



## Le patrimoine du GILAN : une leçon du passé, un message du futur<sup>1</sup>

Ces dernières décennies, ont amplifié des changements radicaux qui réduisent les vecteurs d'originalité<sup>2</sup> de nos modes de vie. Le résultat catastrophique est déjà pour partie cette acculturation ambiante et si nous ne réagissons pas à temps, sa poursuite entraînera la disparition pure et simple des cultures locales partout où

<sup>1</sup> <http://www.teheran.ir/spip.php?article740> + <http://www.teheran.ir/spip.php?article1260>

<sup>2</sup> . Parlant de l'individu et de ses productions, Marcel Pagnol a proposé cette définition spéculaire teintée de bon sens et d'humour« Pour être original il suffit d'être soi-même », autrement dit fidèle à l'original...

déferle le mondialisme. Au Guilan, la conscience de cette situation, accentuée par les conséquences du tremblement de terre de 1990, a trouvé un élément de réponse exemplaire sous la forme d'un musée à ciel ouvert, le Musée du Patrimoine Rural du Guilan. Ceux qui ont créé et développent ce musée s'efforcent de mieux communiquer aux autres une perception de son espace devenue intime et ils recherchent comment en améliorer la scénographie. Notre approche s'articulera de la sorte, en considérant comme il se doit en sciences humaines « le terrain » qui est tout à la fois le Musée du Guilan et ce en quoi celui-ci co-implique les recherches dont rend compte, ci-dessus et ci-dessous, **Sobhan AHANI**<sup>3</sup>, les disciplines concernées et nos pays respectifs.

*« Afin d'étendre, enrichir et partager plus largement le patrimoine culturel de cette région, nous aurons recours (parfois en mode interrogatif ou expérimental) à un ensemble de mesures (im)matérielles. Les exigences du développement durable, inscrites au fronton de cette série de conférences<sup>4</sup>, en constitueront à la fois le filtre (excluant des mesures inadaptées) et le principe fédérateur, appelant des innovations. Disons-le clairement, ces mesures ne sont qu'un accompagnement à un projet typé, qui a déjà trouvé son identité et cherche non pas une transformation mais des améliorations... »*

En Mars 2010, si l'on se rendait au Musée rural du Guilan et que l'on avait en mémoire ce qu'il fut en phase 1 (première inauguration en 2005), force était d'admirer la cohérence de son évolution. Les aires géographiques s'y étaient diversifiées et continueront de l'être, suivant un planning ambitieux que le **Pr Mahmoud TALEGHANI**, directeur du Projet, poursuit fidèlement.

---

<sup>3</sup> « Eco-architecturologie, Anthropologie de l'espace bâti rural du Guilan », Thèse de doctorat engagée par Sobhan Ahani sous la co-direction des Professeurs P. Curran et M. Taleghani.

<sup>4</sup> « Patrimoine naturel-culturel, pour un développement durable en zone rurale ».

*« Pour parvenir à ce niveau d'empathie qui ne s'ajuste pas à un individu mais à l'ensemble d'un site, et reflète son histoire vécue, il aura fallu s'en imprégner. Nous revenons à notre questionnement initial; "comment les nouvelles dispositions technologiques pourront-elles effectivement nous aider sans dénaturer le site?"*

*Sans doute plus que tout, le démontage et le remontage des édifices aura créé cette intimité entre les chercheurs, les bâtisseurs d'hier et ceux qui vivaient dans ces villages. Selon la méthode de travail actuellement pratiquée dans notre projet de Musée, après avoir défini les différentes zones d'intérêt culturel et architectural<sup>5</sup>, les équipes d'architectes du Musée s'efforcent d'identifier les exemplaires architecturaux représentatifs de chaque périmètre culturel. Dans chaque périmètre un certain nombre des œuvres significatives et/ou exemplaires de l'architecture vernaculaire locale seront sélectionnés. Parmi ces œuvres, dans chaque périmètre, quelques unes seront définitivement sélectionnés et achetés pour être transférées au Musée. Le fait que la plupart de ces maisons traditionnelles sont abandonnées par les propriétés et en risque de démolition, justifie une accélération du processus de sauvegarde. L'utilisation des technologies précitées y contribuera grandement, quantitativement (par la rapidité de ses automatismes élargissant l'échantillonnage) et qualitativement en documentant le bâtiment avec la totalité de son enclos. »*

Une manière équilibrée de se poser de telles question est : « Que gagnons et perdons-nous » en déléguant certaines de nos relations directes à ces dispositifs hypermédiatiques, qui pour partie amplifient effectivement la perception de l'environnement, mais peuvent aussi l'acculturer.

En franchissant le petit pont qui, de la route mène à l'édifice de l'entrée du Musée, nous approchons le seuil reliant des Mondes distants de plusieurs siècles. La polyvalence dont l'a doté l'architecte de bâtiment, fait de cette maison aux deux portes diamétrales (comme autrefois le temple de Janus) une véritable « interface » et c'est sur son seuil que commence la seconde phase de notre questionnement:

---

<sup>5</sup> Selon les études initiales du projet, 9 zones d'intérêt culturel et architectural ont été définies au Guilan. Ces 9 périmètres environnementaux possèdent des caractères culturels et architecturaux spécifiques. Par nécessité nous rappelons ici les paramètres principaux de ces définitions: a) Topographie et l'environnement naturel (b) Mode de production agricole (c) Culture (langue, ethnologie etc.) (d) Type de l'architecture

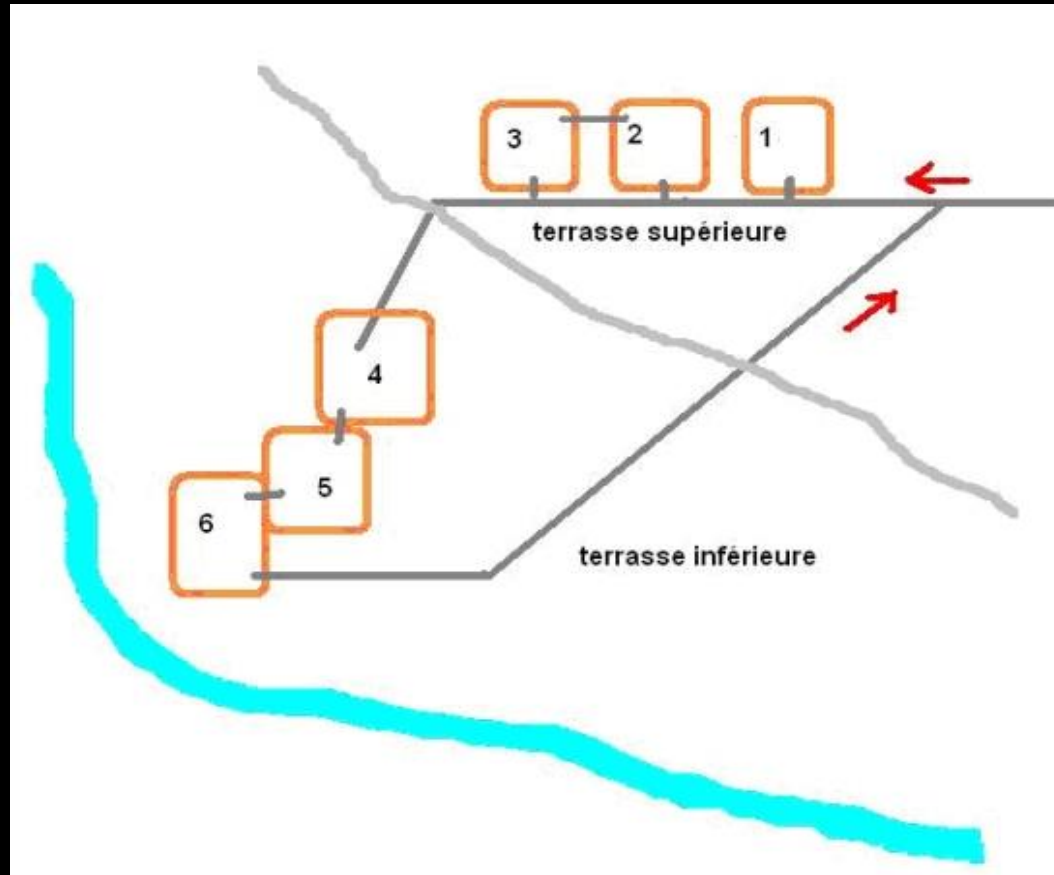


schéma d'organisation du premier ensemble d'enclos<sup>6</sup> 1 :enclos Pormehr (maison, kandouj, talâmbar) 2 :enclos du paysan sans terre (maison, étable) 3. enclos Schanko (maison, kandouj, talâmbar) 4. enclos Montazéri (maison, kandouj, talâmbar) 5. enclos Missaya (maison, kandouj, talâmbar) 6. enclos Raffi'i de Roudbanneh (maison, kandouj, talâmbar)

<sup>6</sup> <http://www.marc-grodwohl.com/patrimoine-ethnologique/premiers-r%C3%A9sultats-%C3%A9blouissants-pour-l%E2%80%99-%C2%AB-%C3%A9comus%C3%A9-%C2%BB-du-guilan-iran>





Le Musée du Guilan est une réussite, et Sobhan AHANI (^) ne s'y est pas trompé, réalisant en 2009 un Accueil et une Maison d'Hôtes qui ne perturbaient pas d'anachronismes la maturation à venir....



©L'édifice de l'entrée du Musée (^) et Maison d'Hôtes pour les chercheurs, Sobhan AHANI (^) , 2010

« De quel choix spécifique disposons-nous si nous sommes une personne âgée, un enfant, un scientifique particulièrement motivé par cette découverte ou encore une personne qu'affecte un handicap ? »

Cette adaptation de l'information et du parcours passe aussi par la langue parlée et écrite, la signalétique si nous venons d'autres pays. Il peut certes exister des imprimés avec des plans en plusieurs langues mais il serait intéressant, comme en d'autres musées de disposer a minima *d'audioguides* qui documentent le parcours avec des options linguistiques. Ce premier pas n'est pas suffisant si nous voulons répondre pleinement aux différences et préférences psycho-sensori-motrices des visiteurs, aussi proposerons-nous plus loin « *les stéréoguides* » qui apportent réponse à ces besoins spécifiques et enrichit discrètement la muséographie pour tout-un-chacun.





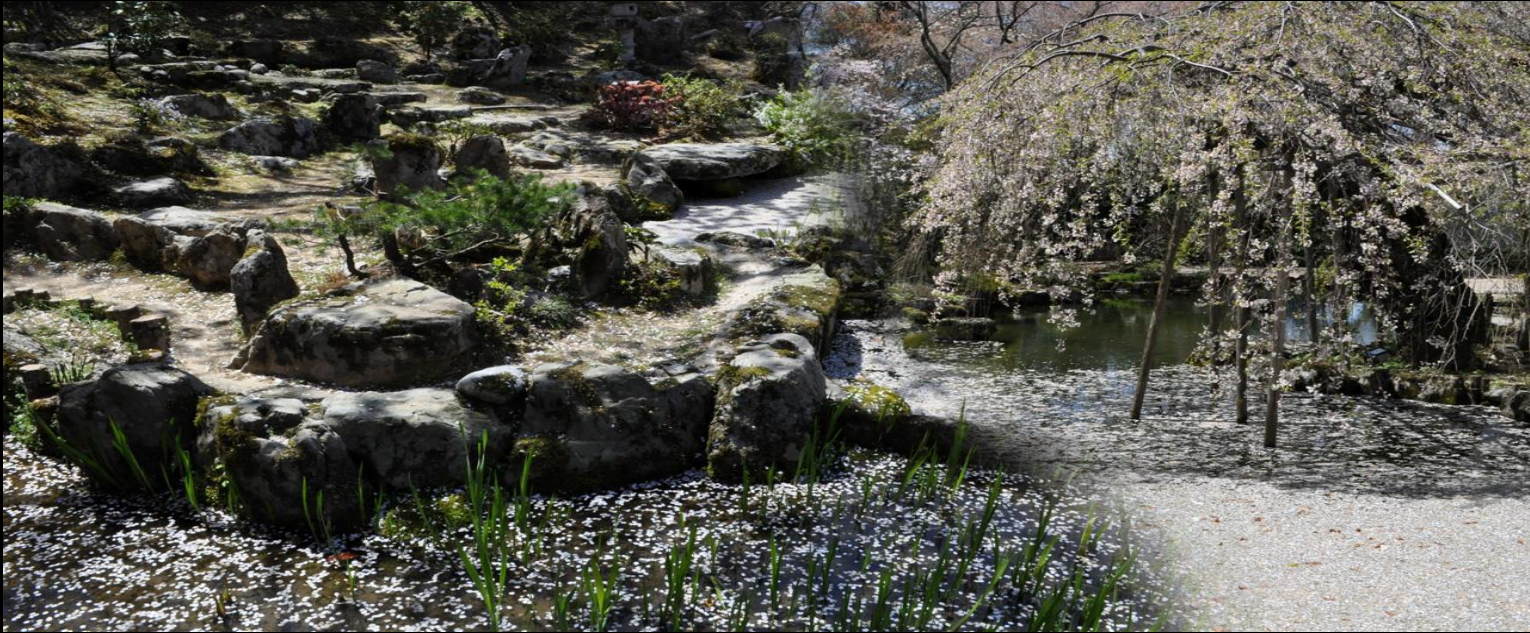


« Sur ce terrain d'étude particulier de la voie des fleurs, il existe des portes visibles menant à des portes invisibles, endroits et lieux de passage ouvrant l'accès à l'indicible que seul le cœur peut rencontrer. Derrière ces portes de l'inconnu, comme derrière les visages se profile le mystère. Si en plus ces visages imperturbables comportent des yeux en amandes, s'ils se retranchent dans une expression réservée, le mystère s'épaissit pour parfois devenir impénétrable au regard de l'occidental. Codes silencieux qu'il convient de déchiffrer. « Emprunter « La voie des fleurs » au Japon pourrait légitimement se sous-titrer : « Une approche de l'entre espace Mâ et du vide Mû » ».



Sur le chemin de Saë (^)(« celle qui apporte la sagesse » en japonais)





© Reportages puis expo IRAE dans la région de Kyoto.



Commence ainsi une *cinquième saison*, celle qui épargne la quatrième par un retournement moebial, où les pétales printaniers semblent de la neige.<sup>7</sup> Et ce 7 Décembre 2014 Yuiko a mis au monde Hana, dont le père est Jean-Marie LANEELLE. « *La Voie des Fleurs* » accueille une des leurs :



© Hana, Jean-Marie et Yuiko, 2017

<sup>7</sup>

« Printemps, Été, Automne, Hiver... et Printemps », film coréen de Kim Ki-duk, 2003





*Les singularités de la géologie vont jusqu'à élaborer des cristaux géants, comme sur ce site de Naïca*

*Cristallisation(s)*

---

« Un cristal se forme si la température d'une coulée descend assez lentement sous le point de fusion et que le mouvement thermique des différents atomes atteint une valeur si faible que les connexions réciproques ne peuvent plus être fracturées par des oscillations. Il y a formation d'un treillis uniforme qui est marqué par un ordre à distance(...)... »<sup>8</sup>

Ces changements de taille et de nature , mais aussi ces répétitions, sont impressionnants, puisqu'il existe également des « cristaux liquides » et que l'ADN porte le phénomène à une échelle moléculaire. Vous pouvez considérer ce processus physique de **crystallisation** comme une métaphore de **l'enrichissement** que vous allez mettre en œuvre individuellement et manifester dans une exposition collective. Mais ce qui est vrai pour chacun de vos projets prend(ra), de surcroît pour partie une **dimension fractale** dès lors que vos démarches seront mises-en-présence avec cette ré-actualisation de ce qu'elles représentent pour vous. La nouvelle forme de leur présentation non seulement n'en altèrera pas le sens, mais pourrait leur donner « un supplément d'âme », une sublimation. Le processus de cristallisation, sur la base de certains facteurs conjoncturels (physiques comme psychiques et relationnels), est le résultat d'une forte attraction structurante, qui réunit les éléments d'une **Gestalt**, en réalise visiblement le **dess(e)in**. C'est ce qui est en train de se passer pour un groupe comme le nôtre, partageant collectivement des expériences individuelles.



<sup>8</sup>

<http://fr.wikipedia.org/wiki/Cristallisation>

Depuis, il vous a été proposé un Glossaire, « paysage sémantique », réunissant les acceptions de la cristallisation par disciplines. Il s'agit d'une véritable matrice conceptuelle, Page 14.





Les hautes performances de notre cerveau pour interpréter les indices sensoriels ont créé chronologiquement des chimères éclairantes et les illusions perceptives, aujourd'hui bien répertoriées, ne nous épargnent pas leur virtuosité, parfois préoccupante pour la science, mais bénéfique pour les arts. Ainsi l'investigation scientifique vers le cosmos donna longtemps un cours commun aux représentations astronomiques et astrologiques (^) . On les a rapportées au corps humain, pour le relier à l'Univers, l'harmoniser comme un instrument de musique (Pythagore) le soigner à l'aide de correspondances symboliques des sons et des couleurs (mantras/chakras)

## *Genèse explicite comme métaphorique*

Sans pour autant devoir adhérer à la théorie du Pr Benveniste à propos de "*la mémoire de l'eau*"<sup>9</sup> on peut observer le fait que la cristallisation de l'eau prend en compte la plupart des apports chimiques et/ou énergétiques (tels les sons) qu'elle a reçus, et qu'elle les révèle. Les identifications qu'elle permet ne sont pas fiables à 100% en raison même de la précision du phénomène. Les conséquences majeures ont été mises en évidence dans ce contexte polémique d'une rare amplitude par le Pr Luc Montagnier, Prix Nobel de Médecine. Pour tout dire, la cristallisation appelle une véritable constellation d'associations positives comme négatives, allant de la prescience jusqu'à l'aveuglement. Lors d'une telle recherche, les liens (via les moteurs de recherche) nous invitent à une rare transversalité, passant de la physique au biologique puis au psychique en passant par l'informatique, notamment les fractales<sup>10</sup>.

L'ADN<sup>11</sup>, qui a été révélé du fait de son processus de cristallisation, est tout à la fois ce qui programme l'amont de la vie, se reprogramme pour l'aval de sa transmission actualisée (la conception bisexuée), ou encore ce qui peut muter naturellement ou artificiellement. Autant il apparaît encore abusif de considérer aujourd'hui l'« **Intelligence Artificielle** » comme une des formes d'intelligence de l'être humain, autant les progrès des modélisations et la puissance des machines comme de leurs programmes permettent d'envisager une hyper-numérisation de certaines formes d'intelligences

---

<sup>9</sup> [http://fr.wikipedia.org/wiki/M%C3%A9moire\\_de\\_l'eau](http://fr.wikipedia.org/wiki/M%C3%A9moire_de_l'eau)

<sup>10</sup> <http://fr.wikipedia.org/wiki/Fractale>

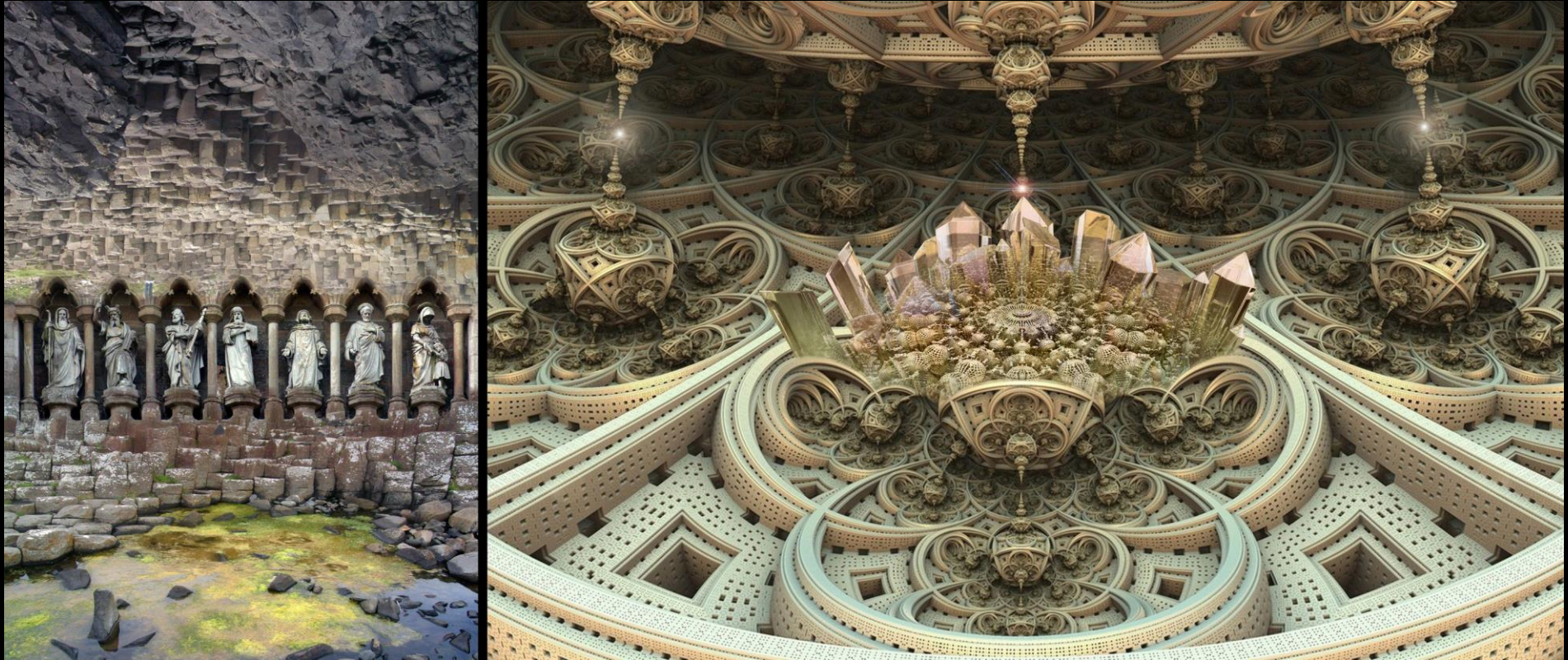
<sup>11</sup> [http://fr.wikipedia.org/wiki/Acide\\_d%C3%A9oxyribonucl%C3%A9ique](http://fr.wikipedia.org/wiki/Acide_d%C3%A9oxyribonucl%C3%A9ique)



« Ce que j'appelle **Cristallisation**, c'est l'opération de l'esprit qui tire de tout ce qui se présente, la découverte que l'objet aimé a de nouvelles perfections.(...) Aux mines de sel de Salzbourg, on jette dans les profondeurs abandonnées de la mine, un rameau d'arbre effeuillé par l'hiver, deux ou trois mois après, on le retire couvert de cristallisation brillantes : les plans, petites branches, celles qui ne sont pas plus grosses que la patte d'une mésange, sont garnies d'une infinité de diamants mobiles et éblouissants. On ne peut plus reconnaître le rameau primitif ». **A.S. COHEN**<sup>12</sup>







© L'imagination associe des éléments d'un ordre différent, comme ce collage dans la « chaussée des géants » à côté des fractales numériques...

*LA CRISTALISATION , en psychanalyse, est un processus d'attraction (souvent fusionnelle) qui réunit ici, po(i)etiquement, à travers l'architecture et les hypermédias, l'intelligence hologrammatique et les trois écologies.*

Ce stand, assorti de quelques maquettes, d'infographies et de vidéos transmorphing, illustrera un processus créatif réunissant principalement des préoccupations architecturologiques et hypermédiatiques, créant des passerelles socioculturelles entre « l'imaginaire de la vie réelle » et « la réalité de la vie imaginaire » (E.Morin). Cette exposition gagnerait à comporter une centralité rayonnante, un **c(h)œur** où s'inscrive le riche concept de « **cristallisation** », la pédagogie de sa co-élaboration et diverses formes audio-scripto-visuelles de



ce processus qui se déploie tout autour. Cet épicycle pénétrable pourrait être un espace sonorisé et (hyper)médiatisé, un habitacle, un vortex où d'autres manifestations multimodales et multidimensionnelles seraient comme les mémoires génératives de l'exposition à travers des émotions.

Il serait élégant que l'exposition, dans son ensemble, aie ainsi, vue d'en haut, une des formes qui évoquent la cristallisation<sup>13</sup> et que chacun des panneaux soit également dans ces proportions fractales selon le principe (gestaltiste) de Mac Luhan « *La forme c'est le sens* »



Ayant décidé que le c(h)oeur de l'exposition serait pénétrable, cette partie permettra d'introduire les éléments qui ont fondé cette co-élaboration ainsi que l'incidence structurante des différentes transformations les unes sur les autres, en y associant la projection de « transmorphing » 2D ou 3D.

*La schématique<sup>14</sup> s'est ainsi employée à épurer les grapho-langages qui tentent la progression du 2D jusqu'au 4D. Elle doit beaucoup à l'hypermédiatisation.*

<sup>13</sup> Pour accroître la lisibilité de cette option géométrique, des balisages au sol ou (et) au dessus des allées sont envisagés.

<sup>14</sup> Contrairement à l'adjectif, cette discipline ne simplifie pas la forme au détriment du sens.



Nous étions loin d'imaginer que cette proposition puisse s'inscrire dans une nouvelle prospective : celle de la bio-calcification du sable , et ce qu'elle nous inspira. Nous participions d'ailleurs en Novembre 2016 aux conférences et expositions à **MADINA 2016**, dont l'organisateur, **A. BENMOHAMMED** , Président de *Génie-Vert*<sup>15</sup> au Canada, était un ancien oasien (de Laghouat)





## ECO-SABLE

### BIO-CALCIFICATION

Comme nous le verrons plus loin, La simulation rend crédible et désirable la démesure des propositions d'un Markus LARSSON. Le Dr. Angela RUIZ, elle, s'est basée, sur l'analyse d'une échelle davantage humaniste du développement durable,

Un projet architectonique et écosophique se (re)dessine aujourd'hui avec plus de vraisemblance, car s'il y a eu en amont des aspirations mainte fois déçues, le "*chemin faisant* " des un(e)s et des autres fut en progression continue. En effet la désertification coïncide trop souvent avec le déracinement et l'acculturation. Il est toutefois de belles exceptions, comme celles portant l'art dans le sahara égyptien.

## Desert Breath

<http://www.admagazine.fr/art/portfolio/articles/la-spirale-du-sahara/14117>

« Pendant que l'artiste Andy Goldsworthy alignait des cailloux sur l'herbe verte de quelques champs anglais, tentant au passage de nous faire oublier les racines un brin plus musclées du land art américain, trois jeunes filles manœuvraient, elles, des tractopelles au milieu du Sahara. Alexandra Stratou (architecte), Danae Stratou (artiste) et Stella Constantinides (architecte) ont ainsi œuvré de 1995 à 1997, au sein de leur collectif DAST Arteam, pour faire surgir du sable égyptien deux monumentales spirales imbriquées gravitant autour d'un lac aux contours redessinés pour former un cercle parfait.

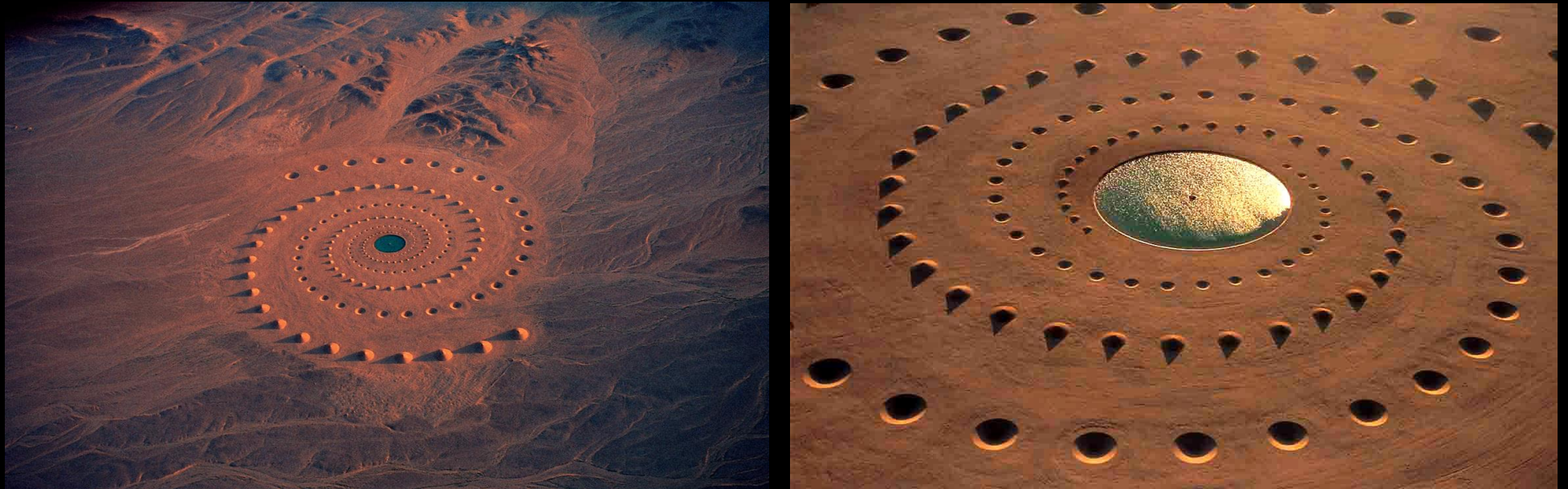
Pourquoi parler de cette œuvre aujourd'hui ? Il aura suffi d'un clic sur la toile et d'une balade sur les rives de la mer Rouge, via Google Earth, pour que Desert Breath souffle sur les lieux communs : non, le land art ne s'est pas concentré sur les plaines au nord du tropique du Cancer ; non, l'Égypte n'est pas que la terre d'accueil des mille et une merveilles de l'Antiquité qu'on lui connaît ; et oui, le fantôme de l'artiste Robert Smithson s'est visiblement aventuré jusqu'à ces contrées. Impossible en effet de ne pas entrevoir dans Desert Breath les contours de la Spiral Jetty qu'il fit émerger du Grand Lac Salé en 1970. 500 mètres de boue, de cailloux et de sel, récupérés à l'aide de monstres d'acier, lorsqu'ici, il aura fallu déplacer 8.000 m<sup>3</sup> de sable sur 100.000 m<sup>2</sup>, creuser 89 cônes pour constituer la première spirale, avant de former 89 cônes pour la seconde. Mesurer la distance, jouer sur les hauteurs, les diamètres, tasser, sortir un niveau, mesurer à nouveau, et puis... observer. Observer le ciel qui défile au-dessus de l'œuvre avant que le vent ne la fasse disparaître, et, contre toute attente, constater qu'elle a finalement résisté aux lois de la nature.

Danae STRATOU parle de forces spirituelles pour expliquer cet état de conservation miraculeux. De celles qui auraient préservé les pyramides de Gizeh? Peu importe, il flotte, selon elle, dans cet endroit où « l'immensité de la mer rencontre l'immensité du désert », un halo de mystère, qui préserve les traces de l'homme de l'érosion naturelle. Ici le temps s'amuse de ses intervalles. »

Réaliser des sculptures avec du *bio sable* et leur faire ainsi quitter le statut d' « art-éphémère »... On se prend à l'imaginer, dans le land art, l'habitat ou encore les lieux d'exposition. Réinvestir les artistes et les artisans dans



notre environnement familier constitue une des belles ambitions écosophiques de notre programme, comme nous le verrons plus loin.



Contrairement à la fragilité que l'on associe aux "châteaux de sable" (^) l'éco-pétrification du sable aura, comme nous allons le voir, la durabilité des « *cristallisations* »<sup>16</sup>. Ainsi la beauté, la salubrité et la plasticité architectonique de ces habitats du futur proche, engendrera des cités et des citoyens recevant le message et l'incitation d'une intégration harmonieuse avec l'environnement. D'autant plus que les dunes d'en haut comme celles d'en bas seront devenues fécondes à la repousse grâce aux méthodes de réhabilitation symbiotique des

<sup>16</sup>

« La cristallisation » est devenu l'indicatif d'une méthode de créativité élaborée en 2015 avec Clémence IZARN pour les Workshop d'architecture à l'ENSA Paris Val de Seine.

sols (bio-fertilisation des milieux sableux) qui furent exposées et illustrées par notre collègue **Abdelkader BEKKI**<sup>17</sup>. Il n'y aura de surcroît aucune "cicatrice " dans le paysage si cette manne a été prélevée et érigée sur place.



© Collages IRAE, 2016

Pour lutter contre ce phénomène, **Magnus LARSSON** (à droite ^), un jeune architecte suédois, a imaginé construire un mur de 6 000 kilomètres, au sud du Sahara, afin que les vents de sable n'engloutissent pas les régions du Sahel.

Sa matière première ? Le désert lui-même. Pour étayer ses dires, il s'appuie sur les travaux d'un chercheur américain de l'université de Californie, **Jason DEJONG** (à gauche ^), qui a déjà utilisé à petite échelle cette bio-calci-fication, par exemple pour colmater des fissures dans les murs.

Nous atteignons ainsi les Utopies réalisables, celles qui fondent un site exemplaire là-même où sévissait auparavant le "non-lieu". Selon les pays et les régions, cette forme particulière de "terraformage" prendra une

<sup>17</sup> BEKKI A. « Les Symbioses végétales, un atout pour la réhabilitation des sols dégradés et l'amélioration de leur fertilité », communication à Expo MEDINA, 26 et 27 Novembre 2016



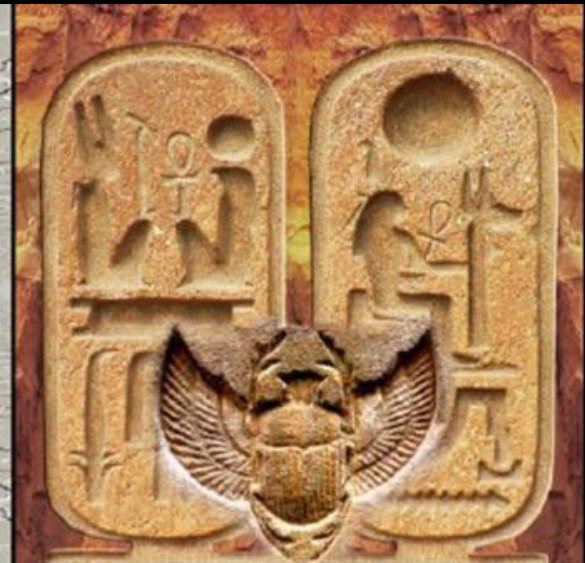
identité discrète (mimétique) ou forte. Certain(e)s , comme **Markus LARRSON** ou **Angela RUIZ** <sup>18</sup> ont ainsi imaginé des dunes habitées en mode alvéolaire comme en milieux troglodytes, mais pas à la même échelle. Nous le verrons tour à tour. De fait le processus de transformation du « bio-sable » a été détecté et également expérimenté par l'ingénieur **Olivier GIRINSKY** , avec lequel nous avons pris contact et amorcé un dialogue.



Ecrit en Juin 2017 à **Olivier GIRINSKY** , ingénieur qui innova dans cette voie et passa à des applications après son Doctorat: *« Avant d'envisager le protocole de confidentialité qui nous reliera avec **AQUAMMOS** (^), j'ai longuement réfléchi aux processus opératoires de l'enrichissement chromatique, des camaïeux aux bichromies jusqu'aux polychromies harmoniques que la nature nous offre avec les ocres du Lubéron (Roussillon) ... »* De fait je reste fortement attaché à cette assise artistique et artisanale mais elle devra s'instrumenter. Ainsi j'imagine pour de telles extensions la place que pourraient tenir les « imprimantes 3D » dans la réalisation des modèles, voire des moules....

---

<sup>18</sup> <http://www.ie.edu/school-architecture-design/content/angela-ruiz-planza/>  
<http://atypical.com/equipo/>



© Du simple au plus complexe, la répartition chromatique des pigments pourrait se faire à partir de la stratification des moules. Ce que vous voyez ci-dessus en simples dégradés pourrait se conjuguer dans la palette arc-en-ciel des ocres ou autres apports chimiquement compatibles... »



## GENESE ET COULEURS DES OCRES

*« Il y a 230 millions d'années, la Provence est recouverte par la mer et le restera pendant une très longue période. Plusieurs milliers de mètres de sédiments arrachés aux continents alentour s'accumulent au fond des eaux. Ils formeront par la suite les calcaires blancs si caractéristiques de ce pays : mont Ventoux, Luberon, Sainte Victoire, canyon du Verdon, calanques etc.*



<http://otroussillon.pagesperso-orange.fr/sentier.html#ocres>

«...Vers -110 millions d'années, la mer s'approfondit. Les sédiments qui se déposent au fond des eaux sont des argiles grises qui viennent recouvrir les calcaires et auxquelles les géologues donneront le nom de " terrains aptiens ".

Puis ce bassin marin étant presque comblé, c'est dans des eaux peu profondes et agitées par les courants que vont se déposer, au dessus des argiles, des sables de couleur verte, c'est la glauconie, petits grains minéraux verts, qui leur confère leur couleur.

Se produit alors en Provence, aux alentours de -100 millions d'années, un bouleversement important.

Après cette longue période de la vie marine, à la suite de mouvements du sol, la Provence se retrouve hors de l'eau.

A cette époque, le climat y est tropical. Des pluies diluviennes lessivent les sables verts fraîchement émergés du nouveau continent, les transformant lentement en sables ocreux, puis en sables blancs, par étapes successives :

- dissolution, par les eaux de pluie qui circulent en profondeur, de tous les éléments constituant le sable vert, excepté le sable lui-même très résistant.

- cristallisation à partir de cette " solution " d'autres minéraux, kaolinite et goethite, qui remplissent les vides entre les grains de sable. C'est la naissance des sables ocreux.

- le lessivage qui se poursuit sur ces sables ocreux évacue l'hydroxyde de fer qui les colore. Ne restent en place que les sables blancs.

En surface, l'hydroxyde de fer se concentre pour former une cuirasse ferrugineuse semblable à celle des latérites africaines.

Quant à la couleur rouge, jaune ou orangée de ces sables ocrés, elle garde encore une partie de son secret.

Bien sûr, on connaît la principale responsable : la goethite, mais par quel mécanisme exact la nature a-t-elle abouti à une telle profusion (...) »





## SOURCES TECHNOLOGIQUES

Les bactéries sont de plus en plus utilisées dans les technologies propres, comme nous l'avons montré avec la production de biocarburants. Désormais, ce sont les routes elles-mêmes qui pourraient être réparées à moindre frais grâce à ces micro-organismes (***Cleantecnica***).<sup>19</sup>

Remettre en état des routes, ça coûte cher. Surtout en période de 'peak oil' ou le pétrole, matière première utilisée dans la production de bitume, voit son prix augmenter au pire, fluctuer de manière brutale au mieux. C'était sans compter une alternative « bio » à l'asphalte. La surface de la chaussée serait réalisée dans un sable de pierre grâce à une bactérie, et avec comme matière première du sable, beaucoup moins coûteux que les hydrocarbures.

L'innovation, portée par **Thomas Kosbau et Andrew Wetzler**, a même remporté un prix en Corée pour ce « design vert ». Le sable est mélangé à une solution comprenant la bactérie *Bacillus Pasteurii*, qui transforme le sable en un solide plus dur. Cette solution microbe-et-sable est alors vaporisée sur une route de sable pour la durcir et constituer ainsi une route en bio-sable.

Encore une fois dans les cleantech, le gain est tant économique qu'écologique. Pour construire une route, il faut sur le papier 320 barils de pétrole pour un kilomètre. Les prix de l'asphalte, fait de pétrole brut, ont augmenté de 222% de 2003 à 2008, l'utilisation du sable est donc un gain économique net. L'asphalte dégage également des émissions cancérigènes et est nuisible pour la peau et le système immunitaire. Mieux, des routes de couleur claire comme le sable demanderaient moins d'énergie (de la même manière que certains souhaitent peindre les montagnes en blanc) pour être illuminées la nuit. La chaleur dégagée par la circulation serait moindre de 3 degrés, réduisant à son tour d'autant les besoins en climatisation de la ville.

### DES BACTERIES POUR SOLIDIFIER LES ROUTES<sup>20</sup>

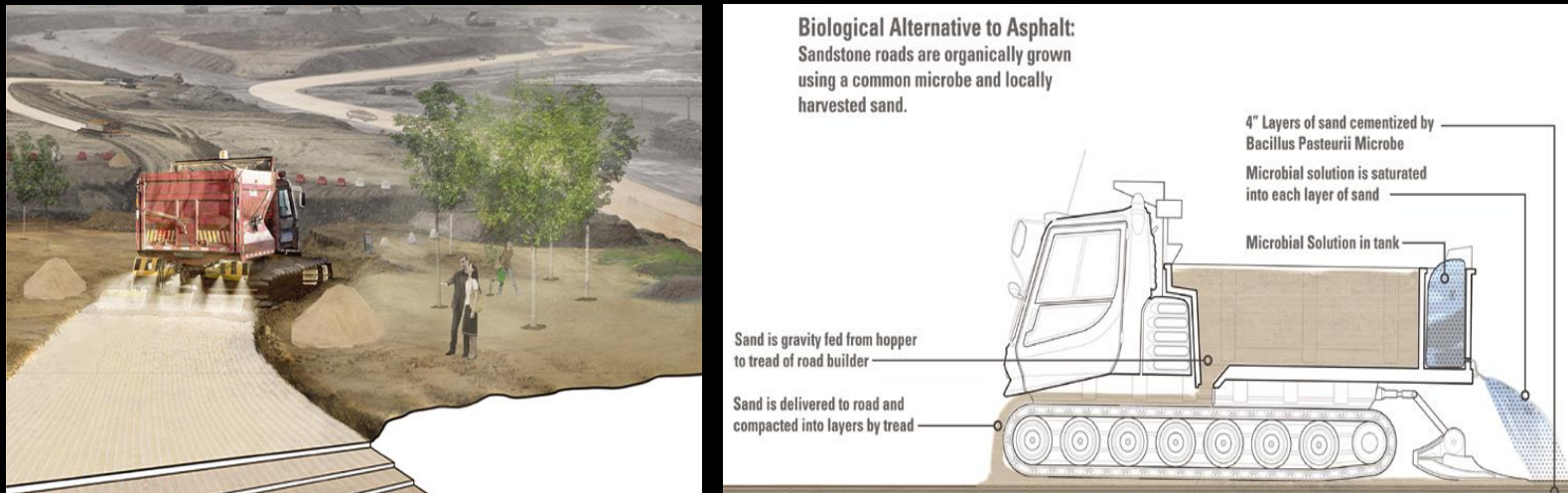
D'ici quelques années, les ingénieurs civils pourraient avoir recours à la biotechnologie pour allonger la durabilité des routes. Une équipe de Polytechnique Montréal testera cet été en laboratoire une route-pilote pour voir la viabilité de cette technologie.

*« L'idée est d'injecter dans le gravier et le sable qui forment l'assise d'une route des bactéries qui fabriquent des précipités de carbonate de calcium », explique **Benoît Courcelles, ingénieur civil à Polytechnique Montréal**, qui présentait jeudi l'un de ses projets de « **biocalcification** » au congrès de l'ACFAS. « Ces précipités forment des liens entre les particules de sable et de gravier qui résistent mieux à la pression des véhicules. Il y a moins de cisaillement et de rupture. »*

**À l'ACFAS**, M. Courcelles a présenté les résultats d'un essai réalisé cet hiver qui a confirmé que les précipités sécrétés par ces bactéries résistent au froid. « On s'est demandé ce qui se passerait avec les calcites si l'eau gèle et gonfle. On a vu qu'il y a rupture de certains ponts calcites, mais pas tous, parce que le sol devient plus



souple quand il y a moins de ponts calcites et que cette souplesse permet aux ponts calcites qui restent de résister aux variations de volume. » Les bactéries en question ont été développées par des microbiologistes, généralement australiens et néerlandais, voilà une quinzaine d'années. Quand on les met en présence de sel de calcium, ces bactéries fabriquent autour d'elles une petite pellicule de calcite pour se protéger. Au bout d'un à trois jours, elles meurent, parce qu'elles sont séparées de leurs nutriments par la pellicule de calcite. Le procédé consiste à un épandage de solution bactérienne, puis un autre épandage d'une solution de sel de calcium.



© 2016 ORE Design All Rights Reserved 588 Court Street Brooklyn, NY 11231718.616.9309 [info@oredesign.org](mailto:info@oredesign.org)

*(à suivre)*