopté un *Nouvel Agenda Urbain* cherchant à rendre les territoires anthropiques planétaires plus résilients, inclusifs et durables.

Pour conclure, nous pouvons affirmer que notre travail doctoral a permis de caractériser, de réfléchir et de repositionner le passé, le présent et l’horizon de la soutenabilité dans son ample contexte universitaire. Nous avons aussi montré comment les *inattendus*, pour reprendre les mots de Morin, constituent de puissantes occasions de réflexion pour entreprendre des actions dans le milieu académique, en quête de méthodes et de pistes pour affronter les défis permanents du monde d’aujourd’hui.

Dans le cas plus particulier de cette recherche c'est la Covid-19 qui nous a le plus questionné. En croisant les connaissances issues de longues années de formation, de recherches et d'enseignement avec une vision élargie des orientations du contexte international, nous avons montré tout le profit apporté par les programmes de formation, en cotutelles multiples, de concepteurs contextuels et tout-terrain dont nos pays ont impérieusement besoin.

Les résultats et retombées de notre thèse éclairent trois domaines éminents à même de nourrir une future phase de recherche postdoctorale : l'aménagement écologique aux fins de planifier souplement et dialectiquement les territoires; l'énergie solaire, pour son utilisation dans les nouvelles urbanités avec label climatique; enfin, l'écosystème de la recherche universitaire, que sert, crucialement, d'avant-poste de connaissance et de réflexion sur l'urbanisme dialogique, là où les connaissances contextualisées et universelles sont constamment actualisées.

Ainsi, l'analyse approfondie et récurrente des nouveaux paradigmes planétaires constitue un vecteur incontournable, liant et articulant solidement recherche et enseignement. Les deux deviennent à même d'agir de manière symbiotique dans un monde complexe en profonde mutation. Aujourd'hui, les nouveaux territoires de la transition énergétique, de l'architecture du soin et des enseignements spatiaux post Covid19, constituent les déclencheurs et les fondements propres et aptes à refonder et à légitimer une nouvelle vague d'urbanités soutenables pour le bien de la planète toute entière.

Bibliographie :

Abdulac M., « Climatique, écosystémique et nouvelle urbanité ». In *Architecture climatique,* dirigé par Elisabeth Scheer, 275–287. Collioure : Imprimerie Georges Frère, 1979.

AIA Research Corporation, *The solar dwelling design concepts*. United Sates Department of Housing and Urban Development, Minnesota: University of Minnesota Press, 1996.

José Camilo Alarcón Bulla. “Supervivencia de geotextiles en Colombia”, *Revista de Investigación de la Universidad de La Salle*, Suplemento, (2001): 152–165.

Ambassade de France à Londres, *Déclaration des ministres des affaires étrangères de dix-huit pays d’Europe, d’Amérique Latine et des Caraïbes, et du haut représentant pour les affaires étrangères et la politique de sécurité*, 10 juillet 2020, URL= http://www.uk.ambafrance.org

Asociación colombiana de universidades - ASCUN, «Universidades asociadas», URL= https://ascun.org.co/organizacion/index/universidades-asociadas

Badger Elizabeth, Michel Criss Michel, Charles Goedken, Margo Lara-Resende, Susana Mariño et Susan Miller. *Earthworks,* (dirigé par Peter Skaller). Mémoire pour l’obtention du Master in Regional Planning du Department of Landscape Architecture and Regional Planning. Philadelphia: University of Pennsylvania, 1978.

Banco Mundial, “Análisis de la gestión de riesgo de desastres en Colombia: un aporte para la construcción de políticas públicas – Bogota, Colombia*”*. Banco Mundial, (2012). URL http://www.gestiondelriesgo.gov.co

Barth M. et Grivel F. « Evaluation du confort/inconfort thermique déclaré en situation réelle ». In *Architecture Climatique,* dirigé par Elisabeth Scheer, 16-25. Collioure: Imprimerie Georges Frère, 1979.

Bello, Felio. «Establecimiento y caracterización de dos líneas celulares derivadas de mosquitos *Psorophora confinnis* y *Psorophora ferox*». In *I Simposio de investigación de la Universidad de la Salle,* 15-20. Bogota: Ediciones Unisalle, 1998.

Best Colleges Review, “History of Ivy league”, URL= https//www.bestcollegesreviews.org/history-ivy-league

Brown, Howard, Robert Cook & Medard Gabel. *Environmental Design Science Primer.* New Heaven: Advocate Press, 1976.

Bloch, Marc. *Apologie pour l'histoire ou Métier d'historien*. 4e éd. Malakoff : Armand Colin, 2018.

Cabedo i Puy, Daniel. "La Investigación en Ingeniería y Arquitectura", *Colección: Investigación y docencia universitaria lasallista*, No. 7, (2000): 22–23.

Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), « Histoire de l'énergie solaire au CNRS », Septembre 2009, URL= http://www.promes.cnrs.fr

Centre National de la Mémoire Historique. ¡*Basta ya!* Bogota: Imprenta nacional, 2010.

Centre National de la Mémoire Historique. *Bojayá en guerra*. Bogota: CNMH, 2010.URL=http://www.centrodememoriahistorica.gov.co/informes/publicaciones-por-ano/2010/bojaya-la-guerra-sin-limites-2

Chaire d'entreprise Paysage et Energie, "Dialogue entre partenaires", *La revue urbanisme*, novembre 2020, No. 418, pp. 7-10.

Charbonneau, Jean-Pierre, "La bataille des usages", *La revue urbanisme*, novembre 2020, No. 418, pp. 52-53.

Cinq points. « Richard Buckmister Fuller *».* URL= https://cinqpoints.com/fr/blog/18_Richard-Buckminster-Fuller

Commission mondiale sur l'environnement et le développement. *Our Common Future*. Dirigé par Gro Harlem Brundtland. Oxford: Oxford University Press, 1987.

Conseil National de l'Ordre des Architectes Français. *L'architecture au cœur du développement durable*, 2004.

Conseil National de l'Ordre des Architectes Français & U.I.A. *Nouvelle charte pour une architecture responsable*. 2010. URL= https://www.architectes.org/actualites/nouvelle-charte-d-engagement-des-architectes-pour-une-architecture-responsable

Consejo Nacional de Acreditación (CNA). *Lineamientos para la acreditación de programas.* Ministerio de Educación Nacional de Colombia. Bogota: Corcas editores Ltda., 2005.

Consejo profesional Nacional de Arquitectura y sus profesiones Auxiliares, *Estado actual de la investigación en los programas de pregrado y posgrado de arquitectura del país*, responsable: Susana Mariño. Bogota : Gráficas Visión, 2005.

Cordier, A. « Étude holographique de la convection naturelle sur des plaques planes et dans les volumes fermés ». In *Architecture climatique,* dirigé par Elisabeth Scheer, 68-80. Collioure : Imprimerie Georges Frère, 1979.

Cuero, Raul. “Colombian delegation: Visit to SynBERC/UC Berkeley”. Présentation lors de la réunion des délégués colombiens. Berkeley, États-Unis, 2007.

Departamento Nacional de Planeación. «CONPES 3700: Estrategia institucional para la articulación de políticas y acciones en materia de cambio climático en Colombia». Bogota, 14 juillet 2011. URL= http://www.colaboracion.dnp.gov.co

Departamento Nacional de Planeación. «CONPES 3819: Estrategia para la implementación de los objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en Colombia». Bogota (2018). URL= http://www.colaboracion.dpn.gov.co

Dictionnaire environnement et développement, s.v. « Conduction ». URL= https://www.dictionnaire-environnement.com/energie_solaire_ID1344.html

Dictionnaire environnement et développement, s.v. « Convection ». URL= https://www.dictionnaire-environnement.com/conduction_ID3791.html

Dictionnaire environnement et développement, s.v. « Radiation ». URL= https://www.dictionnaire-environnement.com/radiation_ID1114.html

Duffie, John A. *Solar energy thermal processes*. New York: John Wiley & Sons, 1974.

Ecole nationale supérieure d’architecture Paris-Belleville ENSA-PB. « Architecture et risques majeurs ». Brochure de présentation du programme de spécialisation et d’approfondissement en architecture. Paris, 2016.

Encyclopédie Universalis. “Barry Commoner”. URL= https://www.universalis.fr/encyclopedie/barry-commoner/

Encyclopédie Universalis. “Colombia”. URL= https://www.universalis.fr/encyclopedie/colombie/#i_30696

Escobar, Jaime. “Determinación de la degradación de plaguicidas aplicados a cultivos de clavel (*Dianthus caryophillus*) mediante procesos de ensilaje en la Sabana de Bogota*”. Revista de Investigación,* Universidad de La Salle, Suplemento (2001): 63–83.

Estenssoro, Fernando & Déves, Eduardo. « Institutions and intellectuals that configure the concept of the environment and development in Latin America and its global impact *». Journal of Environmental Protection*, 2013, 4, 1002-1010. URL= http://dx.doi.org/10.4236/jep.2013.49116

European Network on Education and Training in Renewable Energy Sources. «Unesco Science forum 2004». URL= http://www.fvee.de/fileadmin/publikationen/Themenhefte/sf2004/sf2004_06_03.pdf

Fondation pour la recherche en biodiversité (FRB). « Qu'est-ce que la biodiversité ? ». URL= http://www.fondationbiodiversite.fr/fr/societe/avec-la-societe/diffusion-de-connaissances/en-savoir-plus/qu-est-ce-que-la-biodiversite.html

Frandes, Charles, Narendre Juneja et Bruce MacDougal. « Guidelines for Land Resource Inventory and Analysis for Planning ». Présentation lors du cours *Ecological Research in Planning and Design*. Philadelphia: University of Pennsylvania, 1975.

Fuller, Buckminster Richard. *Utopia or Oblivion, the prospects for humanity.* London: Allen Lane Penguin Press, 1970.

Fundación centro experimental Las Gaviotas. «Centro Las Gaviotas». Vichada. URL= http://www.centrolasgaviotas.org/Inicio.html

Garza, Beatriz. «La investigación en la ULSA – Pachuca», *Colección Investigación y docencia universitaria lasallista*, No. 7, (2000): 27–29.

GEO France. « Au large de la corse des déchets plastiques ont formé une île de plusieurs dizaines de kilomètres ». 2019. URL= https://www.geo.fr/environnement/au-large-de-la-corse-des-dechets-plastiques-ont-forme-une-ile-de-plusieurs-dizaines-de-kilometres-195754

Gobierno de Colombia. «Unidad de víctimas». URL= http://www.unidaddevictimas.gov.co

Gomes, Cleusa Maria. «La Educación Lasalliana en Brasil», *Colección: Investigación y docencia universitaria lasallista*, No. 7, (2000): 21.

Guattari, Félix. *Les trois écologies.* Paris : Édition Galilée, 1989.

Günter Pauli. « Foundation Zeri Zero Emissions Research Initiatives ». URL= http://www.zeri.org/.

Günter, Pauli. « The paradigm shifted: the renaissance of the rainforest ». *ReSurgence de ZERI*. URL= http://www.zeri.org/.

Heynitz, Kraft von. *Le compost au jardin*. Paris : Terre vivante, 1991.

Hunsinger, J.J. « Le Langage FORTRAN ». URL= http://fortran.ftp-developpez.com/cours/hunsinger-cours-complet-fortran.pdf

Harari, Yuval Noah. *Sapiens : a brief history of humankind*. New York : Harper Collins Publishers, 2015.

Institute de Baubiologie et durabilité. « À propos de l'Institut de Baubiologie et de durabilité IBN ». 2021. URL= https://www.baubiologie.de/international/french/.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). "Datos geodésicos". URL= http://www.igag.gov.co.

Instituto de investigación de recursos naturales Alexander Von Humboldt. «Clasificación mundial en biodiversidad». URL= http://www.igag.gov.co

Instituto de investigación de recursos naturales Alexander Von Humboldt. «Biodiversidad colombiana». URL= http://www.humboldt.org.co/es/boletines-y-comunicados/item/1087-biodiversidad-colombiana-numero-tener-en-cuenta

Izard, Jean-Louis et Alain Guyot. *Archi bio.* Marseille : Parenthèses, 1979.

Izard, Jean-Louis et Roger Dabat. « Le concept de température de non-chauffage et de non-climatisation : utilité et détermination ». In *Architecture* climatique, dirigé par Elisabeth Scheer. 217-231. Collioure : Imprimerie Georges Frère, 1979.

Kempt, Mathilde et Lagadec, Armelle, « Dans le Jura suisse et au Luxembourg », *La revue urbanisme,* No. 64 Hors-série, juin 2018, pp. 45-47.

La Botz, Dan et Daniel Tanuro. « Hommage à Barry Commoner, précurseur de l'Eco socialisme », *Europe solidaire sans frontières ESSF*. 2012. URL= https://www.europe-solidaire.org/spip.php ? article26546,

Le Petit Larousse, s.v. « Entropie ». Paris : Larousse/VUEF, 2003.

Loi 30 du 28 décembre de 1992. URL= https://www.cna.gov.co/1741/articles-186370_ley_3092.pdf

Loubière, Antoine. "Les ressorts de la résilience territoriale". *La revue urbanisme*, No. 418, novembre 2020, p. 37.

Macqueron, Grégoire. « La biodiversité est plus qu'un catalogue d'espèces ». 2010. URL= https://www.futura-sciences.com/planete/actualites/developpement-durable-robert-barbault-biodiversite-plus-quun-catalogue-especes-22259/

Mariño, Susana, Claudio Varini, Carlos Yory et Johanna Rodríguez. *Proyecto Educativo del programa – maestría en Diseño Sostenible.* Bogotá: Editorial Universidad Católica de Colombia, 2018.

Mariño, Susana. «Fundamentación académica de las líneas de investigación de la Facultad de artes integradas». Étude pour l'Universidad de San Buenaventura. Medellín, 2012.

Mariño, Susana. «Energía solar para la sostenibilidad de la vivienda rural campesina, sublínea de investigación –UAN: deshidratación de fruta con energía solar», Universidad Antonio Nariño, Bogotá, 2009.

Mariño, Susana. «Planeación estratégica integral para la U verde de Colombia». Projet pour l'Universidad UniAgraria, Bogota, 2007.

Mariño, Susana. «Planeación estratégica integral de la investigación para la Universidad Central – PEII UC». Projet pour l'Universidad Central, Bogota, 2006.

Mariño, Susana. *Estado actual de la investigación en los programas de pregrado y posgrado de arquitectura del país*. Consejo profesional Nacional de Arquitectura y sus profesiones Auxiliares. Bogotá: Graficas Visión JP, 2005.

Mariño, Susana. (ed.) *Revista de Investigación Universidad de La Salle*. Vol. 1, novembre 2001, Bogotá.

Mariño, Susana. (ed.) *Revista de Investigación Universidad de La Salle*. Vol. 1, Suplemento, 2002, Bogotá.

Mariño, Susana. (ed.) *Revista de Investigación Universidad de La Salle*. Vol. 2, 2002, Bogotá.

Mariño, Susana. «Planeación Estratégica Integral de la Investigación PEII», *Colección: Investigación y docencia universitaria lasallista.* Vol. 2, (1998): 3–50.

Mariño, Susana. «El hábitat solar». Étude présentée à l'Universidad Javeriana. Bogota, 1997.

Mariño, Susana. «Alternativas de desarrollo integral para los asentamientos mineros». Première partie du projet de recherche *Arquitectura bioclimática: mejoramiento de la infraestructura en los campamentos mineros.* Conférence lors du *III Congreso de investigación de la Universidad Javeriana*. Bogotá, 1997.

Mariño, Susana. « Directrices para la investigación », *Colección: Investigación y docencia universitaria lasallista.* No. 4, (1998): 3–50.

Mariño, Susana. « Especialización en Arquitectura Bio-climática *».* Projet presenté à la Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, 1996.

Mariño, Susana. « Modélisation et simulation d'un séchoir industriel et polyvalent approprié à la Colombie », rapport de thèse de doctorat de troisième cycle (ancien régime). Laboratoire de Thermodynamique et énergétique. Université de Perpignan, 1986.

Mariño, Susana. « Conversion photo thermique de l'énergie solaire appliquée au séchage de produits agro-alimentaires en Colombie *»*. *IV séminaire d'énergie solaire*. Centre International de Physique Théorique, Trieste. Montpellier : Imprimerie Autebon (1986) : 582–591.

Mariño, Susana. « Réfrigération solaire par des systèmes à absorption Eau-bromure de lithium (LiBr-H2O) Ammoniac-eau (NH3-H2O) Monomethylamine-chlorure de calcium (CaL2-CH3N2O*) ».* Rapport de stage. Laboratoire d'Energétique Solaire du Centre Nationale de la Recherche Scientifique C.N.R.S. Odeillo, 1981.

McHarg, Ian. « Towards a comprehensive plan for environmental quality, ». Présentation lors du cours *Man in adaptation* Philadelphia: University of Pennsylvania, 1973.

McHarg, Ian. *Design with nature*. New York: The American Museum of Natural History, 1971.

Martínez, José. «El Instituto San Pío X al servicio de la Educación de la fe», *Colección Investigación y docencia universitaria lasallista*, No. 7, (2000): 29–30.

Mazria, Edward. *Le guide de l'énergie solaire passive* (Tr. Pierre Bazan). Marseille : Édition Parenthèses, 1981.

Mazria, Edward. «Projet Architecture 2030 – Palette 2030». In *Zéro-Code*. URL=http://www.zero-code.org

Marcellesi, Florent. "Historia del movimiento ecologista verde (parte 1): génesis y toma de conciencia". 2008. URL= https://ecopolitica.org/historia-del-movimiento-ecologista-y-verde-parte-i-gsis-y-toma-de-conciencia, 2008.

Marie, J.P. « Contexte microclimatologique ». In *Architecture climatique*, dirigé par Elisabeth Scheer. 232-233. Collioure : Imprimerie Georges Frère, 1979.

Meadows, Donella, Dennis Meadows, Jorgen Randers et William Behrms. *The Limits to Growth*. New York : Universe Books, 1972.

Metz, M. *«* Le confort climatique en situation réelle *»*. In *Architecture climatique* dirigé par Elisabeth Scheer. 12-15. Collioure : Imprimerie Georges Frère, 1979.

Miller-Chagas, P. « Apports solaires, microclimats et configuration urbaine dans trois cités de Strasbourg ». In *Architecture climatique* dirigé par Elisabeth Scheer. 246-258. Collioure : Imprimerie Georges Frère, 1979.

Ministère de l'Économie, des Finances et de la Relance. « 120.000 ans d'histoire ». *Facileco*. URL= http://www.economie.gouv.fr

Ministerio de Educación Nacional de Colombia. "Observatorio laboral del empleo". URL= https://ole.mineducacion.gov.co/portal/

Ministerio de Educación Nacional de Colombia. *Anuario estadístico de la educación superior colombiana.* Bogotá: Imprenta nacional de Colombia, 2017. URL= https://www.mineducacion.gov.co/sistemasdeinformacion/1735/articles-360745_recurso_1.pdf

Ministerio de Educación Nacional. *Système d'information SNIES.* URL= https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-360739_recurso.pdf

Mondragón, Juan Pablo. «Mercado laboral de graduados de educación superior»*.* Ministerio de Educación Nacional de Colombia. 2019. URL= https://ole.mineducacion.gov.co/1769/articles-387151_recurso_1.pdf

Montealegre, José Edgar. «Modelo institucional del IDEAM sobre los efectos climáticos de los fenómenos de El Niño y La Niña en Colombia»*.* Bogotá, 2007. URL= http://www.ideam.gov.co

Montenegro, Germán. «La evolución de las formas construidas y del paisaje urbano, estudio de casos típicos de la morfología en Bogota»*.* In *I Simposio de investigación de la Universidad de la Salle*. 193-196. Bogota: Ediciones Unisalle, 1998.

Moreno, José Mauricio. «Evaluación clínica e inmunológica de la vacuna (anabasanlimar) contra hemoparasitos bovinos. I Fase de inmunización: efectos postvacunales y II fase de desafío: evaluación de la protección». In *I Simposio de investigación de la Universidad de la Salle*. Bogotá : Ediciones Unisalle. (1998) : 43–56.

Morin, Edgar. *Un festival d'incertitudes.* Tracts de crise. Paris : Gallimard, 2020.

Morin, Edgar & Denis Lafay. *Le temps est venu de changer de civilisation.* La Tour d'Aigues : Éditions de l'Aube, 2017.

Morin, Edgar. *Écologiser l'homme*. 2e éd. Paris : Lemieux Éditeur, 2016.

Morin, Edgar. *Penser Global - l'humain et son univers*. Paris : Éditions de la Maison de sciences de l'homme, 2015.

Morin, Edgar et Patrick Viveret. *Comment vivre en temps de crise*. Montrouge : Bayard Éditions, 2010.

Morin, Edgar. *La Méthode 6 : Éthique*. Paris : Éditions du Seuil, 2004.

Morin, Edgar. *Les sept savoirs nécessaires à l´éducation du futur*. 2e éd. Paris : Éditions du Seuil, 2000.

Morin, Edgar. *Science avec conscience.* Paris : Éditions du Seuil, 1990.

Mouton H., J.C. Couanon et M. Roiland. « Convection naturelle et convection force dans des lames d'air verticales – perspectives d'application à la capitation dynamique ». In *Architecture climatique* dirigé par Elisabeth Scheer. 47-62. Collioure : Imprimerie Georges Frère, 1979.

Narendra, Juneja, Ian McHarg, Arthur Sullivan et Robinson Fisher. (Principal investigators: Robert Giegengack (geology), Ronald Hanawalt (soils), Michel Levin (plant ecology), Seymour Subitsky (hydrology)). *MEDFORD: Performance requirements for the maintenance of social values represented by natural, environment of Medford Township.* New Jersey: Pan Graphics, 1974.

Navarro, Estela. «La investigación en Ciencias Administrativas en la Universidad de La Salle-Cuernavaca», *Colección Investigación y docencia universitaria lasallista*, No. 7, (2000) : 36–37.

Nations Unies. « Conférence des Nations Unies sur le logement et le développement urbain durable : Habitat III ». Quito, 2016. URL= https://www.habitat3.org

Nations Unies. « Le point annuel sur les objectifs du développement durable ». Rapport du Secrétaire général. 2015. URL= http://www.un.org

Nations Unies. « L'Agenda 2030 du développement durable ». URL= http://www.agenda-2030.fr

Nations Unies. « Conférence des Nations Unies sur l'environnement : Déclaration de Stockholm ». 1972. UTL= https://www.diplomatie.gouv.fr/sites/odyssee-

developpement-durable/files/1/Declaration_finale_conference_stockholm_1972.pdf

Olygay, Victor. *Design with climate*. Princeton: Princeton University Press, 1963.

Osorio, John. «La investigación en las facultades de Administración, Educación e Ingeniería», *Colección Investigación y docencia universitaria lasallista*, No. 7, (2000): 24.

Osorio, Guadalupe. «El centro de investigación», *Colección Investigación y docencia universitaria lasallista*, No. 7, (2000): 30–31.

Ordre des Architectes. « Charte d'engagements des architectes pour une architecture responsable ». URL= https://www.architectes.org/actualites/nouvelle-charte-d-engagement-des-architectes-pour-une-architecture-responsable

Palette 2030. « Carbon smart materials palette ». URL= http://www.zero-code.or

Pénicaud H. « Variance des paramètres du confort climatique en extérieur ». In *Architecture climatique*, dirigé par Elisabeth Scheer. 27-38. Collioure : Imprimerie Georges Frère, 1979.

Piketty, Thomas. *El capital en el siglo XXI*. Madrid: Fondo de cultura económica, 2015.

Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD). « Rapport mondial sur le développement humain ». New York, 1988. URL= http://www.hdr.pnud.org.

Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD). "Agenda 2030 du développement durable". URL= http://www.agenda-2030.fr

Protégeons la terre. « L''énergie solaire ». URL= http://www.protegeonslaterre.com/energie-solaire/

Quijano, Ricardo. «Formulación de un modelo de energía, ambiente y desarrollo sostenible para Colombia». *Revista de Investigación Universidad de la Salle*, Vol. 1, (2001): 41–56.

Quijano, Ricardo. «Identificación de posibles aprovechamientos de energía eólica en zonas no interconectadas de Colombia». *Revista de Investigación Universidad de La Salle*. Vol. 2, (2002): 9–18.

Rottner, Jean. "Donnons toute leur capacité aux territoires". *La revue urbanisme*, No. 59, Hors-série, 2016, pp. 6-7.

Rodríguez, Humberto et Fabio González. *Manual de radiación solar en Colombia*: *radiación sobre superficies horizontales*. Bogotá: H. Rodríguez & F. González Editores, 1992.

Rodríguez, Humberto et Fabio González. *Manual de radiación solar en Colombia: radiación sobre superficies inclinadas*. Bogotá: H. Rodríguez & F. González Editores, 1994.

Sagan, Carl. *Cosmos.* Barcelona: Editorial Planeta, 1980.

Saint Jean Paul II. *Constitution apostolique « Ex-Corde Ecclésia », sur les Universités catholiques*. Vatican, 1990. URL= http://www.vatican.va/content/john-paul-ii/fr/apost_constitutions/documents/hf_jp-ii_apc_15081990_ex-corde-ecclesiae.html

Saint-Père François. *Lettre Encyclique* "*Laudato si'*. Vatican, 2015.

Saldarriaga, Alberto. *Pensar la Arquitectura: un mapa conceptual.* Bogotá: Panamericana Formas e impresos, 2010.

Saldarriaga, Alberto. *Aprender en Arquitectura: manual de supervivencia*. Bogota: Corona, 1996.

Scheer, Elisabeth. (dir.) *Architecture climatique.* Actes de Colloques. Collioure : Imprimerie Georges Frère, 1979.

Schumacher, Ernst Friederich. *Small is beautiful: Economics as if People Mattered*. New York : Hard & Roe Publishers, 1973.

Serres, Michel. *Petite Poucette.* Paris : Édition le Pommier, 2012.

Umaña Hernández, Ana Cecilia. «La educación ambiental como estrategia de gestión en asentamientos humanos en zonas de alto riesgo. Primera fase: perfil sociocultural y ambiental del barrio el progreso*». I Simposio de investigación de la Universidad de la Salle.* 85-92. Bogotá: Ediciones Unisalle, 1998.

UNESCO. "Ciencia: hacia el 2030. Panorama de América latina y el Caribe". URL= https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000265331

Union Européenne. « Sommet de Lima ». 2008. URL= https://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//TEXT+TA+P6-TA-2008-0177+0+DOC+XML+V0//FR

Universidad Antonio Nariño. *Boletín,* No. 16. Grupo de investigación en ciudad, medio ambiente y desarrollo. (2009): 3–7.

Universidad Jesuita de Guadalajara. Instituto Tecnológico de estudios superiores de Occidente (IITESO). *Maestría en Ciudad y Espacio Urbano Sustentable*. URL= http://www.posgrados.iteso.mx

University of Pennsylvania. « Landscape architecture program ». URL= https://www.design.upenn.edu/landscape-architecture/about

Union Internationale des Architectes. « Congrès de Tokio ». *Dossiers scientifiques*. (2011). URL= http://www-dase.cea.fr/actu/dossiers_scientifiques/2011-03-11/index.html#Informations

Vanegas, Marisol. «El instituto de investigaciones turísticas de la Universidad de la Salle Cancún», *Colección Investigación y docencia universitaria lasallista*, Bogotá, No. 7 (2000).

Vargas, Esther. «Antecedentes, Estructura, Organización y Funcionamiento», *Colección Investigación y docencia universitaria lasallista*, Bogotá, No. 7 (2000): 32–33.

Varini, Claudio. «Arquitectura en guadua preforzada: una tecnología sostenible para países en desarrollo». *Revista de Investigación de la Universidad de La Salle*, Vol. 1, Suplemento (2001): 103–115.

Varini, Claudio. «Arquitectura postensada: vivienda sostenible para el desarrollo en Latinoamérica». *Revista de Investigación de la Universidad de la Salle*, Vol. 1 (2001): 13–26.

Velasco, Rodrigo, Ronald Hudson et Shrikant Sharma. « Driven Building design and construction in the tropics: tools and strategies to improve human comfort in Colombia *».* In *Clima-Colombia.* Bogota, 2018*.* URL= http://-climacolombia.org

Vignerons, Emmanuel. “Défense du réseau des hopitaux de proximité”, *La revue urbanisme*, No. 418, novembre 2020, pp64-65.

Watson, Julia. *Lo-TEK Design by Radical Indigenism*. TACHEN GmbH, Cologne, 2019.

Wilson, Eduard. « Biophile ». E.O. Wilson Biodiversity Foundation, 1984. URL= https://eowilsonfoundation.org/e-o-wilson/

World Watch. “Las Gaviotas sustainability in the tropics”. URL= http://www.worldwatch.org/node/5020

Wright, David. *Soleil, nature et architecture.* Marseille : Editions Parenthèses, 1979.

Textes de Loi et décrets

ACUERDO 001 de marzo 9 de 2018. Por el cual se reglamenta la jurisdicción especial para la paz JEP (Accord par lequel est réglementé la juridiction spéciale pour la paix). Acto legislativo No. 1 de 2017, Artículo 1.

«CONPES 3700. Estrategia institucional para la articulación de políticas y acciones en materia de cambio climático en Colombia» (Stratégie institutionnelle qui établit la politique économique et les actions sur le changement climatique en Colombie), 14 juillet 2011.

«CONPES 3918 de 15 de marzo de 2018.Estrategia para la implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en Colombia » (Stratégie pour l'implémentation des objectifs du développement durable - ODD en Colombie). *Diario Oficial* ,50.667, 27 juillet 2018.

LEY 388 de 1997. Ley de desarrollo territorial (Loi pour le développement territorial). *Diario Oficial*, No. 43.091, 24 juillet 1997.

LEY 435 de 1988. Por el cual se reglamenta el ejercicio de la profesión de Arquitectura y sus profesiones auxiliares y se crea el Consejo Profesional Nacional de Arquitectura y sus profesiones auxiliares (Loi par laquelle se régule l'exercice de la profession d'architecture et ses professions auxiliaires et se crée le Conseil professionnel d'architecture et ses professions auxiliaires). *Diario Oficial,* No. 43.241, 19 février 1998.

LEY 30 de 1992. Por la cual se organiza el servicio público de la Educación Superior (Loi par laquelle s'organise le service public de l'enseignement supérieur). *Diario oficial*, No. 40.700, 29 décembre 1992.

LEY 697 de 2001. Mediante el cual se fomenta el uso racional y eficiente de la energía, se promueve la utilización de energías alternativas y se dictan otras disposiciones (Loi par laquelle se favorise l'utilisation efficace de l'énergie, s'encourage l'utilisation des énergies alternatives et prévoit d'autres dispositions). *Diario oficial*, No. 44.573, 5 octobre 2001.

DECRETO 1742 de 1992. Por el cual se reglamenta parcialmente el Estatuto Tributario y se crean estímulos especiales para investigadores (Décret par lequel se régule partiellement la statut tributaire et se créent des stimulus spéciaux pour les chercheurs). *Diario Oficial,* No. 40646, 29 octobre 1992.

DECRETO 1212 de 1993. Por el cual se establecen los requisitos para el reconocimiento como universidad de una institución universitaria o escuela tecnológica (Décret par lequel s'etablissent les exigences pour la reconnaissance d'un établissement universitaire ou école technologique comme université). *Diario Oficial,* No. 40.928, 12 juin 1993.

DECRETO 2030 de 2003. Por el cual se crea al Viceministerio de Educación Superior (Décret pour lequel se crée le Vice-ministère de l'enseignement supérieur). *Diario Oficial,* No. 45.262, 28 juillet 2003.

Figures, cartes et tableaux

Figures

Figure I.1. *MEDFORD* cartographie de l'étude de planification écologique

Figure I.2. La vision partielle du deuxième grand composant que nous avons envisagé pour la communauté minière.

Figure II.1. Modèle de séchoir industriel, modulaire et polyvalent

Figure II.2. Evolution de la température de l'absorbeur dans la section II d'indice 10 de l'insolateur en fonction du temps pour les quatre journées de simulation

Figure II.3 Tableau psychrométrique et tableau des donnés climatiques

Figure II.4. Séquence de construction d'un nid du Torquigener albomaculosus où l'habitat et l'environnement constituent une unité intégrale.

Figure III.1. Schéma administratif générique d'une université en Colombie

Figure III.2. Grands piliers pour le développement de la recherche

Figure III.3. Deux domaines d'importance général

Figure III.4. *Organigramme dynamique* - Interrelations entre les programmes et les axes de recherche

Figure III.5. Publications des résultats de recherche

Figure III.6. Algorithme pour concevoir un *outil gestion de la recherche* avec le label de soutenabilité, dans un contexte universitaire

Figure III.7. Les principaux nœuds universitaires avec des programmes d'architecture en Colombie

Graphique IV.1. Analyse tendancielle des créations de doctorats, DSA et groupes de recherche en soutenabilité en Colombie

Cartes

Carte I.1. Localisation de la Colombie. Pays situé au plus nord de l'Amérique du Sud. Façades maritimes sur l'Atlantique et sur le Pacifique.

Carte III.1. Les principaux nœuds universitaires avec des programmes d'architecture en Colombie

Carte IV.1. Localisation des groupes de recherche en soutenabilité en Colombie

Tableaux

Tableau II.3. Tableau psychrométrique et tableau des donnés climatiques

Tableau III.1 Unités d'analyse B, quantification de indicateurs – Programmes Groupe A

Tableau III.2. Unités d'analyse B, quantification de indicateurs – Programmes Groupe B

Tableau III.3. Unités d'analyse B, quantification de indicateurs – Programmes Groupe C

Tableau IV.1. Universités, localisation, noms des groupes de recherche et des programmes créés.

Table des matières

Introduction : L'enseignement de l'architecture : aux avant-postes de la soutenabilité planétaire 12

I. Construction d'un système de connaissances transférables : l'expérience étasunienne 32

1) La Planification écologique : ses origines 33

a) Aménagement écologique du territoire 34

i) Entropie et Néguentropie et le phénomène territorial 36

ii) Le « know how » de la méthode 38

Première phase 39

Deuxième phase 40

La synthèse 41

b) Medford : étude de cas 42

i) Contexte 43

ii) L'application de la méthode 43

iii) Convenances (suitabilities) 44

c) Earthworks : le terrain d'expérimentation 47

i) Contexte 47

ii) L'alternative solaire 48

iii) Les convenances spatiales 49

iv) Les alternatives de développement 49

v) La comparaison des scénarios 52

d) La multiplicité d'interrelations 53

2) L'avant-garde environnementale 54

a) Ouvrages et concepts fondateurs 56

3) Contextualisations colombiennes 60

a) Transferts méthodologiques 62

b) Sujets et objets de recherche 64

c) Le diagnostic des ressources naturelles 65
d) Contributions aux besoins essentiels 66
e) Las Gaviotas, un exemple de développement soutenable 71
4) Réflexion rétrospective, analytique et critique 76
a) Une pertinence transdisciplinaire 80
b) L'aménagement macargien et l'actualité territoriale 83
II. L'habitat climatique sous l'angle de la recherche scientifique : l'expérience française 85
1) L'énergie solaire passive 88
a) Une vision intégrale 89
b) Architecture climatique 92
2) Science et conscience environnementale 96
a) Sciences dures 96
b) Expérimentations concrètes en thermodynamique et énergétique 98
i) La description et modélisation du séchoir 99
ii) Le traitement informatique 101
iii) Les résultats 103
3) Transpositions et extrapolations colombiennes 106
a) Enseignement de l'architectures renouvelable 107
b) Spécialisation en Architecture bioclimatique 108
c) Interaction entre recherches académiques et société 113
d) Contrastes et décalages 116
4) Distanciation analytique réflexive 121
a) L'énergie solaire : point de départ et d´ancrage 122
b) Applications dans un contexte complexe 122
c) Reliance ou résilience ? 124
d) Transition énergétique : niches de recherche endogènes 126
III. Analyse diachronique de recherches en développement durable 129
1) L'émergence d'un contexte universitaire intégral 132
a) Axes du développement scientifique 137
b) Feuilles de route 141
c) Visibilisation et accomplissements 144
d) Interactions internationales 148
2) Adaptabilité des outils de gestion 153

a) Parcours diversifiés d'intégration 153
i) Information de base 154
ii) Convergence des lignes d'approfondissement 155
b) Articulations multiples : compétences et développement agricole 157
i) Empathie entre deux démarches 160
ii) L'Algorithme et l'outil de gestion 161
iii) Possibilités de synergie 163
3) Radiographie de la recherche architecturale colombienne 165
a) Études exploratoires 166
b) Contextualisations 169
La méthode 170
Résultats 172
Point d'ancrage 175
4) Recherche scientifique et appliquée 176
a) Architecture environnementale et scientifique 176
b) La résilience dans les espaces urbaines d'aujourd'hui 177
IV. Pilotage académique de la filière durable 180
1) Radiographie séquentielle de la vague écologique des territoires 181
2) Soutenabilité en architecture 187
a) L'expertise des programmes 188
b) La structure de l'écosystème programmatique 191
i) Fondement académique des lignes recherche 192
Caractère exogène 193
Contexte national 196
Après l'aperçu exogène 198
ii) Reconfiguration des lignes 199
c) Interactions positives entre activités scientifiques, filière académique soutenable et société 201
i) Le défi de la durabilité 202
ii) De la théorie à la praxis 204
iii) L'apport social de la recherche dans des contextes régionaux ... 206
3) Le rôle moteur du partenariat franco-colombien 208
4) Un projet éducatif intra et intercontinental 212
a) Caractérisation de la chaîne de formation 214

b) La construction des savoirs à travers une vision élargie 215
c) Premier échelon : les savoirs constitués 215
d) Deuxième échelon : Les organisations supranationales 219
e) La Colombie : un avant-poste de la soutenabilité 222
f) Une ouverture permanente aux évolutions 223
Conclusion : vers un enseignement intercontinental de la soutenabilité 226
Bibliographie : 237
Figures, cartes et tableaux 250
Table des matières 252