



HAL
open science

Les parcs d'éoliennes, un objet de recherche de nature hybride

Louis-Michel Nourry, Marie-Pascale Corcuff, Gilles Guézo, Dominique Lamandé, Hervé Regnaud, Véronique van Tilbeurgh

► To cite this version:

Louis-Michel Nourry, Marie-Pascale Corcuff, Gilles Guézo, Dominique Lamandé, Hervé Regnaud, et al.. Les parcs d'éoliennes, un objet de recherche de nature hybride. [Rapport de recherche] AAP-2003-NOU, Ministère de la Culture et de la communication / Direction de l'architecture et de du Patrimoine / BRAUP; Institut national d'histoire de l'art (INHA); Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Bretagne. 2005. hal-02961722

HAL Id: hal-02961722

<https://hal.science/hal-02961722>

Submitted on 8 Oct 2020

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.

Ministère de la Culture et de la Communication
Direction de l'Architecture et du Patrimoine
Direction de l'Administration Générale
Délégation aux Arts Plastiques
Institut National d'Histoire de l'Art
Département des Etudes et de la Recherche

Art, Architecture et Paysages

Programme interdisciplinaire de recherche

**Les parcs d'éoliennes, un objet de recherche de nature
hybride**

Rapport de Recherche

Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Bretagne
Département-Recherche

Décembre 2005

SOMMAIRE

A FICHE SIGNALÉTIQUE..... 3

1. APPEL D'OFFRE « ART, ARCHITECTURE, PAYSAGES »	5
1.1 INTERROGER LA NATURE PLURIELLE DES PRODUCTIONS PLASTIQUES	5
1.2 RESUME	6
2. PRESENTATION DE L'EQUIPE DIPAU ET DES PARTENAIRES	7
2.1.EQUIPE ENSAB	7
2.2 COLLABORATIONS SCIENTIFIQUES	8
3. IDENTITE DES CHERCHEURS.....	9
4. VALORISATION DES TRAVAUX DE RECHERCHES	11

B .RAPPORT SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE 15

1. INTRODUCTION.....	17
1.1 DES TRAVAUX INTERDISCIPLINAIRES	17
1.2 METHODOLOGIE GLOBALE.....	19
2. LE VENT	21
2.1 LE VENT DANS LE PAYSAGE : UNE ANCIENNETE ET UNE CONSTRUCTION GEOLOGIQUE.....	21
2.2 LE VENT, GENERATEUR DE FORMES	43
2.3 DYNAMIQUE DES DUNES: EXPERIMENTATION ET OBSERVATION	55
2.4 VENT ET EOLIENNES EN REPRESENTATIONS	69
3. L'OBJET	101
3.1 L'OBJET TECHNIQUE	101
3.2 LES GRANDES EOLIENNES	103
3.3 LA QUESTION DES EOLIENNES PENDANT LE PREMIER CHOC PETROLIER: L'ETAT DES LIEUX PAR UN DE SES SPECIALISTES FRANÇAIS, LUCIEN ROMANI (1909-1990).	117
3.4 POUR OU CONTRE ? ÉOLIENNES ET MOBILISATIONS COLLECTIVES	125
4. LE PAYSAGE.....	157
4.1 OBJETS SINGULIERS ET EVENEMENTIELS	157
4.2 EOLIENNES ET PLAISIRS	184
4.3 ANALYSE DES FORMES DU PAYSAGE	209
4.4 DES EOLIENNES DANS LE PAYSAGE	217

4.5 LA SENSIBILITE A L'EOLIENNE DES PAYSAGES DE LA COMMUNAUTE DE COMMUNES DE LA-HAYE-DU-PUITS	227
4.6 QUELQUES CARACTERISTIQUES VISUELLES DE L'OBJET EOLIEN	233
4.7 EOLIENNES ET FORME DE PAYSAGE	251
4.8 LIGNES DE CRETE ET EOLIENNES	263
4.9 A LA RECHERCHE DU PAYSAGE EOLIEN	277
4.10 ETUDE DE L'IMPACT PAYSAGER D'UN PARC EOLIEN A PLOUGUIN, FINISTERE	291

C RESULTATS OBTENUS 309

PREVISIONS..... 309

3.1 RESULTATS OBTENUS	311
3.2 PREVISIONS.....	315

D BIBLIOGRAPHIE 317

Volume 2 : ANNEXES

Ministère de la Culture et de la Communication

L'Appel d'offre « Art, Architecture, Paysages »

Programme international de recherche

2007-2008

FICHE SIGNALÉTIQUE

Le présent appel d'offre est présenté par l'Agence internationale de la recherche en art et en architecture.

Les projets d'offres, au sujet de recherches de qualité, sont invités.

Le présent appel d'offre est présenté par le Ministère de la Culture et de la Communication, en collaboration avec l'Agence internationale de la recherche en art et en architecture, au sujet de la performance de l'habitat mondial d'aujourd'hui et de demain, pour la recherche en art, en architecture et en paysage.

Le présent appel d'offre est présenté par le Ministère de la Culture et de la Communication, en collaboration avec l'Agence internationale de la recherche en art et en architecture, au sujet de la performance de l'habitat mondial d'aujourd'hui et de demain, pour la recherche en art, en architecture et en paysage.

Le présent appel d'offre est présenté par le Ministère de la Culture et de la Communication, en collaboration avec l'Agence internationale de la recherche en art et en architecture, au sujet de la performance de l'habitat mondial d'aujourd'hui et de demain, pour la recherche en art, en architecture et en paysage.

1.1. L'ANALYSE DES DONNÉES DE LA	227
1.2. L'ANALYSE DES DONNÉES DE LA	233
1.3. L'ANALYSE DES DONNÉES DE LA	241
1.4. L'ANALYSE DES DONNÉES DE LA	251
1.5. L'ANALYSE DES DONNÉES DE LA	261
1.6. L'ANALYSE DES DONNÉES DE LA	271

2. RESULTATS OBTENUS	309
----------------------	-----

PREVISIONS	309
------------	-----

11. RESULTATS OBTENUS	311
12. PREVISIONS	311

13. BIBLIOGRAPHIE	311
-------------------	-----

FICHE SIGNALÉTIQUE	311
--------------------	-----

Ministère de la Culture et de la Communication

1 . Appel d'offre « Art, Architecture, Paysages »

Programme interdisciplinaire de recherche

Années 2003-2005

1.1 Interroger la nature plurielle des productions plastiques

Le dossier d'appel d'offre présenté par l'équipe de l'Ecole d'Architecture de Bretagne :

« Les parcs d'éoliennes, un objet de recherche de nature hybride ».

Au sein du ministère de la Culture et de la Communication, la direction de l'Architecture et du Patrimoine, la délégation aux Arts plastiques et la direction de l'Administration générale se sont associées, avec la participation de l'Institut national d'histoire de l'art, pour la mise en œuvre du programme interdisciplinaire de recherche « Art, architecture et paysages ».

Ce programme interdisciplinaire de recherche se propose « d'interroger la nature plurielle des productions plastiques qui, au quotidien, participent des transformations de l'espace sensible, du cadre de vie et de la culture matérielle des sociétés contemporaines ». Le comité de pilotage du programme souligne dans l'exposé de la problématique la nécessité de « conjuguer tout à la fois les cultures de l'espace, la manipulation des échelles, le sens de la forme, les processus de projet et la construction des catégories esthétiques ». Un des objectifs fortement revendiqué est de favoriser, dans un cadre interdisciplinaire, la mise en œuvre structurelle des compétences, des thématiques et des partenariats scientifiques.

L'équipe a présenté un rapport soumis à expertise à « mi-parcours » en décembre 2004

1.2 Résumé

Les éoliennes sont certes des objets techniques, mais leur conception ne peut s'appuyer uniquement sur ces considérations, l'objet relève aussi de l'architecture, de l'art et du paysage en tant qu'activités de projet. Elles relèvent de l'**architecture**, c'est-à-dire du dessin d'objets, certes efficaces, mais aussi pertinents et attractifs d'un point de vue spatial. Les "parcs" d'éoliennes forment des espaces publics totalement originaux, spécifiques, dont nous nous efforçons de montrer les caractéristiques et de développer l'intérêt comme objet d'étude. Ils contribuent fortement à la transformation du **paysage**, et constituent en eux-mêmes un paysage. Portant sur la transformation du territoire dans le cadre de la politique de l'espace, ce thème est en même temps une réelle opportunité de traiter de la question du vent, de la notion de forme, qu'elle tend à reconsidérer à la lumière des nouveaux concepts de la géométrie fractale, des automates cellulaires et des grammaires de formes. Cette recherche fondamentale conduit à élaborer des outils d'analyse, de simulation et de génération des formes.

La conception de parcs d'éoliennes, et il s'agit là d'une problématique originale, doit être pour nous l'occasion de valoriser cette création d'objets et d'espaces inédits, et la transformation du paysage qui en résulte, en exploitant leur potentialité d'être des événements visuels, sonores... qui relèvent de l'**intervention artistique**. Les éoliennes sont donc pour nous des productions plastiques de nature plurielle telle que l'expose la problématique du présent appel d'offres.

Les éoliennes participent pleinement de la question contemporaine de recherche de sources d'énergie "propres", renouvelables, disponibles presque partout, voire gratuites. Elles s'inscrivent dans **une demande sociale** de plus en plus liée à l'écologie, à l'environnement et au développement durable, même si paradoxalement elles ne sont pas toujours bien acceptées. L'attitude du public, que nous étudions, semble en première analyse assez composite: il y a un rejet de l'aspect esthétique des éoliennes, et une peur des nuisances sonores, mais aussi une indéniable curiosité qui peut aller jusqu'à la fascination. Elles reposent, avec des paramètres nouveaux, la question vitale de l'insertion et de l'acceptation des équipements techniques dans le paysage. Après les moulins, les barrages ou autres ouvrages d'art, elles participent aussi à une reconfiguration du territoire qui tend vers une décentralisation, vers une revalorisation du local par rapport au global, des réseaux de type "rhizome" par rapport aux schémas arborescents hiérarchisés. Il semble donc important d'aborder ce type de problématique à l'aube du XXI^{ème} siècle si l'on veut non seulement accompagner la transformation de la culture matérielle de notre société, mais agir sur cette évolution spatiale dès l'apparition de nouvelles modalités de pratique du territoire.

2. Présentation de l'équipe DIPAU et des partenaires

Directeur scientifique : Louis-Michel Nourry
lm.nourry@rennes.archi.fr

Adresse postale : Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Bretagne
44, bd de Chézy – CS 16427
35064 Rennes cedex
Téléphone : 0299296825

Secrétariat : Marie-Françoise Barraud
téléphone : 0299296813
mariefrancoise.barraud@rennes.archi.fr

2.1. Equipe ENSAB

Enseignants : **Corcuff, Marie-Pascale** mp.corcuff@rennes.archi.fr, architecte DPLG, DEA « Arts », maître-assistante, doctorante ENSAB/Université Rennes2.
Guézo, Gilles, gilles.guezo@wanadoo.fr, ingénieur Ecole polytechnique, architecte DPLG, maître-assistant, chargé de cours à l'INSA Rennes, doctorant ENSAB/Université Rennes 2.
Lamandé, Dominique, dominique.lamande@tiscali.fr, plasticien, maître-assistant, ENSABordeaux
Nourry, Louis-Michel, lm.nourry@rennes.archi.fr, professeur HDR Histoire, conseiller scientifique (chaire paysage - UNESCO).

Attachés de recherche :

Bodiguel, Anne, a.bodiguel@hotmail.com, architecte DPLG (ENSAB)
Bouilly, Gaëlle, gaelle@clic-event.com, architecte DPLG (ENSAB)
Génot, Elise, elise-genot@yahoo.fr, ingénieur, paysagiste, (INH)
Le Corre, Florent, florentlecorre@orange.fr, architecte DPLG (ENSAB)
Pereira, Odette, pereiraodette@yahoo.fr, paysagiste (IHA- Chaumont)
Sterkendries, Annick, a.sterkendries@free.fr, artiste plasticienne
Ritzenthaler, Sébastien, seb.archi@laposte.net, architecte DPLG (ENSAB)

Doctorante : **Jihen Jallouli**, jihen.jallouli@cerma.archi.fr, architecte (Tunis), DEA Ambiances architecturales et urbaines – doctorante ENSAB/CERMA UMR CNRS MCC 1536 - ENSA Nantes (juin 2004)

2.2 Collaborations scientifiques

- France : Laboratoire COSTEL, UMR 6554 CNRS – Université Rennes 2
Enseignant-chercheur : **Hervé Regnauld**, hervé.regnauld@uhb.fr, professeur
- UFR Sciences Sociales, département de sociologie, **Véronique Van Tilbeurgh**, veronique.vantilbeurgh@uhb.fr, maîtresse de conférence, sociologie de l'Environnement.
- Laboratoire du Département Paysage, UMR CRNS, INH Angers
Enseignants-chercheurs : **Jean Duchesne**, jean.duchesne@inh.fr, professeur, directeur du Département
Recherche ; **Fabienne Joliet**, fabienne.joliet@inh.fr, maître de conférence
- Etranger : Laboratoire Hexagram Institute for Research and Creation in Media Arts and Technology, UQAM Montreal- Enseignant-chercheur : **Nicolas Reeves**, reeves.nicolas@uqam.ca, directeur du laboratoire .

3. Identité des chercheurs

Marie-Pascale Corcuff

Architecte DPLG, DEA Arts

Maître-assistant 1^{ère} classe à l'ENSAB

Chercheur à DIPAU (ENSAB)

Doctorante en géographie (laboratoire COSTEL, UMR LETG 6554 université Rennes 2) sous la direction d'Hervé Regnauld (Université Rennes 2) et de Louis-Michel Nourry (ENSAB)

- Travaux/appel d'offres:

"Le vent dans le paysage : une ancienneté et une construction géologique" (coll.

H.Regnauld)

« Le vent, générateur de formes »

« Lignes de crête et éoliennes »

Gilles Guézo

Ancien élève de l'Ecole Polytechnique (promotion 1972) –

Architecte DPLG (U.P.6, Paris: décembre 1980)

Maître Assistant 1^{ère} Classe à l'ENSAB

Chercheur à DIPAU (ENSAB)

Enseignant (vacataire) à l'Institut National des Sciences Appliquées (INSA)

Doctorant (octobre 2004), sujet de la thèse : "Les ponts routiers métalliques sur les estuaires bretons entre 1830 et 1930". Directeur de thèse Jean-Yves Andrieux, Professeur à l'UHB-RENNES 2, co-directeur Louis-Michel Nourry, professeur ENSAB

- Travaux /appel d'offres :

« La question des éoliennes pendant le premier choc pétrolier : l'état des lieux par un de ses spécialistes français, Lucien Romani (1909-1990).

« Les grandes éoliennes : des machines technologiques d'implantation rurale ; la genèse d'une forme ».

Dominique Lamandé

Plasticien, Diplôme National Supérieur d'Expression Plastique (D.N.S.E.P.)

Maître-assistant ENSA Bordeaux

Travaux/appel d'offres :

« Objets Singuliers et évènements »

Louis-Michel Nourry

Professeur HDR d'histoire (paysage, parcs et jardins)

Directeur du Département-Recherche ENSAB

Conseiller scientifique UNESCO (chaire paysage)

- Travaux/appel d'offres :

Suivi scientifique des travaux de l'appel d'offres

Conception du rendu

« Identification des formes naturelles du paysage : des archétypes culturels du paysage à l'analyse des formes »

« Des éoliennes dans le paysage » (en coll.)

« Les paysages de la communauté de communes de La-Haye-du-Puits » (en coll.)

« Les parcs d'éoliennes et la conscience de paysage » (annexe, document 2)

Hervé Regnauld

Professeur de Géographie Physique (Université de Rennes 2)

Laboratoire COSTEL, UMR 6554 LET – CNRS et IFR CAREN

- Travaux/appeal d'offres :

« Le vent dans le paysage : une ancienneté et une construction géologique » (en coll. M.P. Corcuff)

Véronique Van Tilbeurgh

Maîtresse de conférences en sociologie (Université de Rennes 2)

Membre associé du laboratoire COSTEL CNRS-UMR LETG 6554,

Université de Rennes 2 (statut en cours de modification)

- Travaux / appeal d'offres :

« Vent et éoliennes en représentations »

« Pour ou contre ? éoliennes et mobilisations collectives »

« A la recherche du paysage éolien »

Attachés de recherche

Carlos de Andrés-Ruiz

Docteur en géographie, E.A. Barcelone

Travaux/appeal d'offres

« Méthodologie de recherche »

« Impact sur l'environnement des parcs d'éoliennes : Sierra de la Cabrera »

Anne Bodiguel

Architecte DPLG, diplômée de l'ENSA de Bretagne

- Travaux/appeal d'offres

Etudes de sites et prises de vue (Pays-Bas)

Gaëlle Bouilly

Architecte DPLG, diplômée de l'ENSA de Bretagne - Scénographe

- Travaux/appeal d'offres

« Eolienne et forme du paysage »

Elise Génot

Ingénieur paysagiste, diplômée INH Angers

- Travaux/appeal d'offre

« Quelques caractéristiques visuelles de l'objet éolienne »

« Les paysages de la Communauté de Communes de La-Haye-du-Puits »

« Carte et méthode de détermination des espaces de perception visuelle : PNR du Haut-Languedoc »

Florent Le Corre

Architecte DPLD, diplômé de l'ENSA de Bretagne

-Travaux/appeal d'offres

« Dynamique des dunes : expérimentation et observation »

Sébastien Ritzenthaler

Architecte DPLD, diplômé de l'ENSA de Bretagne

- Travaux/appeal d'offres

Suivi informatique

Annick Sterkendries

Artiste plasticienne

- Travaux/appeal d'offres

« Eoliennes et plaisirs »

4. Valorisation des travaux de recherches

Colloques (avec communication)

Corcuff Marie-Pascale, Ffractarq (First International Conference on Fractal Foundations for 21st Century Architecture and Environmental Design) 25-27 mars 2004 Madrid
Poster, communication orale de 10 mn (en anglais), article publié dans les actes (10000 caractères, en anglais): "Process of form"

Corcuff Marie-Pascale, Géopoint 2004 1^{er} et 2 juin 2004 Université d'Avignon "La forme en géographie"
Communication orale de 5 mn en atelier (atelier 3/ L'instrumentation pour la reconnaissance et la construction des formes en géographie, de la carte à la morphologie mathématique); article (10000 caractères) sous presse: "Processus fractals d'analyse et de génération de formes; application à l'interprétation d'une photo aérienne"

Corcuff Marie-Pascale, Architectures, Urbanisme & Géométries "Des mesures pour l'homme, l'Homme dé-mesuré" 7 et 8 octobre 2004 Maubeuge
Conférence invitée de 30 mn; article (20000 caractères) à paraître: "Architecture et géométrie fractale"

Corcuff Marie-Pascale, Generative Art 2004 (7th International Conference) du 13 au 16 décembre 2004 Milan
Communication orale de 20 mn (en anglais); article (25000 caractères) publié dans les actes, disponible en ligne à <http://www.generativeart.com/>: "Architecture: space, form and order?"

Corcuff Marie-Pascale, Septièmes rencontres de Théoquant "Nouvelles approches en Géographie Théorique et Quantitative" du 26 au 28 janvier 2005 Besançon
Communication orale de 10 mn (avec vidéo-projecteur) en atelier; article en cosignature avec Hervé Regnauld (20000 caractères) envoyé, à paraître: "Automates cellulaires dynamiques et simulation de phénomènes directionnels; croissance et dispersion"

Corcuff Marie-Pascale, Generative Art 2005 (8th International Conference) du 15 au 17 décembre 2005 Milan
Communication orale de 20 mn (en anglais); article (25000 caractères) publié dans les actes, disponible en ligne à <http://www.generativeart.com/>: "Generativity and the question of space"

Equipe ENSAB et Partenaires, organisation de 2 séminaires sur les éoliennes : Bouin (85), 7 et 8 juin 2004 et Mur-de-Bretagne (22), 15 et 16 septembre 2005.

Guézo, Gilles, Colloque "Hangars à dirigeables ; histoire et réalités", 4 et 5 juin 2004 à Royan. Communication "concours acier 2000/2001 à l'école d'architecture de Bretagne".

Guézo, Gilles, Colloque "Architectures, urbanisme et géométries", 7 et 8 octobre 2004 à la cité des géométries à Maubeuge. Communication "géométrie et art de bâtir : entre forces et formes". Actes non parus à ce jour.

Nourry, Louis-Michel, - Colloque « Paysage et aménagement », DDE Orne, DDE Alençon, septembre 2002, communication « L'analyse du paysage », in publication ME-DDE, septembre 2002, 12 pages.

Nourry, Louis-Michel, Séminaire « Paysage », MCC-DAPA, Institut d'Histoire de l'Art, juin 2003, communication « La conscience de paysage », rapport dactylographié DAPA.

Nourry, Louis-Michel, Séminaire « Paysage », MCC-DAPA, Mission du paysage, Ecole d'Architecture de Bretagne, juin 2004, communication « L'idée de paysage », publication DAPA.

Nourry, Louis-Michel, Séminaire DIPAU, ENSAB, novembre 2004, communication « Les lois de la perception ».

Nourry, Louis-Michel, Journées UNESCO Environnement, Paris Tolbiac, décembre 2003, communication « Les éoliennes, des révélateurs de conscience de paysage ».

Nourry, Louis-Michel, Séminaire « Histoire des sensibilités », Institut de l'Histoire de l'Art, Paris IV, février 2005, communication « Le paysage a une histoire ».

Nourry, Louis-Michel, Séminaire « Enseigner le paysage », Conservatoire International des Parcs et Jardins et du paysage, Chaumont/Loire, juin 2005, communication « Identification des formes naturelles du paysage ».

Colloques sans communication

Corcuff, Marie-Pascale, Nourry, Louis-Michel, Colloque « Paysages d'Europe et de Méditerranée : les 3^{ème} rencontres euroméditerranéennes de VOLUBILIS, Avignon, 6-7 décembre 2002.

Corcuff, Marie-Pascale, Nourry, Louis-Michel, Colloque « Eoliennes, quels impacts environnementaux ? », Universités d'Angers, ADEME, 3 mai 2003.

Guézo, Gilles, Colloque "Histoire et Actualité des travaux aérodynamiques de Gustave Eiffel" (American Society of Mechanical Engineers), Paris, 27 octobre 2005. Sans communication

Nourry, Louis-Michel, Colloque « Energie-environnement, le développement de l'éolien », Université d'Artois, Béthune, 24 janvier 2004.

Publication d'un livre sur « Le vent »

Nous travaillons à la publication d'un livre sur la thématique du vent. Un comité de lecture se met en place. Les textes seront soumis au comité scientifique des Presse Universitaires de Rennes (contact Pierre Corbel, directeur). La publication est prévue à l'automne 2006.

Situation dépenses 2004-2005 (1er janvier 2004 au 1 décembre 2005)

Responsable : LM NOURRY

FONCTIONNEMENT				
Imputation budgétaire	Fournisseur	Objet	Date	Montant
1/ Dépenses engagées (commandes en cours)				
625	NOURRY	Déplact NOURRY à NANTES le 28/11/05	23-nov	85,00
606	BUREAU VALLEE	Consommables informatiques	28-nov	90,00
63/64	F.CORRE	Vacations	30-nov	430,00
Sous total Commande en cours				605,00
2/ Dépenses mandatées (factures reçues)				
606		Fournitures de bureau, pédagogiques, copies		690,49
618		Documentation		447,37
6256		Déplacements, missions		18255,22
6257		Réceptions		601,63
6288		Prestations diverses		4976,84
633		Charges sociales (TR et FNAL)		27,72
645		Charges sociales (URSSAF et Retraite)		495,59
646		Vacations		1498,2
Sous-total Dépenses mandatées				26993,06
Total Dépenses engagées (commandes + mandats)				27598,06

INVESTISSEMENT				
Imputation budgétaire	Fournisseur	Objet	Date	Montant
1/ Dépenses engagées (commandes en cours)				
Sous total Commande en cours				0,00
2/ Dépenses mandatées (factures reçues)				
Sous total Commande en cours				0
Total Dépenses engagées (commandes + mandats)				0

RECAPITULATIF		
RECHERCHE - Projet Eolienne - Situation dépenses 2004-2005		
	Fonctionnement	Investissement
Crédits ouverts	27000	0
Crédits engagés	27598,06	0
Solde	-598,06	0

Pour mémoire, les crédits alloués à l'ENSA Bretagne au titre du projet Eolienne s'élèvent à 45000 €.

1. *[Faint text]*
 2. *[Faint text]*
 3. *[Faint text]*

4. *[Faint text]*
 5. *[Faint text]*

<i>[Faint header 1]</i>	<i>[Faint header 2]</i>	<i>[Faint header 3]</i>
<i>[Faint data 1.1]</i>	<i>[Faint data 1.2]</i>	<i>[Faint data 1.3]</i>
<i>[Faint data 2.1]</i>	<i>[Faint data 2.2]</i>	<i>[Faint data 2.3]</i>
<i>[Faint data 3.1]</i>	<i>[Faint data 3.2]</i>	<i>[Faint data 3.3]</i>
<i>[Faint data 4.1]</i>	<i>[Faint data 4.2]</i>	<i>[Faint data 4.3]</i>

<i>[Faint header 1]</i>	<i>[Faint header 2]</i>	<i>[Faint header 3]</i>
<i>[Faint data 1.1]</i>	<i>[Faint data 1.2]</i>	<i>[Faint data 1.3]</i>
<i>[Faint data 2.1]</i>	<i>[Faint data 2.2]</i>	<i>[Faint data 2.3]</i>
<i>[Faint data 3.1]</i>	<i>[Faint data 3.2]</i>	<i>[Faint data 3.3]</i>
<i>[Faint data 4.1]</i>	<i>[Faint data 4.2]</i>	<i>[Faint data 4.3]</i>

[Faint text]

[Faint text]

<i>[Faint header 1]</i>	<i>[Faint header 2]</i>	<i>[Faint header 3]</i>
<i>[Faint data 1.1]</i>	<i>[Faint data 1.2]</i>	<i>[Faint data 1.3]</i>
<i>[Faint data 2.1]</i>	<i>[Faint data 2.2]</i>	<i>[Faint data 2.3]</i>

[Faint text]

[Faint text]

<i>[Faint header 1]</i>	<i>[Faint header 2]</i>	<i>[Faint header 3]</i>
<i>[Faint data 1.1]</i>	<i>[Faint data 1.2]</i>	<i>[Faint data 1.3]</i>
<i>[Faint data 2.1]</i>	<i>[Faint data 2.2]</i>	<i>[Faint data 2.3]</i>

[Faint text]

[Faint text]

RAPPORT SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

RAPPORT SCIENTIFIQUE
ET TECHNIQUE

1.

1.

La
dét
rec
con
évi
le t
de
dé
pro

H
arc
co
en
élé
plu
co
ve
mo
ré
mo
Da
l'c
pe
(q
l'i

Ji
ré
tr
pa
du
«

G
sé
si
l'
p
d

1. Introduction

1.1 Des travaux interdisciplinaires

La problématique des champs d'éoliennes se situe au croisement des faits de sociétés, des débats scientifiques, de la recherche et de la politique de l'espace. Pourquoi ce thème de recherche est-il d'actualité ? Quelle en est la pertinence par rapport aux diverses disciplines concernées dans cette étude ? Quels enjeux l'objectif de ce travail essaie-t-il de mettre en évidence ? En fait, si la problématique des éoliennes constitue un sujet de recherches reconnu, le traitement de l'objet sous l'angle multidisciplinaire permet de mesurer la nature des enjeux, de comprendre les objectifs que les éoliennes cristallisent dans les projets de territoire et de développement. Dans cet esprit de travail interdisciplinaire, des enseignants-chercheurs, des professionnels, des artistes, des doctorants ont croisé leurs travaux de recherche.

Hervé Regnaud, professeur de l'université en géographie et **Marie-Pascale Corcuff**, architecte-informaticienne, maître-assistante à l'ENSAB, montrent comment le vent a contribué à la construction géologique ; le vent existe depuis aussi longtemps que le climat : il en partage l'histoire, faite de changements lents et d'évènements rapides. Il est donc un élément qui doit être appréhendé à l'échelle géologique du temps car il participe, en déposant plusieurs mètres d'épaisseur de sédiment à la construction de l'épaisseur du paysage. Il contrôle aussi le bilan sédimentaire actuel. **Marie-Pascale Corcuff** développe l'idée que le vent est ici considéré comme la cause d'un mouvement aléatoire directionnel dans trois modèles d'automates cellulaires dynamiques : modèles d'agrégation, de dispersion et de réarrangement. Le choix d'une direction privilégiée dans l'errance des cellules induit des modifications plus ou moins importantes sur les formes générées par ces modèles. Dans une autre étude "Lignes de crête et éoliennes", Marie-Pascale Corcuff souligne que l'observation d'un certain nombre de parcs d'éoliennes a mis en évidence l'importance de la perception des lignes de crête dans le paysage. L'article pose la question des lignes de crête (qui dépendent du relief, mais aussi du spectateur) à partir d'un relief fractal, et examine l'interaction de diverses implantations d'éoliennes avec ces lignes de crête.

Jihen Jallouli, doctorante, a inscrit son sujet de thèse dans la continuité de son DEA (« La réalité virtuelle comme outil de caractérisation des effets solaires dans l'espace urbain »). Ses travaux de recherche portent sur « La réalité virtuelle comme outil d'étude perspective du paysage éolien ». Sa communication traduit la nécessité d'étudier les différentes perceptions du parc éolien ; elle participe à l'étude sociologique pour caractériser le discours social d'un « paysage éolien » et les confronter.

Gilles Guézo, ingénieur polytechnicien, architecte, traite des grandes éoliennes dans une de ses études ; il développe l'idée que depuis leur fabrication industrielle au milieu du XIX^e siècle, les moulins à vent à axe horizontal ont croisé l'histoire de l'électricité, emprunté à l'aventure de l'aviation à hélices, profité des progrès de l'aérodynamique, retenu l'attention pendant les crises énergétiques et grandi avec l'arrivée des matériaux composites, pour devenir les grandes éoliennes d'aujourd'hui.

Dans une autre étude, Gilles Guézo nous fait connaître Lucien Romani, scientifique autodidacte dont les travaux reconnus ont contribué au développement des grandes éoliennes avec un prototype qui a atteint la puissance de 1 MW en 1959.

Les travaux d'**Annick Sterkendries**, artiste plasticienne et **Dominique Lamandé**, plasticien, maître-assistant à l'ENSA de Bordeaux, ont répondu à la demande d'ouverture artistique des productions architecturales et paysagères énoncées dans la problématique de l'appel d'offre. En situant leurs travaux au niveau des manipulations concrètes des formes et de l'espace, ces artistes suggèrent un regard extérieur décalé, une analyse décentrée, une autre lecture de la problématique des éoliennes.. Leur sensibilité propre permet une approche originale et créatrice sur le sujet et son environnement : travail sur les matériaux, les textures, la lumière, les effets visuels...

Dominique Lamandé montre que les éoliennes ont trouvé progressivement une forme et une couleur qui les banalisent. Cette esthétique vise à les rendre le plus discret possible pour qu'elles se fondent dans leur environnement. Le propos est donc de questionner ces deux éléments, impact visuel et forme, pour que la lisibilité des éoliennes devienne dans un lieu, un événement, un spectacle diurne, nocturne. L'autre approche propose un autre mode de transformation de la force du vent en électricité.

Annick Sterkendries traite de l'éolienne comme « symbole de l'impertinence et de la fuite ». Elle montre par des photos et des montages comment elle ressent le paysage et quelles émotions il génère. En proposant un dialogue avec les agriculteurs, « paysagistes des campagnes », elle provoque un nouveau regard sur les objets d'éoliennes, évocateurs du vent, du temps, du mouvement.

Les travaux de **Véronique Van Tilbeurgh**, maîtresse de conférences en sociologie à l'Université de Rennes 2, reflètent la double approche de l'articulation entre des formes de connaissance et/ou la construction d'un espace de négociation. La première contribution, « Vent et éoliennes en représentations », décrit les différentes représentations du vent et de l'énergie éolienne dans des documents mobilisés dans le débat public sur les avantages et inconvénients de cette énergie. Le second texte proposé, « Pour ou contre ? Eoliennes et mobilisations collectives », montre le processus d'intégration sociale des éoliennes au sein d'une collective locale en s'attachant à décrire les dynamiques de l'espace de négociation entourant le projet éolien. Enfin, la troisième contribution, « À la recherche du paysage éolien », propose une confrontation des représentations du paysage éolien autour d'un site particulier.

La question du paysage étant au centre de la problématique, **Louis-Michel Nourry**, historien du paysage et de l'art des jardins, analyse de quelle manière le paysage est approché dans les actions de développement. Les parcs d'éoliennes ont été de formidables révélateurs de conscience de paysage ; les projets d'implantation contribuent à la diffusion de certaines représentations avec une incidence sur les rapports sociaux qu'il convient de mesurer dans des divers espaces. La démarche repose d'abord sur une phase exploratoire et d'investigation en diversifiant les lieux d'études : Languedoc-Roussillon, Bretagne, Normandie et, à l'étranger, Catalogne et région de Valence. Ces études de cas permettent d'émettre des hypothèses et de poser des problèmes épistémologiques spécifiques. Ces travaux conduisent ensuite à élaborer des documents de références sur le développement éolien et à participer à la présentation de méthodes et d'outils d'analyse pour toute action de politique de l'espace.

Les acteurs de ce rapport de recherche se sont entourés de compétences qui ont contribué à assurer le caractère scientifique revendiqué pour l'ensemble de ces travaux : **Odette Pereira**, plasticienne- paysagiste, a mis ses connaissances du Finistère et sa culture pluridisciplinaire au service d'enquête de communications. **Gaëlle Bouilly**, architecte et scénographe, traite de l'éolienne dans son horizontalité et sa verticalité ; elle montre le rapport entre « Eolienne et forme de paysage » à partir de représentations qui se traduisent par le phénomène d'« accroissement de l'espace paysage ». **Elise Génot**, ingénieur paysagiste INH, a travaillé sur les projets d'implantation dans le département de la Manche en appliquant la méthode d'analyse paysagère présentée dans ce rapport. **Carlos de Andres-Ruiz**, docteur en géographie (EA Barcelone) a participé à des études d'impact en Espagne . L'étude de **Florent Le Corre**, architecte, porte les dunes comme typologie de territoire particulière, provenant de l'énergie éolienne . Son travail vise à acquérir une première perception de la dynamique des dunes, non pour en comprendre les causes, mais pour en apercevoir les interactions. Cette perception est un préalable à la pratique architecturale dans un territoire en mouvances. **Sébastien Ritzenthaler**, par sa formation d'architecte et sa maîtrise de l'outil informatique, a suivi nos travaux dans leur présentation.

Pour croiser les compétences, échanger les états de travaux et redéfinir les objectifs, les acteurs de cette recherche se sont rencontrés régulièrement pendant ces deux années à l'ENSAB et dans deux séminaires organisés sur des lieux d'implantation d'éoliennes, à Bouin (7-8 juin 2005) et Mur-de-Bretagne (15-16 septembre 2005).

1.2 Méthodologie globale

Approcher le sujet des éoliennes dans la multidisciplinarité a rendu nécessaire une étude **des problèmes épistémologiques**¹. Une fois admise la problématique des éoliennes comme construction sociale et enjeu de la politique de développement durable, au sens large du terme, il nous a fallu rendre compte de la situation vécue sur les sites existants et les projets en cours : **Les éoliennes appréhendées à partir de l'objet** (art, génie civil...) ; les éoliennes appréhendées **à partir d'un des thèmes de recherche** (les représentations sociales du paysage, l'analyse paysagère...) dont la formalisation a été rendue possible par l'enquête sur le terrain, la lecture de la presse... . Le sujet a aussi été appréhendé **à partir du projet**, c'est-à-dire à partir de l'émergence dans la construction d'actions d'implantations, négociée collectivement, par des acteurs identifiés. Cette dimension a permis de faire le lien entre expressions des désirs (paysage), symboliques (vent) et matérialité . Ces approches, qui revendiquent la compréhension de la thématique énoncée, prétendent conduire à « l'ébauche de nouveaux outils d'analyse ». Les deux années de travaux de recherches constituent en ce sens une période nécessaire pour introduire cette problématique, mais insuffisante pour aboutir à la création accomplie de nouveaux outils.

¹ Cf. Dossier d'appel d'offres « Art, architecture, paysages », Equipe de recherche ENSAB, novembre 2003

Le premier de ces aspects est celui de la structure de la langue. On observe que les mots sont souvent regroupés en phrases courtes et simples, ce qui facilite la compréhension pour le lecteur. De plus, l'usage de la langue est très précis et technique, ce qui est caractéristique de ce type de document. Les termes utilisés sont souvent des termes techniques ou scientifiques, ce qui indique que le document est destiné à un public spécialisé. Enfin, on remarque que le style est très sobre et fonctionnel, sans fioritures ni éléments décoratifs. Cela contribue à la clarté et à la précision du message.

Le deuxième aspect concerne le contenu du document. Il s'agit d'un document technique ou scientifique, qui traite de sujets complexes et spécialisés. Le contenu est très détaillé et précis, ce qui est attendu pour ce type de document. Les informations sont présentées de manière structurée et logique, ce qui facilite la navigation et la recherche d'informations. De plus, on observe que le document est très complet et couvre un large éventail de sujets liés à son thème principal. Cela indique que le document est destiné à servir de référence pour les professionnels du domaine. Enfin, on remarque que le document est très bien organisé et que les informations sont facilement accessibles. Cela contribue à la qualité et à l'utilité du document.

En conclusion, ce document est un excellent exemple de la qualité et de la précision de la langue technique. Il est bien structuré, précis et complet, ce qui le rend très utile pour les professionnels du domaine. Les aspects de la langue et du contenu sont très bien maîtrisés, ce qui contribue à la clarté et à la précision du message.

2. Le vent

2.1 Le vent dans le paysage : une ancienneté et une construction géologique.

Herve Regnauld, Marie Pascale Corcuff

Avertissement : Dans les pages qui suivent le mot paysage est entendu dans une acception restreinte par rapport à son sens habituel. Ce texte ne traite pas du paysage dans une conception globale (telles que les définitions de Berque ou de Roger peuvent l'impliquer) mais s'intéresse à une part, à un fragment de ce qui fait un paysage, le vent. L'approche ici choisie est délibérément naturaliste et partielle.

Le littoral qui s'étend de St Malo à Cancale est intéressant à plusieurs titres : il est très fréquenté mais il est aménagé et protégé de telle façon que cette sur fréquentation ne le dégrade pas (trop). Il abrite des sites préhistoriques, il a une dynamique érosive localement forte mais un bilan sédimentaire positif ce qui entraîne une forte variabilité morphologique pour les profils de plage, mais met en péril la conservation de certains dépôts préhistoriques..... Il localise des espèces rares ou uniques en Bretagne...comme la mésange à moustache.

Il est aussi intéressant par les conditions climatiques (aérogiques en particulier) qui y règnent. Depuis près de 125 000 ans, en effet, ce paysage est grandement modelé par le vent et le vent est un facteur de sa construction. Il est un peu paradoxal de penser au vent, passager et mobile, comme à un "constructeur" mais c'est pourtant de cette façon qu'il faut l'appréhender si l'on veut comprendre le paysage actuel.

L'enjeu de cette contribution au contrat Eoliennes est de démontrer que le vent est un patrimoine ancien, historique, préhistorique, géologique et que le vent est un élément essentiel dans l'épaisseur chronologique du paysage. Toute réflexion contemporaine sur l'insertion d'objets éoliens dans le paysage actuel doit impérativement prendre en compte cette très longue durée et ne peut en aucun cas se réduire à un débat limité au seul temps présent.

Comment la longue durée géologique (de l'ordre de 125 000 ans) peut elle participer à l'explication des aspects actuels du paysage éolien ?

Cette démarche est née d'un souci très pragmatique. Après chaque tempête, marquée par des vents forts (au dessus de 20m/s), certaines portions du littoral reculent rapidement (on peut observer des reculs de 2m en 24 heures, Regnauld et al, 1992) et l'opinion publique s'émeut fortement. La servitude de passage sur le littoral recule vers l'intérieur, obligeant la DDE à tracer de nouveaux chemins. L'impact visuel est important. Mais en un certain sens l'effet spectaculaire de la tempête fonctionne un peu comme un arbre qui cache la forêt. Une étude précise du bilan sédimentaire des plages conduit, en effet, à la constatation d'un

paradoxe : plus ce littoral change, au cours de chaque tempête, mieux il se porte, sédimentologiquement parlant. De ce point de vue la tempête est un élément qui, objectivement, fabrique du paysage, et pas un élément qui le détruit ! En même temps, plus certaines falaises reculent, plus l'information contenue dans la stratification des couches se perd. De ce point de vue là, la tempête détruit du patrimoine scientifique.

Cette contribution est donc construite en fonction de cet objectif (faire percevoir le vent comme un constructeur de paysage) et de ce constat (il est vécu comme un destructeur de littoral). Elle présente d'abord quelques informations sur la façon dont on appréhende un fonctionnement sédimentaire en explicitant la notion de cellule sédimentaire. Elle l'applique ensuite à la plage du Verger.

Elle expose ensuite des informations sur l'histoire des conditions climatiques, telles que l'on peut les reconstituer à partir de données obtenues par forages, par datations C 14 et OSL. L'exemple terrain est pris dans la coupe de l'Anse Du Guesclin.

Dans une dernière partie elle expose les caractéristiques actuelles du gisement éolien local, et décrit les grandes lignes de son évolution dans le contexte du changement global.

Les contenus scientifiques utilisés ici sont tirés de la bibliographie. Les sites étudiés sont présentés sur la figure 1.

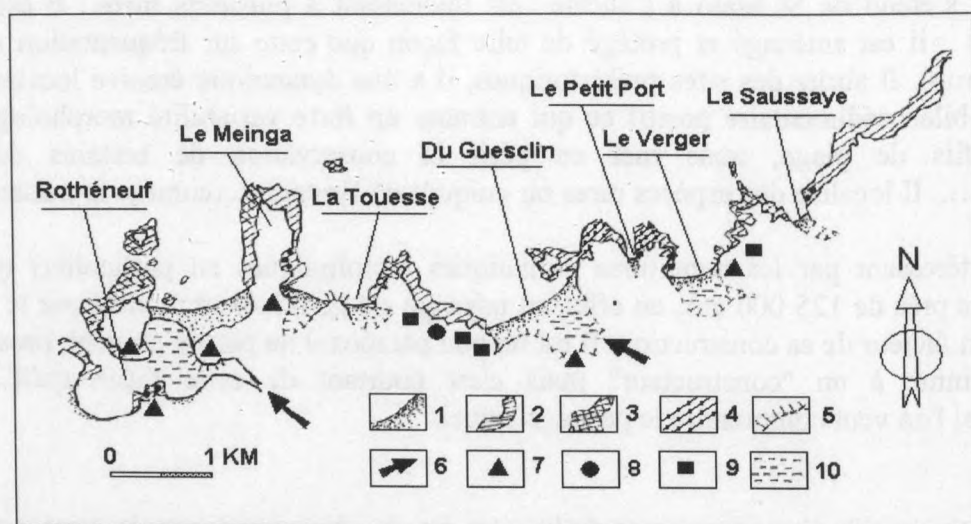


Figure 1 : Présentation des sites

1 : plages et dunes; 2 : Plate forme d'abrasion actuelle, dans les migmatites, étendue sous la zone intertidale; 3 : plate-forme à écueils ; 4 : plate forme d'abrasion surélevée; 5 : falaise dans le matériel périglaciaire; 6 : apport grossiers par ravins lors de grosses pluies ; 7 : principales coupes; 8 : coupes fossilisant une plate forme surélevée; 9 : site préhistorique; 10 : marais.

1) Le littoral ne s'adapte au niveau marin changeant que s'il y subit des tempêtes et des vents forts.

Le littoral est un milieu physique en 3D. Le vent, le niveau marin... agissent sur lui en déplaçant du matériel de l'estran vers la dune, soit dans les deux dimensions que l'on peut modéliser en coupe, avec en Y l'altitude et en X la distance espace infra tidal espace dunaire. Le vent et la mer agissent également en transférant latéralement du matériel, par la dérive littorale, mouvement modélisable en 2D avec en X une longitude et en Y une latitude. Ces deux actions du vent et de la mer sont étudiées successivement dans deux sous parties.

1-1) Niveau marin et vents : un littoral mobile en altitude

Actuellement en Bretagne le niveau marin monte de 1mm/an, en moyenne. En France le zéro des cartes marines (dit zéro hydro) est réputé être au niveau de la plus basse marée basse théorique. Le zéro des cartes terrestres (IGN) est le niveau moyen de la mer à Marseille. A St Malo l'écart entre les deux zéros est de 7,5m. Ces bases de références sont susceptibles de changer. Ainsi, entre le 31 12 1995 et le 1 1 1996, le zéro hydrographique a été remonté de 0,5m à Brest, descendu de 0,4m à St Nazaire, par le « Service Hydrographique et Océanographique de la Marine » pour s'adapter aux changements morphologiques (sur le fond) et climatiques (sur le niveau marin) survenus depuis plus d'un siècle.

Comment le littoral « répond-il » à la remontée du niveau marin ? Il est évident qu'il répond de plusieurs façons, suivant ses caractéristiques propres, et en fonction de la vitesse et de la régularité de la remontée. Dans le site du Verger le mode de réponse est assez bien connu. Considérons le site comme un plan incliné rocheux, sur le quel repose un prisme sableux

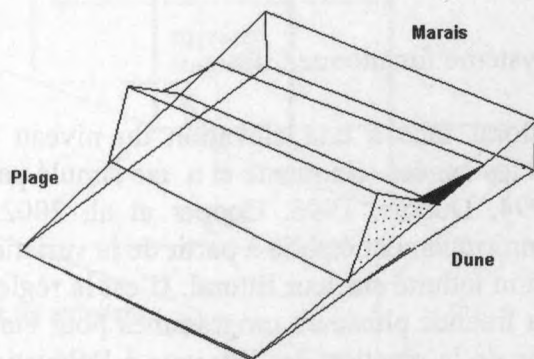


Figure 2 : Composantes élémentaires d'un site

Lorsque le niveau marin monte, le prisme sédimentaire remonte le long du plan incliné et le poli en même temps. En Bretagne on peut calculer que 1mm de niveau marin en plus fait, statistiquement, reculer de 10 à 15 mm le prisme sédimentaire (Regnauld, 1999). Néanmoins, comme toujours, le terrain est un petit peu plus complexe que la théorie.

Le glissement ne se fait pas sur une surface idéale mais sur un substrat marqué par des héritages, en particulier par les traces sédimentaires des niveaux marins plus bas. En reculant la dune passe par dessus le marais, dont elle repousse l'emplacement mais dont elle recouvre le sédiment, souvent tourbeux. Au fur et à mesure du temps la tourbe des marais anciens apparaît dans la face externe de la dune, ou sur l'estran.

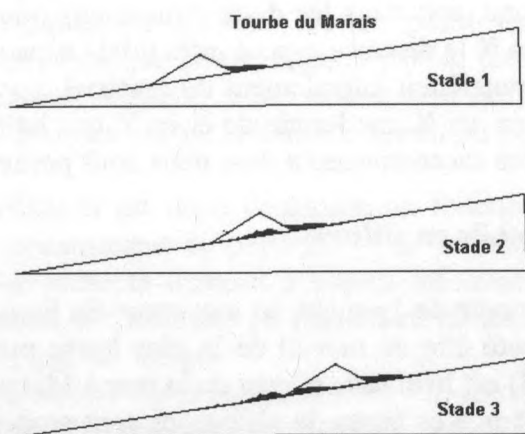


Figure 3 : Evolution du site avec niveau marin

Le croquis tente d'illustrer ce mécanisme. Dans l'Anse du Verger la tourbe d'estran est datée de ± 6000 BP tandis que le marais contient 8m d'épaisseur de sédiments datés de 10 000 à l'Actuel. On doit considérer, au vu de ces dates que le recul de la dune a recouvert un immense marais (qui originellement devait avoir une superficie triple de l'actuel), marais dont la topographie du fond est loin d'être un plan lisse.

A quelles conditions ce système fonctionne t il?

Le comportement du littoral face à une élévation du niveau marin a été étudié par de nombreux chercheurs dès les années cinquante et a été simulé par de très nombreux modèles (Cowell et al, 1992, 1994, Dubois, 1995, Cooper et al, 2002, 2004). Tous les modèles reposent sur une règle, empiriquement établie à partir de la variation de niveau des grands lacs américains et de la réaction induite sur leur littoral. C'est la règle dite de Bruun (voir annexe 1). L'union européenne a financé plusieurs programmes pour établir un état des lieux et une méthodologie pour l'étude de la réaction des littoraux à l'élévation. La dernière synthèse est publiée dans Smith et al, 2000.

Si l'on considère le continent comme un plan incliné intersecté par un plan horizontal (qui est la surface du plan d'eau) toute élévation de ce dernier se traduit par une migration latérale du littoral.

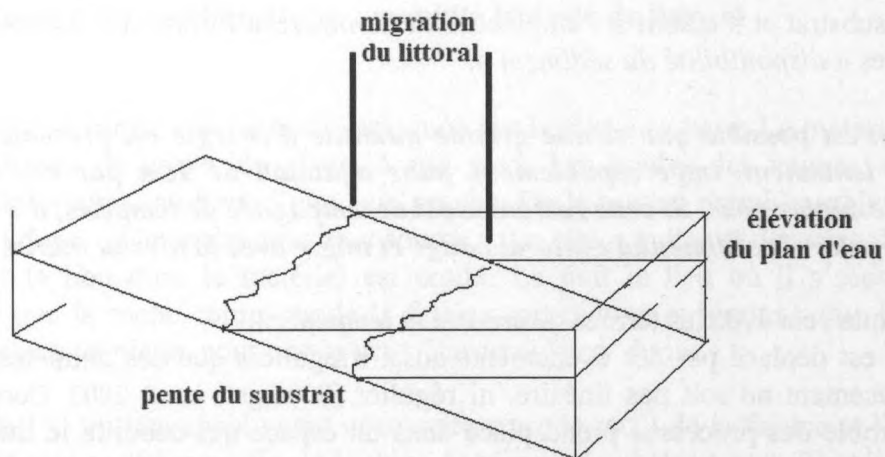


Figure 4 : Principaux paramètres contrôlant la mobilité du littoral en cas d'élévation du plan d'eau, d'après Bruun.

La migration est contrôlée par plusieurs facteurs, dont la vitesse d'élévation, et la pente du substrat sur laquelle elle porte. Il est évident que ce mécanisme simple, et exact, doit être complété par d'autres éléments, que la figure 5 présente.

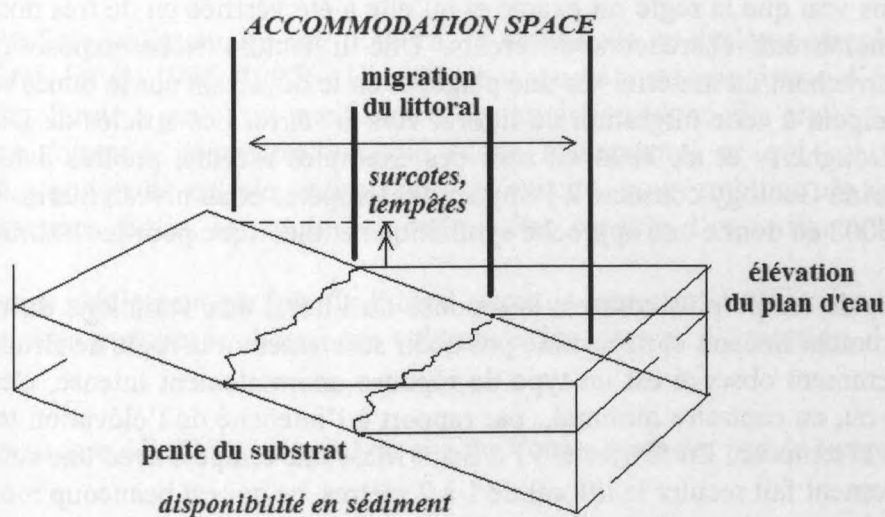


Figure 5 : Energie, espace et matériel sédimentaire nécessaires au fonctionnement de la règle de Bruun.

Pour qu'un littoral existe il faut que soit disponible du sédiment pour le construire. Il est exact que l'érosion marine actuelle arrache du matériel au continent et fabrique ainsi du sédiment, rendu ensuite disponible par les courants de dérive pour construire des plages, des dunes, des vasières... Il est aussi exact que l'âge du matériel des dunes (datés indirectement par le C14 ou directement par l'OSL) est souvent de plusieurs milliers d'années. En conséquence le littoral actuel est, en grande partie constitué, non pas par du matériel actuel mais par du matériel ancien ou fossile.

De ce fait la règle de Bruun pose un problème délicat : elle impose que ce ne soit pas seulement le contact plan d'eau/substrat qui migre, elle demande que ce soit la masse sédimentaire littorale toute entière qui se déplace. C'est l'ensemble plage dune qui doit

glisser sur le substrat et s'établir à l'emplacement du nouveau littoral. La figure indique cela avec les termes « *disponibilité du sédiment* ».

Ce transfert n'est possible que si une grande quantité d'énergie est présente. Si le plan d'eau monte lentement, imperceptiblement, sans agitation de 1cm par an, il ennoie le littoral et ne le déplace pas. Si cette remontée est accompagnée de tempêtes, d'évènements à haute énergie, alors le sédiment du littoral bouge et migre avec le niveau marin.

La figure indique cela avec les termes « *surcotes et tempêtes* ».

Si le matériel est déplacé par des évènements aussi irréguliers que des tempêtes, on conçoit que son déplacement ne soit pas linéaire, ni régulier (Southgate et al, 2003, Cooper et Pilkey 2004). L'ensemble des processus prend place dans un espace qui déborde le littoral, vers la terre comme au large et que l'on appelle « *accommodation space* ».

Le bon fonctionnement de la règle de Bruun inclut les tempêtes (ou du moins les périodes de mer agitée avec des houles, ou des vagues, brisant sur la plage) comme processus essentiel. Elle présuppose également une quantité de sédiment disponible.

Cette règle a été critiquée parce qu'elle est fondamentalement simple et qu'elle ne tient pas compte de toutes les particularités locales. Cette critique n'est pas sans fondement. Il n'en reste pas moins vrai que la règle est exacte et qu'elle a été vérifiée en de très nombreux lieux par de très nombreux chercheurs différents. Une littérature riche expose comment les tempêtes, en arrachant du matériel sur une plage, et en le déversant sur la dune, voire dernière la dune, participent à cette migration du littoral vers la terre. Les articles de Donnelly et al, 2004 ou de Dougherty et al, 2004 en sont des exemples récents, publiés dans un numéro spécial de Marine Geology consacré à l'impact des tempêtes et au niveau marin. Un article de Orford et al, 2002 en donne une approche synthétique et théorique pour les littoraux en galets.

A des échelles de temps plus courtes, la réponse du littoral aux variations du niveau marin n'est pas clairement linéaire et ne semble pas obéir strictement à la règle de Bruun. Ce qui est le plus fréquemment observé est un type de réponse anormalement intense, c'est-à-dire un recul exagéré ou, au contraire minimal, par rapport à l'intensité de l'élévation temporaire du niveau durant la tempête. En février 1991 à Saint Malo une tempête avec une surcote de 0,7 à 1,2 m a, localement fait reculer le littoral de 1 à 2 mètres, ce qui est beaucoup moins que ne le voudrait la règle, et beaucoup cependant du point de vue des gestionnaires de la côte.

Le comportement, au jour le jour, du littoral est marqué par une variabilité très forte, pas toujours explicable. Dans de nombreux cas, cependant, la variabilité peut – en partie – s'expliquer par la variabilité des houles incidentes, inégalement réfractées dans le temps au fur et à mesure que le plan d'eau varie avec la marée. En un sens la variabilité est liée au marnage, qui fait changer la profondeur, donc l'angle d'incidence des houles réfractées (Regnauld et al, 2004).

Il en résulte que la tempête qui – potentiellement - risque le plus de faire de dégâts est celle qui se déroule durant une marée de vives-eaux et au cours de la marée montante, même si la force du vent et l'amplitude des houles sont relativement peu intenses.

1-2) La notion de cellule sédimentaire : mobilité latérale du littoral

Une falaise est une forme sub verticale attaquée par la mer à sa base. Le matériel arraché se dépose sous forme de grève, de plage, à son pied. Les houles, les vagues, déplacent ce matériel et l'accumulent au fond d'une baie proche. De là le vent prend le sable en charge et l'accumule en dune. On repère un site « source », un site « puit » et des sites de « transit ». La source est le lieu d'où le matériel est érodé. Le puit le lieu où il s'accumule. Il est indispensable que la roche compacte de la falaise soit réduite en grains, que les vagues la déplacent de plage en plage pour que le vent l'accumule en dune.

Autrement dit il y a un lien absolument nécessaire entre le recul de la falaise et l'existence de la dune. Il faut que le sédiment fin de la dune 1) vienne de quelque part 2) soit fabriqué par une énergie capable de concasser la roche pour en faire des grains 3) soit déplacé par l'eau et le vent 4) soit -éventuellement- fixé par la végétation

C'est pour cet ensemble de raisons qu'il est très souvent erroné de parler de recul de la côte ou d'érosion. Par nature une falaise est une forme qui recule. Par nature une plage dans laquelle le matériel transite va être alternativement engraisée et amaigrie... Par nature une dune doit accumuler, donc bouger vers la terre.

La notion de cellule sédimentaire est, d'abord, le constat de ce système simple. Elle a été théorisée par Bray (et al, 1995, 1997). Une forme « source » est une forme d'érosion (donc elle recule). Une forme « puit » est une forme d'accumulation (donc elle croît). Une forme de transit est une forme à géométrie variable (donc changeante, ce qui est souvent une variabilité). La notion de cellule sédimentaire a, ensuite, pour ambition de quantifier ces transferts de matière. Enfin, la notion se voudrait être capable d'en indiquer le rythme, la chronologie.

Une connaissance idéalement parfaite du littoral serait de toujours identifier les sites sources, transit et puits, d'en mesurer les bilans (en volume) et les vitesses d'évolution, d'en borner la variabilité.

Un exemple peut être détaillé, c'est celui du site du Verger avec des pas de temps de 10 à 10² années.

La falaise est taillée dans un matériel meuble, (une couverture périglaciaire fluée comprenant diverses unités, des blocs, des sables, des limons... le détail de ces sédiments est présenté dans l'Anse Du Guesclin). Des mesures, faites entre 1990 et 1996 montrent que le recul a fourni de l'ordre de 3600m³ de sédiment (Regnauld et al, 1998). La plage (au sens strict, c'est à dire sans le volume de la dune ni de la plage sous marine) fait, au minimum 1 000 000 à 1 200 000 m³. Un calcul rapide indique donc qu'il faudrait environ 2000 ans de recul pour fournir le matériel nécessaire à la construction de la plage. (on suppose que la plage n'est pas alimentée par ailleurs, ce qui est inexact, mais pratique pour poser le raisonnement en termes simples)

Les choses sont encore plus complexes. Le matériel arraché à la falaise n'est pas entièrement sableux. La fraction sableuse représente à peine 30 % du total. Le reste est soit trop grossier (blocs) soit beaucoup trop fin (limons, loess). Il faut donc au moins multiplier le temps par trois (soit 600ans) pour envisager que le recul d'une falaise telle que celle ci puisse fournir le matériel nécessaire à la construction de la plage qui la borde.

On se trouve donc en présence d'un phénomène délicat à bien appréhender. D'un côté on a des événements brutaux avec du recul rapide (1 m en 24 heures). Survenant à l'occasion

d'une tempête forte, ce phénomène peut marquer les esprits. D'un autre côté il faudrait (à première vue) 6000ans de telles tempêtes pour nourrir la plage ! Il y a donc comme une sorte de contradiction entre le temps socialement perçu de l'événement et le temps physiquement nécessaire à la construction de la plage.

Dans la petite baie immédiatement à l'Est du Verger un dépôt coquiller préhistorique a été trouvé dans la dune. Il s'agit d'un amas, stratifié, de moules (avec quelques pourpres), étalé sur plus de 20m et disposé en plusieurs couches, séparées les unes des autres par quelques cm de sables éoliens. La dernière couche de coquilles est recouverte par du sable de plage et non pas par du sable de dune. Les dates C 14 obtenues sur les coquilles varient entre 3600 et 2400BP. L'ensemble est interprété comme le recouvrement par une tempête exceptionnelle d'un site millénaire de cuisine, durant la période du Sub Atlantique. Ce site est actuellement presque complètement érodé (Regnauld et al, 1995, Cotaign et al, 1996). Un autre site, sur Le Verger lui même est presque totalement disparu.

2) Une histoire du vent sur le littoral de Cancale à Saint Malo

La terre tourne autour du soleil (révolution) en décrivant une ellipse. La distance minimale entre terre et soleil est au périhélie, la distance maximale à l'aphélie. Le plan qui passe par l'ellipse et le soleil est le plan de l'écliptique. La terre tourne sur elle même (rotation) suivant un axe, qui passe par les deux pôles. L'axe de rotation n'est pas perpendiculaire au plan de l'écliptique mais fait avec lui un angle de $23^{\circ}27'$, ce qui définit les tropiques, les cercles polaires, les saisons et les différences de durée du jour et de la nuit suivant saison et latitude. Sur l'équateur jour et nuit ont 12 heures chacun, toute l'année. Au pôle chaque jour dure 6 mois et chaque nuit 6 mois aussi.

Mais ces paramètres ne sont pas tous stables dans le temps.

2-1) Changements de climats, changements de vents.

L'excentricité (qui correspond à la variation de longueur du grand axe de l'ellipse) a un cycle de 95 800 ans et peut faire varier les valeurs entre l'aphélie et le périhélie de 30%. Qualitativement, l'ellipse se déforme et si le soleil est toujours l'un de ses foyers, le tracé de la révolution autour a tantôt la forme d'un ballon de rugby, tantôt la forme d'un ballon de football (presque...). La distance terre-soleil change donc beaucoup, les phénomènes de marées sont modifiés, les courants marins aussi et donc la position des masses d'air maritimes. Les vents (dépressions d'Ouest) qui en dépendent changent aussi (Dawson, 1992).

L'obliquité (de l'axe de rotation de la terre sur le plan de l'écliptique entre $21^{\circ}39'$ et $24^{\circ}36'$) varie avec une période de 41 000ans. Cela fait quasiment 3° de variation. Traduit en kilomètres, cela implique que l'emplacement des tropiques et des cercles polaires peut varier de 330 Km en Nord-Sud, en l'espace de 20 500ans. Tout le système des alizés change.

La précession des équinoxes (due au déplacement de l'aphélie-périhélie et à leur coïncidence avec l'été d'un hémisphère, période de 21 700 ans). Aujourd'hui l'été boréal est en aphélie, il y a 11000 ans (Dryas) c'était en périhélie (Roberts, 1998), donc l'hiver était moins froid au Nord et plus froid en hémisphère Sud. Tout le système des vents catabatiques change.

En combinant les périodes de ces variations (et de quelques autres) on peut faire le calcul de l'insolation arrivant à la terre, pour chaque latitude, au cours des derniers 100 000ans. Il reste à traduire ces données d'insolation en climat, ce qui est assez compliqué.

Pour simplifier on peut considérer que la terre connaît une période chaude tous les 125 000 ans, avec un climat semblable à l'actuel et un niveau marin légèrement plus haut (1 à 5m), tandis qu'entre les périodes chaudes il y a des périodes froides, avec un climat moyen (en valeur globale car localement des valeurs plus élevées sont possibles) de 3 à 5° plus froid. L'eau est prise en glace dans les calottes glaciaires (inlandsis) et le niveau marin est 100 à 110m plus bas que l'actuel. Il faut à peu près 100 000 ans pour refroidir la planète (pour passer d'un interglaciaire au maximum du glaciaire) tandis que 20 000 ans suffisent pour la réchauffer. On connaît au moins 21 alternances semblables avant l'Actuel. Dans le détail, la chronologie est beaucoup plus complexe.



Figure 6 : Coupe et morphodynamique

L'interprétation de la coupe permet de préciser un peu la chronologie et davantage les paléodynamiques (Regnauld et al, 2003). On interprète une coupe en observant les différentes unités stratigraphiques et en reconstituant la dynamique physique qui a pu les mettre en place (sables fins éoliens, sables marins plus grossiers et plus coquillers, galets roulés par l'eau, galets anguleux fragmentés par le gel...). Par postulat on considère que les lois physiques qui expliquent les dynamiques actuelles, et leurs effets sur le matériel, étaient valables à l'époque de la coupe. C'est la notion d'Analogie.

La coupe se présente de la façon suivante :

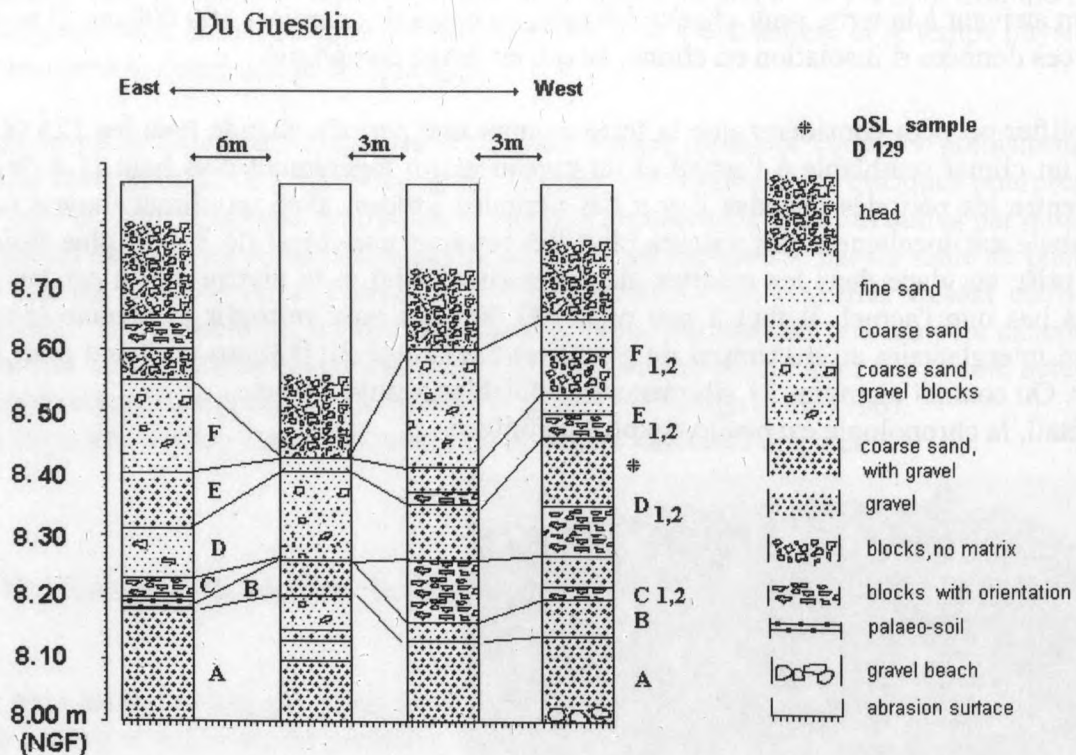


Figure 7 : Coupe, Anse Du Guesclin (Regnauld et al, 2003)

L'interprétation de la coupe est la suivante :

La base est une plate forme d'abrasion taillée et polie dans la roche (migmatites) par le va et vient d'un ancien cordon de galet remué par la mer. Le niveau marin devait être similaire à l'actuel, voire plus haut. Les alternances (B à E) de sables grossiers, graviers, blocs anguleux disposés à plat, correspondent à une dynamique complexe. Le site était en bordure de mer mais non atteint par les vagues (pas de matériel grossier roulé, mais du sable marin soufflé par le vent vers la terre) ce qui implique un niveau marin plus bas. L'unité de sables fins, moyens avec quelques blocs (F) correspond à une arrière dune parfois encombrée par des dépôts flués depuis le versant. Le niveau marin devait être un peu plus haut que le précédent, mais plus bas que l'actuel. Les dates OSL donnent, dans cette unité 90 Ka et plus.

Cette partie du littoral (épaisse de 0,5 à 0,7m) est donc construite sous la dépendance d'un climat plus chaud, avec des vents plus forts et des conditions de houles plus agitées, et, très probablement, d'orientation plus méridienne.

La suite de la coupe peut être schématisée comme suit

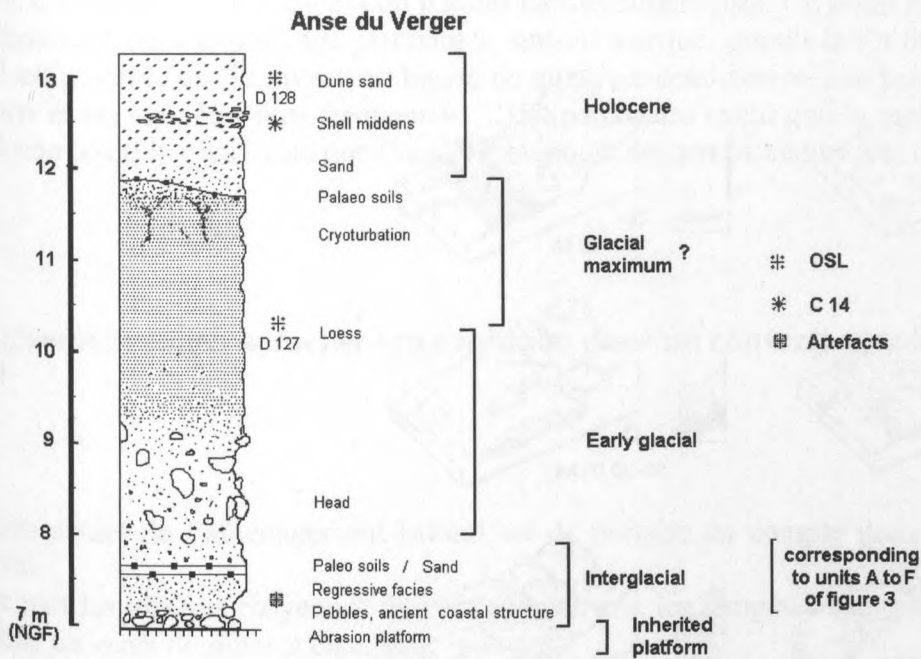


Figure 8 : Coupe, Anse Du Verger (Regnaud et al, 2003)

Cette coupe donne une image assez claire de l'ensemble de l'évolution du littoral. On retrouve la plate forme polie par le cordon de galets Eémien, le faciès régressif puis le système de dune (vers 90 Ka), avec un paleosol. Ensuite, en remontant vers le haut on observe du Head, c'est à dire un ensemble confus de blocs anguleux, géoliffractés et flués, pris dans une matrice sablo argileuse. Sans rentrer dans les détails il s'agit de dépôts de pente dus à une fragmentation de la roche par le gel, puis à la descente gravitaire selon la pente, des débris. Suivant que l'intensité du gel et la quantité de pluie varient, les blocs et les figures (dans les argiles et sables) de ruissellement sont, alternativement, dominants. Ensuite on observe un loess, fraction très fine de sables déposés par le vent. On sait que ces loess correspondent au maximum du climat froid, tellement froid que l'eau était toujours (ou presque) gelée et que le climat était caractérisé par l'aridité (vers 23 - 20 Ka) et des vents catabatiques méridiens. Ces vents sont responsables de près de 3 à 6 m d'épaisseur dans la coupe, donc dans le sous sol. Par la suite le climat se réchauffe (irrégulièrement) et des paysages de dunes, assez proches de l'actuel, se mettent en place. De nombreuses dates C14 permettent de dater ces événements (et les restes préhistoriques trouvés inter stratifiés dedans) de -6000 à -2000 BP. On peut l'interpréter en 3D et tenter de reconstituer, sur des blocs diagrammes de la figure 9, le paysage de l'époque.

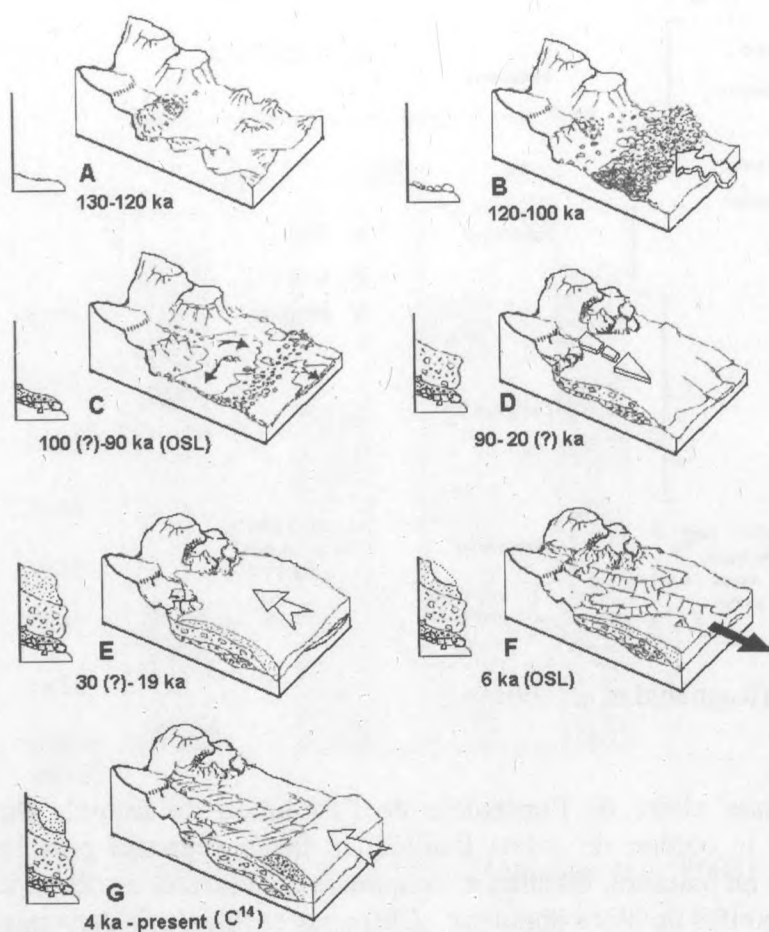


Figure 9 : Evolution du littoral, par projection latérale de l'information donnée en 2D par les coupes. Les flèches en noir représentent des écoulements continentaux, sur les croquis C et F. Les flèches blanches signalent les vents marins en plein en E et en G, des vents catabatiques terrestres en tireté, croquis D, ou les houles marines dominantes, en B.

Au fur et à mesure que l'érosion fait reculer la falaise c'est une partie de la stratification qui disparaît, donc une source d'information. Dans le cas de Du Guesclin et Le Verger, ce sont aussi des gisements préhistoriques.

En Bretagne l'histoire récente de l'élévation du niveau marin (sur la figure 9, ce serait ce qui se passe après le croquis G) est relativement bien connue. La mer est remontée assez rapidement, jusqu'à occuper un niveau proche de -7m vers environ 7000ans BP (Morzadec-Kerfourn, 1990, 1995, 1999). Au début de l'ère chrétienne la mer était à son niveau actuel. Depuis, le comportement du plan d'eau est discuté. Certains, prenant appui sur des études réalisées en Flandres ont longtemps pensé qu'il y aurait eu des oscillations (série de transgressions/régressions) et que vers le début de l'ère chrétienne la mer aurait pu être légèrement plus haute que l'actuelle. Ce point n'est plus soutenable aujourd'hui et les termes scientifiques qui désignaient ce « haut niveau » (transgressions flandrienne et dunkerquienne) sont abandonnés. Il n'est pas rigoureusement possible d'affirmer que le niveau marin est resté stable entre 0 et 1850 (sans légères régressions) mais les scientifiques pensent, dans leur très grande majorité qu'il s'agirait alors de phénomènes de très faible ampleur (quelques centimètres) qui s'expliqueraient par les caractéristiques locales de la morphologie d'un

estuaire, d'un marais, d'une ria et non par des causes climatiques. Un point fait débat : lors du refroidissement dit « le petit âge glaciaire », surtout marqué durant la fin du règne de Louis XIV, il est possible que le niveau ait baissé de quelques centimètres. Les vents d'ouest étaient plus forts et les tempêtes plus fréquentes. Il est par contre exclu que la mer ait durablement occupé une position plus haute que l'actuelle au cours des temps historiques en Bretagne.

3) Le gisement éolien actuel et son évolution dans un contexte atmosphérique global

Un enjeu actuel de l'aménagement littoral est de prendre en compte deux faits difficiles à maîtriser.

-D'une part les vitesses moyennes de vent augmentent, les tempêtes sont plus fréquentes, les directions de vents dominants changent.

-D'autre part la vitesse de remontée du niveau des mers est plus élevée qu'au cours des 20 000 dernières années. En effet, entre 1994 et 2004 elle a été de $2,8 \pm 0,4$ mm/an, en moyenne pour l'océan global.

-Il faut en plus accepter l'idée que cette double « accélération » doit beaucoup à un effet de serre anthropique.

Les prévisions au sujet de l'évolution de cette élévation ont été l'objet de discussions infinies (un résumé actualisé est disponible dans O'Hare, 2005). Une instance scientifique internationale, le "Intergovernmental Panel on Climatic Change" est en charge, depuis 1991 de fournir des études et des avis (ou des recommandations) au sujet de l'évolution du climat. Depuis la mise en service des satellites franco-américains Topex-Poséidon puis Jason des mesures en temps quasi réel sont faites de la surface de l'océan global. Toute la documentation est accessible sur le site

<http://www.ipcc.ch>

qui est le site officiel hébergeant les documents élaborés dans ce cadre. Les données globales concernant la hausse actuelle de niveau marin peuvent être résumées par la figure suivante, qui provient d'une compilation de données de Topex et de Jason .

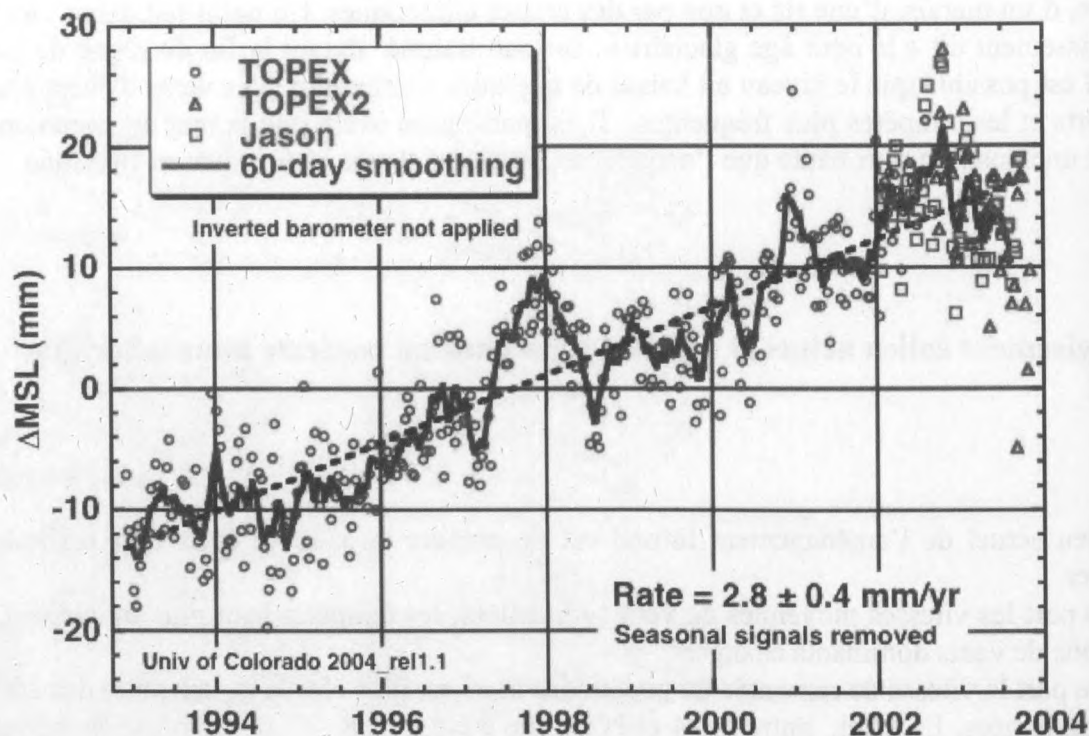


Figure 10 : élévation mesurée par satellite du niveau moyen de l'océan global : **tendance générale** (Université du Colorado, données Topex et Jason, 1994-2004).

Dans ce rapport deux positions scientifiques sont affirmées.

- 1) L'inertie thermique de la masse d'eau est telle que si, aujourd'hui, le réchauffement cessait, la mer continuerait à se dilater et à monter. Les glaces continueraient aussi à fondre.
- 2) Il en résulte qu'à l'échelle de temps des deux à trois prochaines décennies le niveau de la mer continuera à monter au minimum aussi vite qu'aujourd'hui.

Ces positions, qui sont d'une prudence non alarmiste nous amènent à considérer que le niveau marin global peut s'élever au rythme actuel, soit $2,8 \pm 0,4$ mm/an pendant encore un demi siècle.

3-1) L'évolution en Bretagne: les mesures actuelles.

Des données actuelles sur le niveau marin peuvent être trouvées dans deux sources principales. L'une est française et s'appelle SONEL. Elle fournit des données horaires. L'autre est britannique et fournit des données mensuelles ou annuelles. Il s'agit du Permanent Service for Mean Sea Level (PSMSL, localisé à Proudman Oceanographic Laboratory, Merseyside, United Kingdom), qui depuis 1933 est en charge de la réunion, de la publication, de l'analyse et de l'interprétation des données marégraphiques de niveau marin, partout dans le monde. Toutes ces données sont accessibles en ligne gratuitement sur

<http://www.nbi.ac.uk/psmsl/datainfo/>

Ces données présentent un niveau marin mesuré au marégraphe et rectifié de façon à pouvoir être comparé avec celui des marégraphe voisins (RLR ou revised local reference). Le port de Brest (figure 11) abrite le marégraphe qui fonctionne en continu depuis la plus grande durée en Atlantique (près de 200 ans). Les informations qu'il délivre sont, statistiquement, les plus fiables possibles. Elles indiquent formellement, depuis la fin du 19^{ème} siècle une vitesse moyenne de remontée qui varie entre 1 et 1,4 mm/an. Pour les trente dernières années les vitesses sont plus élevées, voisines de 2,6 à 3mm/an, ce qui est parfaitement compatible avec les mesures faites par satellite.

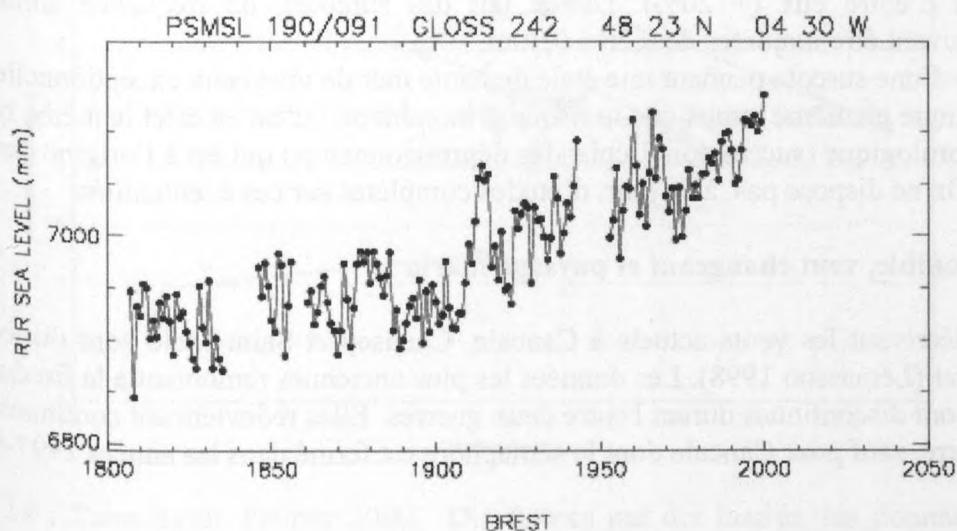


Figure 11 : le niveau marin à Brest, données marégraphiques traitées par le PSMSL.

Le gisement éolien, tempêtes et surcote

L'élévation du niveau marin se fait dans un contexte de réchauffement climatique qui concerne aussi bien les masses d'eau que les masses d'air. S'il y a plus de chaleur dans un système physique, il en résulte qu'il peut y avoir plus de mouvement.

Des études ont été menées depuis le début des années 1990 au sujet des changements d'intensité, de direction des vents forts en Bretagne. Ces études ont été prolongées par d'autres, portant sur les surcotes impliquées par les situations de dépression. La synthèse la plus récente qui aborde la Bretagne est dans Tabeau, 1996, Pirazzoli, 2000 et dans Pirazzoli et al, 2004. Elle établit deux résultats qui sont délicats à interpréter ensemble parce qu'ils sont, en termes de prévision, contradictoires.

Les surcotes sont provoquées par une baisse de pression (qui élève le niveau du plan d'eau) et par un vent qui apporte vers la terre cette masse d'eau en « excès ». Une surcote est qualifiée de sévère lorsqu'elle atteint ou dépasse 0,6 m et ceci est arrivé 90 fois à Brest entre 1950 et 1992. A Saint Gildas de Rhuy la surcote maximale enregistrée entre 1962 et 1991 est survenue à marée basse et a atteint la cote 1,4 alors que la surcote théorique de fréquence séculaire, survenant à marée haute de vives eaux maximale atteindrait la cote 5,80m. Toutes ces valeurs doivent être lues dans la perspective d'un climat en évolution.

Au cours du dernier demi siècle deux phénomènes ont lieu. D'une part les vents générateurs d'afflux d'eau diminuent en fréquence relative (le risque est minimisé), d'autre part la vitesse moyenne de ces vents, augmente (de 20 à 24m/s pour les 5% de vents d'Ouest les plus forts à Belle Île). De surcroît jamais une surcote n'a eu lieu lors d'un pic de marée haute de vives eaux. Il en résulte que statistiquement le risque est de plus en plus en plus faible mais que,

néanmoins, le risque maximal correspond à une submersion plus forte qu'aucune de celles qui ont déjà été mesurées.

La prolongation des valeurs actuelles de mobilité du niveau, de surcote et d'évolution des vitesses et directions du vent sur deux décennies donne des valeurs a minima que l'on peut considérer comme « très probables » c'est-à-dire qu'elles ont une probabilité supérieure à 0,9. Cette probabilité est définie selon les critères de l'IPCC.

Sur le littoral étudié une élévation du niveau marin moyen de 3 à 4 cm par 10ans est très probable. Cette élévation est, très probablement, accompagnée d'une réduction de la fréquence relative des vents créateurs de surcote (-10%) et d'une augmentation de la vitesse des plus forts d'entre eux (+ 20%). De ce fait des surcotes, de fréquence annuelle à décennales, peuvent être majorées de 0,20 à 0,30m.

Enfin le risque d'une surcote pendant une étale de haute mer de vive eaux exceptionnelles doit être pris en compte en même temps que le risque d'inondation : c'est en effet le même type de situation météorologique (succession d'épisodes dépressionnaires) qui est à l'origine des deux phénomènes. On ne dispose pas, à ce jour, d'études complètes sur ces éventualités.

3-2) vent disponible, vent changeant et paysage marin

Les données décrivant les vents actuels à Cancale, Chausey et Saint Malo sont disponibles dans un doctorat (Lemasson 1998). Les données les plus anciennes remontent à la fin du 19^{ème} (figure 12) et sont discontinues durant l'entre deux guerres. Elles redeviennent continues après la seconde guerre, sauf pour Cancale dont le sémaphore est fermé dans les années 1997-98

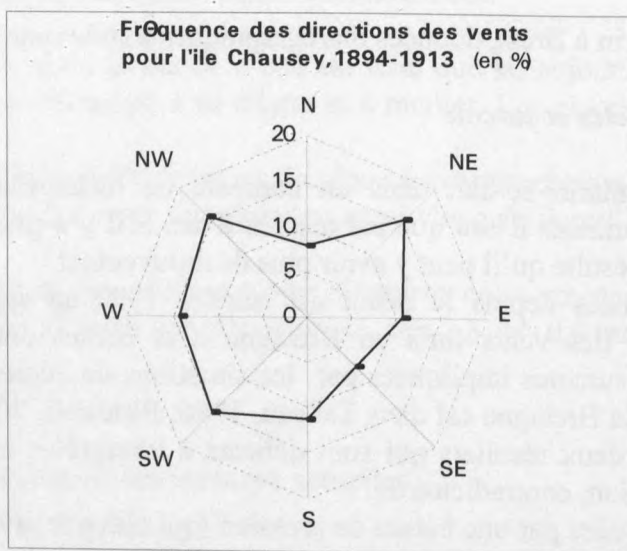


Figure 12 : Données éoliennes pour Chausey entre 1894 et 1913. Vents dominants d'Ouest (associé à des dépressions) et importance relative des vents (anticycloniques) de secteur Nord Est.

Les vents dominants sont d'Ouest, Nord Ouest et les vitesses moyennes sont faibles, en comparaison avec l'Ouest de la Bretagne ou avec le Nord du Cotentin. Il s'agit d'une côte abritée.

Dans l'optique de cette contribution au contrat éoliennes, il est moins important de donner des chiffres de moyennes (direction, vitesse) ou de fréquences (nb de jours par direction) que

d insister sur que le vent a de plus fondamental dans le paysage marin et littoral : la tempête. C'est elle qui conditionne non seulement la dimension éolienne "naturaliste" du paysage actuel mais aussi son évolution. Elle est aussi un spectacle.

La figure 13 décrit une tempête à partir d'enregistrements pris à Saint Malo, au large du port.

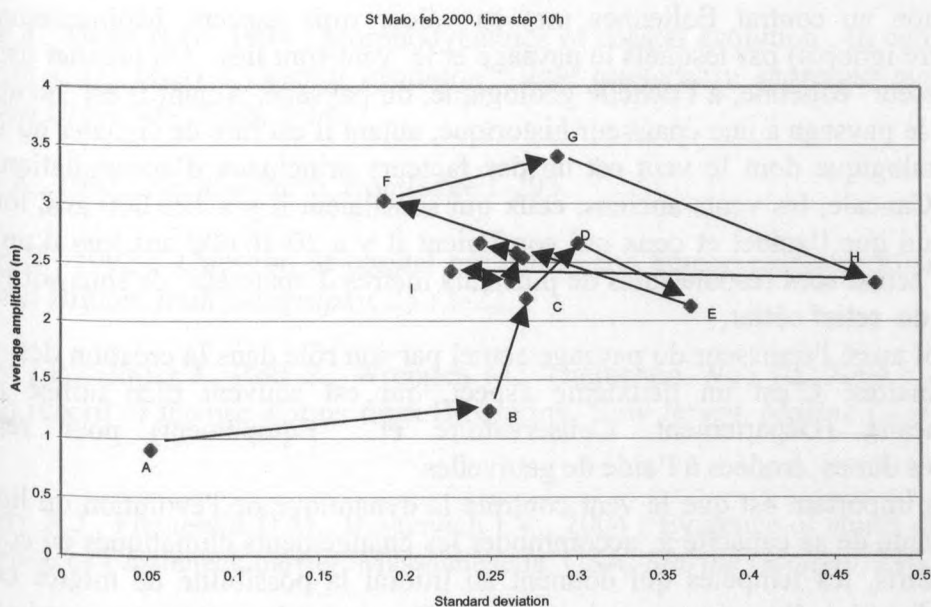


Figure 13 : Tempête de Février 2000. Dix heures par dix heures, les données concernent l'amplitude moyenne de la mer soulevée par le vent. En Y l'amplitude moyenne durant les dix heures. En X l'écart type. Le graphique décrit donc l'évolution dans le temps de l'action du vent sur la mer, et permet d'appréhender une part de ce qu'un spectateur verrait comme la mobilité d'un paysage marin. Le graphique permet aussi de caractériser la variabilité de l'énergie délivrée à la côte.

La tempête commence en A et se termine après I. Cela correspond à plus de 80 heures d'affilée. L'enregistrement mesure exactement une houle d'ouest fortement diffractée et amortie par le fond, mais augmentée par le vent local, dans le chenal d'accès Ouest à Saint Malo, en face de Dinard. On peut donc parler de "mer du vent". En A les vagues ont 0,8m de haut et varient de plus ou moins 0,5 centimètres. Elles sont très homogènes, avec une population à très faible dispersion. En B la tempête commence. Les vagues ne sont guère plus hautes (1,15m) mais le vent souffle déjà en rafales irrégulières et la hauteur varie de plus ou moins 0,25m, c'est à dire du cinquième de l'amplitude. Le paysage que forme la surface de l'eau est alors très irrégulier. En F la tempête est bien établie les vagues font 3m et varient très peu, 0,2m soit moins de un quinzième de l'amplitude. Le vent est régulièrement fort et de direction stable. En H les vagues ont 2,5m d'amplitude mais leur variation est du cinquième de leur amplitude, comme au tout début. Le paysage est de nouveau haché, irrégulier avec un vent en rafales dissemblables en intensité comme en direction.

Les simulations climatiques d'échelle locales prédisent que le réchauffement produira plutôt plus de vents irréguliers que plus de vents réguliers. Dans un système physique qui dissipe de l'énergie par frottement entre un air thermiquement homogène et une mer thermiquement hétérogène (courants de marées locaux) on doit s'attendre à des cisaillements irréguliers et à

une variabilité forte. Il en résulte que la délivrance d'énergie à la côte devrait aussi devenir plus variable.

Conclusion : une histoire du vent dans le paysage géologique.

Cette contribution au contrat Eoliennes met en valeur trois aspects, habituellement peu développés (voire ignorés) par lesquels le paysage et le vent sont liés. Un premier aspect est celui de l'épaisseur éolienne, à l'échelle géologique, du paysage. Autant il est habituel de considérer que le paysage a une épaisseur historique, autant il est rare de signaler qu'il a une épaisseur minéralogique dont le vent est un des facteurs principaux d'accumulation. Entre Saint Malo et Cancale, les vents anciens, ceux qui soufflaient il y a 125 000 ans, lors d'un climat plus chaud que l'actuel et ceux qui soufflaient il y a 20-16 000 ans lors d'un climat plus froid que l'actuel sont responsables de plusieurs mètres d'épaisseur de sous sol et d'une part importante du relief côtier.

Le vent construit aussi l'épaisseur du paysage actuel par son rôle dans la création des formes des masses dunaires. C'est un deuxième aspect, qui est souvent bien utilisé par les aménageurs locaux (Département, Conservatoire et Equipement) pour reprofiler naturellement des dunes érodées à l'aide de ganivelles.

L'aspect le plus important est que le vent contrôle la dynamique de l'évolution du littoral et une part importante de sa capacité à accommoder les changements climatiques en cours. Ce sont les vents forts, les tempêtes qui donnent au littoral la possibilité de migrer et de se reconfigurer en fonction d'un niveau marin différent. En ce sens le vent contemporain, qui est en partie le produit du réchauffement anthropique actuel est aussi l'agent par le quel un système naturel s'adapte à ce réchauffement. Il y a là une rétro action intéressante qui redéfinit les places respectives de la nature (au sens de processus physique) et de la société (en tant qu'elle contrôle ces processus). Le vent est donc un objet ancien et contemporain, naturel et social, accumulateur et destructeur que l'on peut qualifier par le terme hybride. L'éolienne qui le manifeste, qui le rend visible... trouve ainsi une partie de ses propres ambiguïtés d'objet technique dans la nature même du vent hybride qui la justifie.

Bibliographie :

Bray M.J., Carter D.J., Hooke J.M., 1995 : Littoral cell definition and budget for central southern England. *Jour. Coast. Res.*, 11 : 391-400.

Bray M.J., Hooke J. M., 1997 : Prediction of soft-cliff retreat with accelerating sea-level rise. *Jour. Coast. Res.*, 13 : 453-467.

Cocaign J.Y. Bizien Jaglin C., Regnauld H., 1996 : Les sites protohistoriques de l'Anse du Verger en Cancale dans leur cadre archéologique et environnemental. *Les cahiers de CeRAA*, 24 : 71-84 .

Cooper J.A.G., 2002 : The role of extreme floods in estuary-coastal behaviour : contrasts between river- and tide- dominated micro tidal estuaries. *Sed. Geol.*, 150 : 123-137.

- Cooper J.A.G., Pilkey O.H., 2004 : Longshore drift, trapped in an expected universe. *J. of Sed. Res.*, 74 : 599-606.
- Cowell, P.J., Roy, P.S., Jones, R.A., 1992. Shore face translation model: Computer simulation of Coastal Sand Body response to Sea Level Rise. *Mathematics and Computers in Simulation*, 33: 603-608.
- Cowell P.J., Thom B.G., 1994 : Morphodynamics of coastal evolution . In Carter R.W.G. and Woodroffe C.D., (eds) : *Coastal evolution : late quaternary shoreline morphodynamics*, Cambridge University Press, 1-341.
- Dawson A., 1992 : *Ice Age Earth*, Routledge 1-293.
- Devoy R.N., 1992 : Question of coastal protection and human response to sea-level rise in Ireland and Britain. *Irish Geography*, 25 : 1-22.
- Donnelly J.P., Butler J., Roll S., Wrengen M., Thompson Web III, 2004 : A back barrier overwash record of intense storms from Brigantine, New Jersey. *Marine Geology* 210 : 107-121.
- Dougherty A.J., Fitzgerald D.M., Buynevich I.V., 2004 : Evidence of storm dominated early progradation of Castleneck barrier, Massachusetts, USA. *Marine Geology*, 210 : 123-134.
- Dubois, R.N., 1995 . The transgressive barrier model: an alternative to two dimensional volume balanced models, *Journ. Coast. Res.*, 11 272-1286.
- Forbes, D.L., Orford, J.D., Carter, R.W.G., Shaw, J., Jennings, S.C., 1995. Morphodynamic evolution, self organisation, and instability of coarse clastic barriers on paraglacial coasts. *Marine Geology*, 126, 1/4 : 63-85.
- Morzadec-Kerfourn, M.T., 1999 . Littoraux Pléistocènes de l'Ouest du Massif Armoricaïn, *Quaternaire*, 10 : 171-179.
- Morzadec-Kerfourn, 1995 : Coastline Changes in the Armorican Massif (France) during the Holocene, *Jour. Cost. Res.*, spc. Iss., 17 : 197-203.
- Morzadec-Kerfourn, M.T., 1990 : De l'importance relative des transgressions et régressions marines glacio-eustatiques sur le Massif armoricaïn. *Revue archéologique de l'Ouest*, supplément 2, 37-40.
- O'Hare G., Johnson A., Pope R., 2005: Current shifts in abrupt climate change: the stability of the nor Atlantic conveyor and its influence on future climate. *Geography*, 3 : 250-266.
- Orford J.D., Forbes D.L., Jennings S.C. , 2002 : Organisation controls, typologies and time scale of paraglacial gravel-dominated coastal systems. *Geomorphology*, 48 : 51-85.
- Pirazzoli P.A., Regnauld H., Lemasson L., 2004 : Changes in storminess and surges in western France during the last century, *Marine Geology* 210 : 307-323.

Pirazzoli, P.A., 2000 : Surges, atmospheric pressure and wind change and flooding probability on the Atlantic coast of France. *Oceanologica Acta*, 23 : 643-661.

Pirazzoli P.A., 1996 : *Sea-Level Changes*, Wiley 1-211.

Regnauld H., Hubert-Moy L., Musereau J., 2004 : « Risque littoral, évolution climatique et naturalité du dommage ». *Information Géographique*, 68, 40-56.

Regnauld H., Mauz B., Morzadec-Kerfourn M.T., 2003 : Shorelines of the last interglacial in western France : some preliminary results with OSL datings . *Marine Geology*, 194, 1-2 : 65-77.

Regnauld, H, Louboutin, R., 2002 : Sediment transport in beach and coastal dune environment, Brittany, France. *Sedimentary Geology* 150 : 17-29.

Regnauld, H., 1999 : L'élévation et les variations du niveau marin à l'Holocène terminal dans l'Ouest français : une approche par les dépôts de tempêtes. *Quaternaire*, 10, 2/3 : 181-188.

Regnauld H., Lemasson L., Dubreuil V., 1998: The mobility of coastal landforms under climatic changes : issue for geomorphological and archeological conservation, in J.Hooke editor « *Coastal Defence and Earth Sciences Conservation* », Geological Society Publishing House, 103-114.

Regnauld, H., Jennings, S., Delaney, C., Lemasson, L., 1996 : Holocene sea level variations and geomorphological response: an exemple in Northern Brittany. *Quaternary Science Reviews*, 15 : 781-787.

Regnauld, H., Cocaign, J.Y., Salièges, J.F., Fournier, J., 1995 : Mise en évidence d'une continuité temporelle dans la constitution de massif dunaires du Sub Boréal (3600BP) à l'Actuel sur le littoral septentrional de la Bretagne. Un exemple dans l'Anse du Verger (Ille et Vilaine). *C.R.A.S.*, 321, IIa, 4:303-310.

Regnauld H., Kuzucuoglu C., 1992 : Rebuilding of a dune field landscape after a catastrophic storm : beaches of Ille et Vilaine, Brittany, France. In Carter R.W.G., Curtis T.G.S., Sheedy - Skeffington M.J. eds. : *Coastal Dunes, geomorphology, ecology and management for conservation*, Balkema, Rotterdam : 379-387.

Roberts N., édition 1998 : *The Holocene*, Blackwell 1-316.

Smith D.E, Raper S.B., Zerbini S., Sanchez-Arcilla A. eds, 2000 : *Sea-level changes and Coastal Processes : Implications for Europe*. European Commission, Brussels, 1-273.

Southgate H. et al, 2003 : Analysis of field data of coastal morphological evolution over yearly and decadal timescales. Part 2 : Non linear techniques. *J. Coast. Res*, 19, 4 : 776-789.

Tabeaud, M., 1996 : Etude sur les séries météo-marines, les surcôtes marines et leurs impacts sur quelques sites littoraux à risques -- Ministère de l'Environnement, Paris: 1—122.

Annexe 1 :

La règle de Bruun, établie en 1962 dans sa forme définitive peut être écrite comme suit.

$$R = (L/B+h)S = SL/B + h = (S) T/\tan \Phi$$

R est le déplacement du littoral vers la terre. S est l'élévation du niveau marin. Phi est l'angle du profil de plage et de la plage sous-marine. L est la longueur de ce profil. B est la hauteur de la berme de plage (assimilable parfois à une avant dune embryonnaire) . h est la profondeur à partir de laquelle on considère qu'il n'y a plus d'échange sédimentaire important avec la côte. Le point qui a cette profondeur (en anglais, closure depth) sert de point de départ pour la mesure de L, dont l'extrémité supérieure est au sommet de la berme B.

La discussion la plus récente au sujet de la règle de Bruun est dans :

Pilkey O., Cooper J.A.G., 2004 : Society and sea-level rise, *Science*, 303 :1781-1782.

...the ... of ...

...the ... of ...

...the ... of ...

...the ... of ...

...the ... of ...

...the ... of ...

...the ... of ...

...the ... of ...

...the ... of ...

...the ... of ...

...the ... of ...

...the ... of ...

...the ... of ...

...the ... of ...

...the ... of ...

...the ... of ...

...the ... of ...

...the ... of ...

...the ... of ...

...the ... of ...

...the ... of ...

2.2 I

Marie

Intro

Le ve

devie

ou au

aussi

exem

sur de

asym

Ce m

nuage

fixe p

il est

princ

Dans

aléato

de di

certain

- ils s

tout p

- les

- les

ou 8

- l'év

La p

de l'

d'aut

strict

intro

de s

dépl

On p

auto

qual

fait

peu

dépl

1 A

L'u

Lim

phé

199

2.2 Le vent, générateur de formes

Marie-Pascale Corcuff

Introduction

Le vent, mouvement de l'air, est une source d'énergie invisible, l'air étant transparent. Il devient visible lorsque l'air contient des éléments mobiles visibles (gouttelettes, poussières, ou autres objets plus importants), qui suivent plus ou moins les mouvements de l'air. On voit aussi l'action du vent sur des éléments fixes mais souples (les branches des arbres, par exemple). Enfin, on peut constater le résultat de l'action du vent à plus ou moins long terme sur des formes du paysage (déplacement et accumulation de matière, développement asymétrique des arbres, etc.).

Ce mouvement de l'air est complexe. A haute altitude, comme le montre le déplacement des nuages, le vent peut se ramener à un mouvement de translation assez régulier, de direction fixe pendant un certain temps. Mais plus près de terre, tel que nous le percevons nous-mêmes, il est souvent animé de turbulences et de mouvements tourbillonnaires, même si une direction principale peut être distinguée.

Dans une toute première approche, le "vent" sera considéré ici comme un mouvement aléatoire directionnel. Ce mouvement sera appliqué à des particules, ou cellules, dans le cadre de divers modèles de type automate cellulaire. Tous les automates cellulaires partagent un certain nombre de caractéristiques:

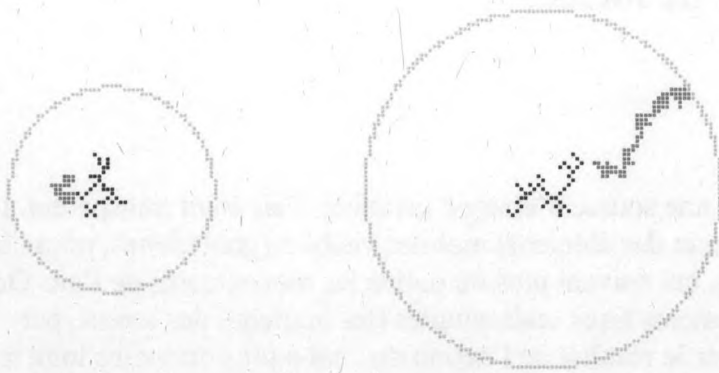
- ils se développent sur une grille géométrique sous-jacente, généralement orthogonale (mais tout pavage du plan peut convenir);
- les cellules peuvent présenter plusieurs états (au moins deux: vie et mort);
- les règles sont locales: seul le voisinage est considéré (4 cellules: voisinage de von Neuman, ou 8: voisinage de Moore);
- l'évolution se fait par générations successives.

La plupart des automates cellulaires évoluent en modifiant l'état de chaque cellule en fonction de l'état de cette cellule et de ses voisines. On sait que ces modèles illustrent bien la notion d'auto-organisation (un certain ordre global peut apparaître alors même que les règles sont strictement locales), et qu'ils sont généralement imprédictibles (même si aucun aléatoire n'est introduit) alors même que les règles sont simples et déterministes. On qualifiera ces automates de *statiques* puisque les cellules apparaissent ou disparaissent (ou changent d'état) mais ne se déplacent pas.

On peut aussi appeler automates cellulaires des modèles qui partagent les caractéristiques des automates cellulaires statiques, mais qui autorisent le déplacement des cellules: on les qualifiera de *dynamiques* pour les distinguer des précédents. Le déplacement des cellules se fait alors par errance aléatoire (que l'on peut appeler *randonnée*) et les changements d'état peuvent être interprétés comme des phénomènes d'agrégation, de dispersion, voire de déplacement de matière.

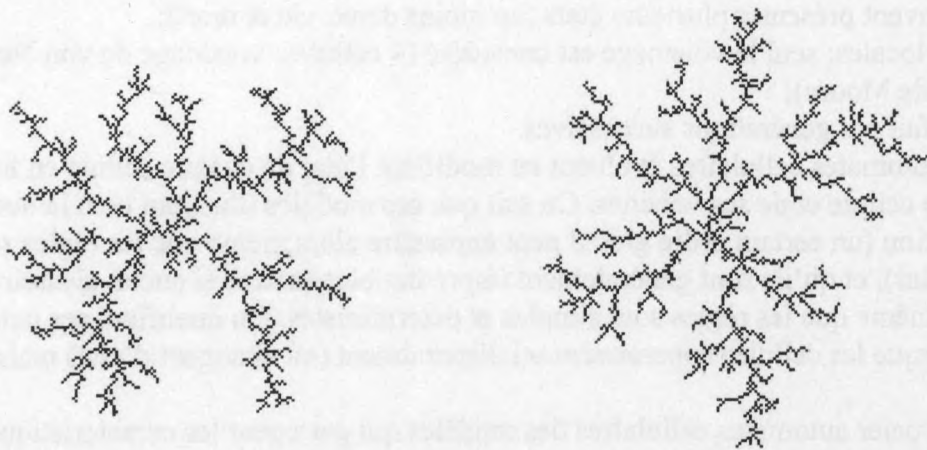
1 Agrégation

L'un des modèles les plus connus d'automate cellulaire dynamique s'appelle *Agrégation Limitée par la Diffusion* (DLA), dont on sait l'efficacité pour rendre compte de nombre de phénomènes dans les domaines de la physique, de la chimie, de la biologie, etc. [Sapoval 1997].



ill. 1: les premières étapes de la formation d'un DLA (à gauche, la cellule atteint sa cible, à droite, elle est éliminée; en bleu: point de départ de la cellule; en rouge: la trace de sa randonnée; en gris: la limite à ne pas dépasser sous peine d'être éliminée)

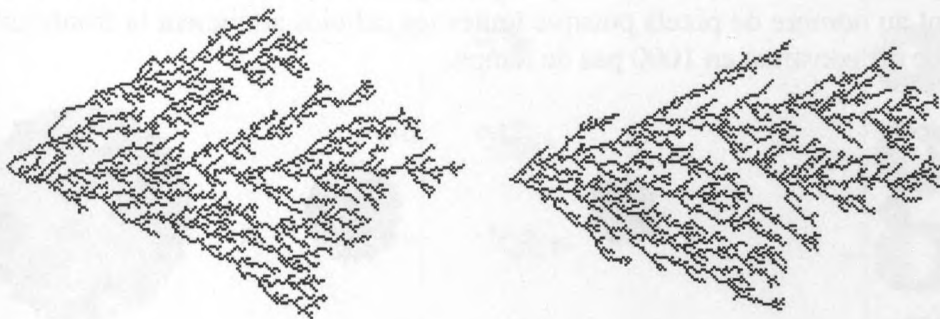
On part d'une cellule unique. Une autre cellule effectue une randonnée, en partant d'une distance donnée de cette cible. Si elle arrive à proximité de sa cible (la cellule unique au début, puis l'amas qui se forme petit à petit), c'est-à-dire si elle a "au moins 1 voisin" (on retrouve là une règle identique à celle de l'AC menant à la croissance du carré), elle s'arrête, et s'ajoute donc à l'amas en formation. Si au contraire sa randonnée l'amène trop loin de sa cible (cette limite est matérialisée par le cercle gris sur l'illustration 1), elle est éliminée, et une autre cellule est lancée.



ill. 2: deux exemples de DLA (environ 1500 cellules atteignent leur cible sur les 2000 lancées)

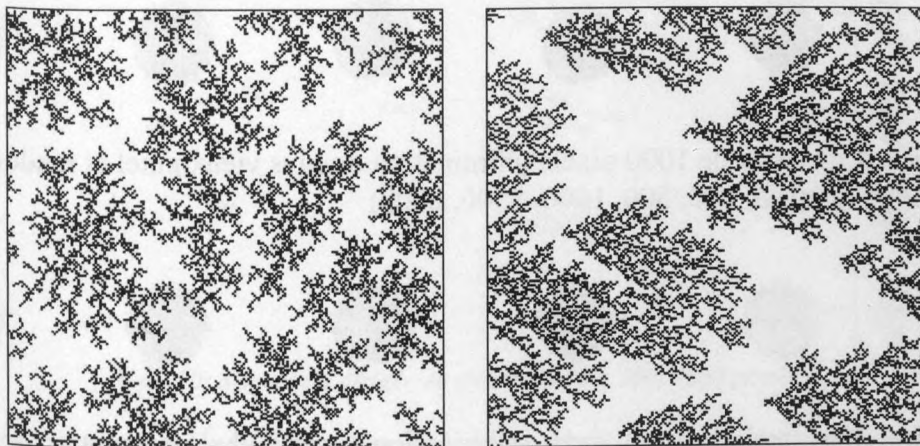
Si l'on examine les configurations obtenues (ill. 2), on note le peu de prégnance de la grille orthogonale sur le résultat. Ensuite, on peut noter l'aspect "en branches" du résultat et s'étonner du fait que pratiquement aucune de ces branches n'en rejoint une autre, alors que rien ne s'y oppose a priori (en effet, la règle dit simplement que la cellule s'agglutine à l'amas dès qu'elle a un voisin, mais elle a le droit d'en avoir plus). Sur le nombre de branches, on peut noter qu'il indique une fractalité de la structure (sa dimension fractale est voisine de 1,7 [Sapoval 1997]), mais reste qu'il est assez surprenant que le nombre de branches directement issues de la cellule centrale est le plus souvent égal à 3.

Si l'on privilégie une certaine direction dans la randonnée des cellules (ill. 3), on obtient des configurations assez semblables, mais confinées, et même resserrées, à une portion de l'espace entourant la cellule initiale.



ill. 3: DLA avec direction privilégiée

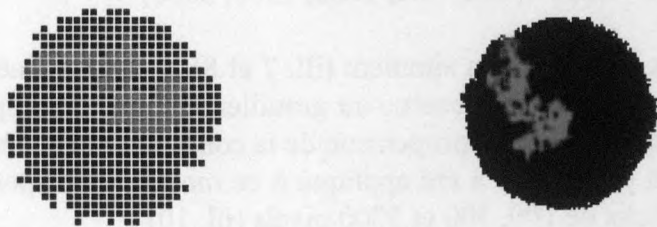
Au lieu de partir d'une cellule unique, on peut partir d'un semis aléatoire de cellules (ill. 4). Les nouvelles cellules partent alors d'un point quelconque de l'automate pour effectuer leur randonnée; de plus la topologie de l'automate est torique². Il ne s'agit donc pas d'un DLA au sens strict; la distance à la cible n'est pas prise en compte et aucune cellule n'est éliminée: c'est pourquoi les configurations obtenues sont plus "touffues".



ill. 4: agrégation à un semis aléatoire de 10 cellules; sans/avec direction privilégiée

2 Dispersion

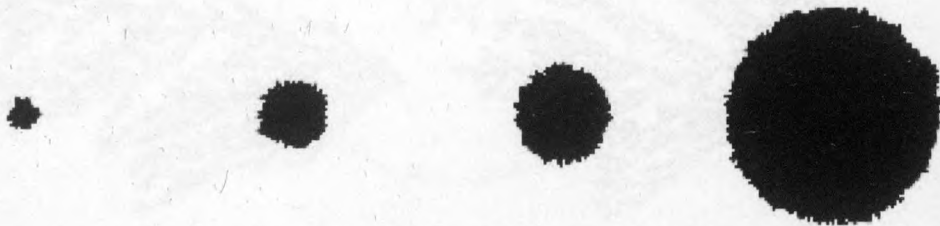
La randonnée des cellules, dans le modèle DLA et ses variantes, s'effectue de l'extérieur vers l'intérieur. Que se passe-t-il si on inverse le phénomène? Le modèle obtenu en faisant partir les cellules de la première cellule et en les faisant randonner à l'intérieur de l'amas jusqu'à ce qu'elles atteignent un emplacement libre peut s'appeler modèle de prolifération (ill. 5).



² topologie torique: les bords gauche et droite, ainsi que haut et bas, se rejoignent; on a donc un espace qui se referme sur lui-même comme un tore

ill. 5: le mécanisme de prolifération

Ce modèle génère des formes assez compactes, vaguement rondes (ill. 6). Les pas de temps correspondent au nombre de pixels puisque toutes les cellules atteignent la frontière: un stock de 1000 pixels est constitué en 1000 pas de temps.



ill. 6: prolifération aux temps 100, 500, 1000, 5000

En considérant les cellules comme un ensemble ordonné, une expérience menant à la notion de dispersion a consisté à arrêter l'ajout de cellules à un moment donné: une cellule est supprimée pour toute cellule nouvelle générée. On a alors la simulation de la dispersion d'un stock. Les résultats sont différents suivant le choix de la cellule qu'on élimine.



ill. 7: dispersion d'un stock de 1000 pixels (élimination du plus vieux pixel et randomnée à partir de ce pixel: temps 0, 200, 500, 1000, 1500, 2000)

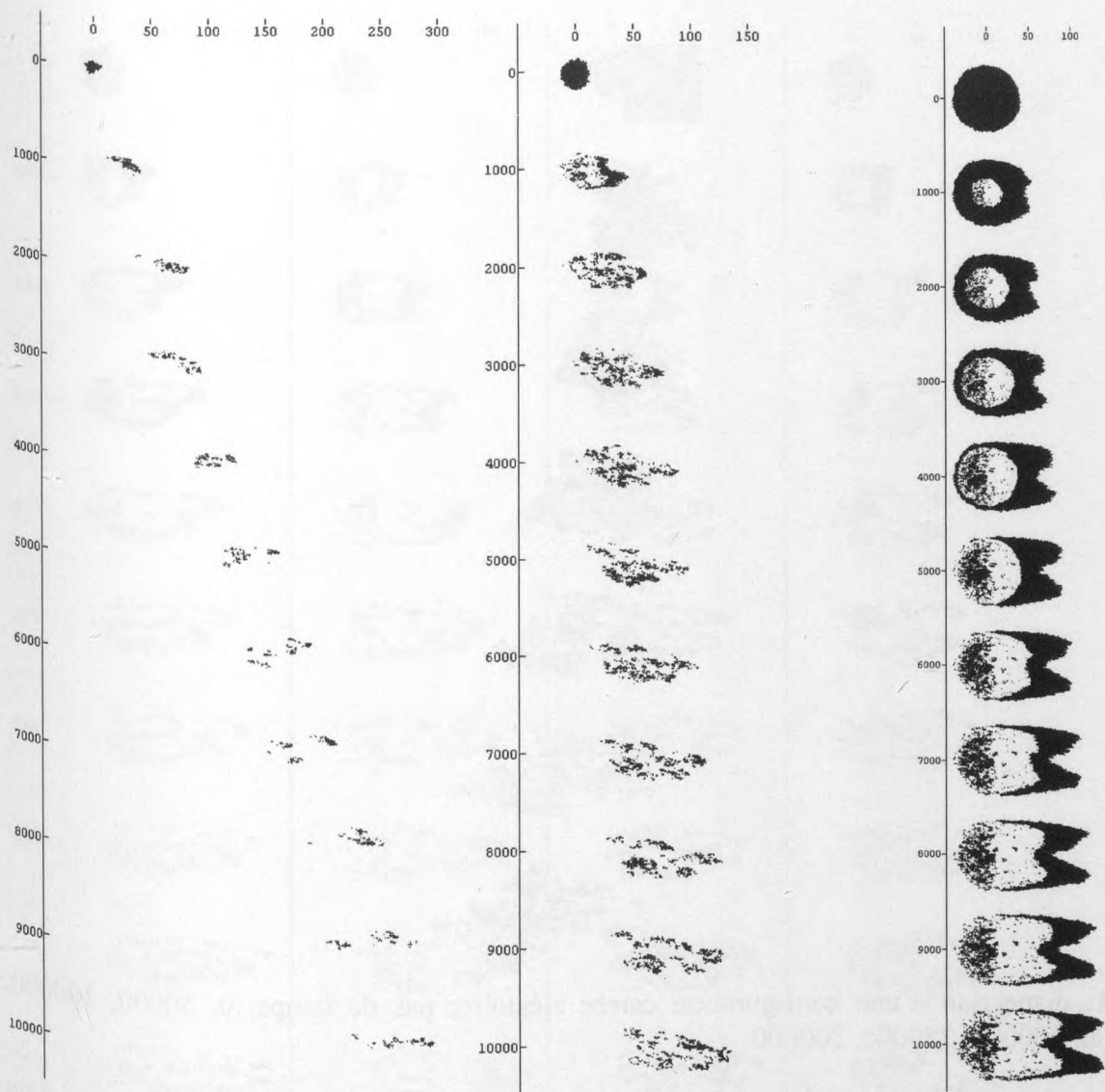


ill. 8: dispersion d'un stock de 1000 pixels (élimination d'un pixel aléatoire et randomnée à partir de ce pixel: temps 0, 200, 500, 1000, 1500, 2000)



ill. 9: dispersion d'un stock de 1000 pixels (élimination du plus vieux pixel et randomnée à partir d'un pixel aléatoire: temps 0, 200, 500, 1000, 1500, 2000)

Les deux premiers choix de dispersion simulent (ill. 7 et 8) une sorte d'aérosol. Le troisième choix (ill. 9) est plus prometteur. On observe un grouillement, une recomposition continue de formes. Il y a aussi une plus grande propension de la configuration à s'étendre. Le choix d'une direction privilégiée a été appliqué à ce modèle de dispersion. Des tests ont été effectués avec des stocks de 100, 500 et 5000 pixels (ill. 10)



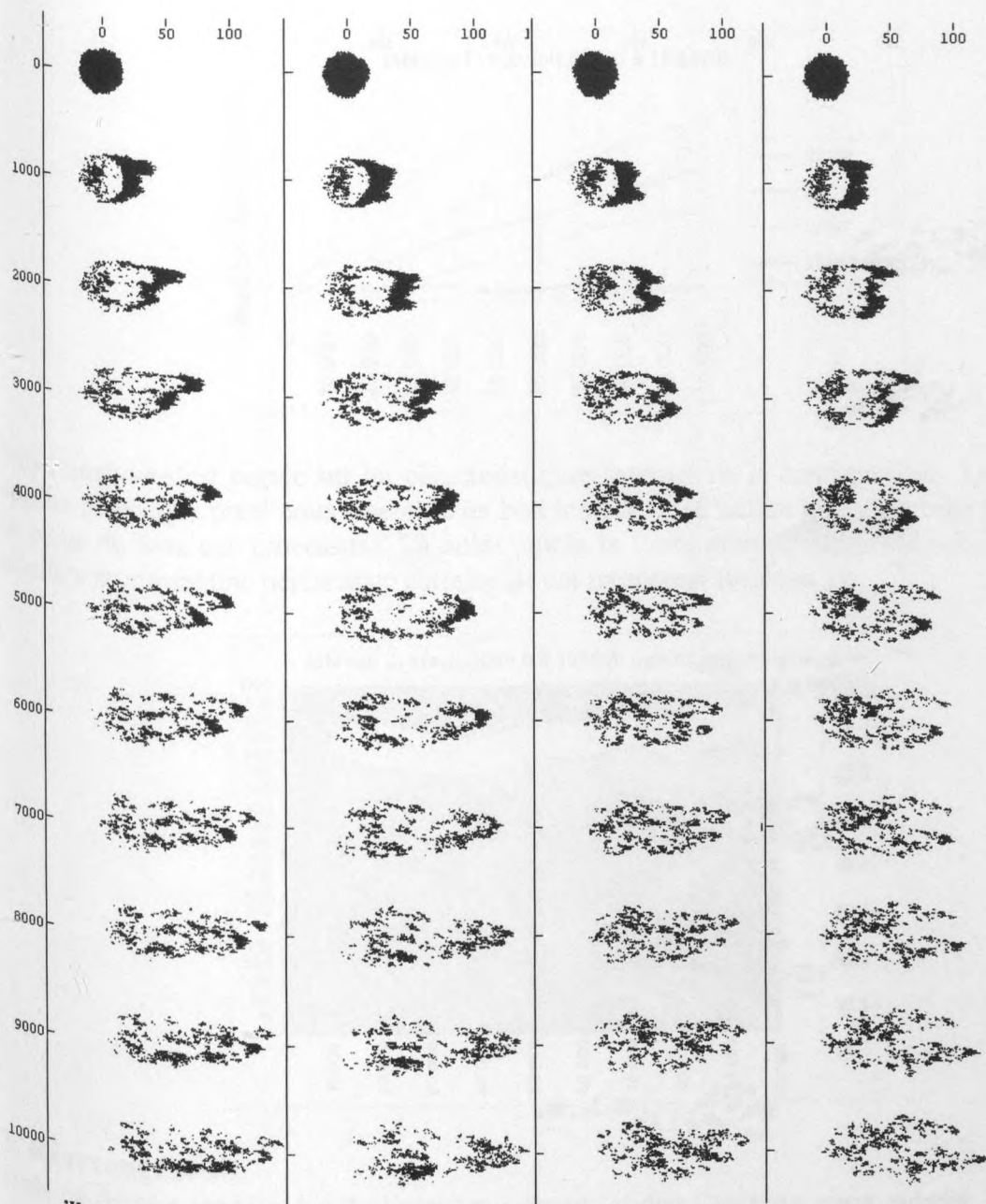
ill. 10: dispersion dirigée de stocks de 100, 500, 5000 pixels

Ces premiers tests montrent la transformation morphologique de la configuration: l'amas unique du départ se désagrège par le centre (conséquence prévisible du choix d'élimination de cellule); un front, souvent bifide, se forme à l'avant; puis la désagrégation se poursuit, mais les caractéristiques du début de la désagrégation gardent une certaine empreinte sur la suite. Il faut remarquer que la constitution du stock de départ n'a en fait que peu d'incidence sur la dispersion à long terme. Si l'on part d'une distribution aléatoire de cellules dans un carré (ill. 11), on remarque, à terme, une distribution assez analogue à celle obtenue à partir de l'amas précédent.



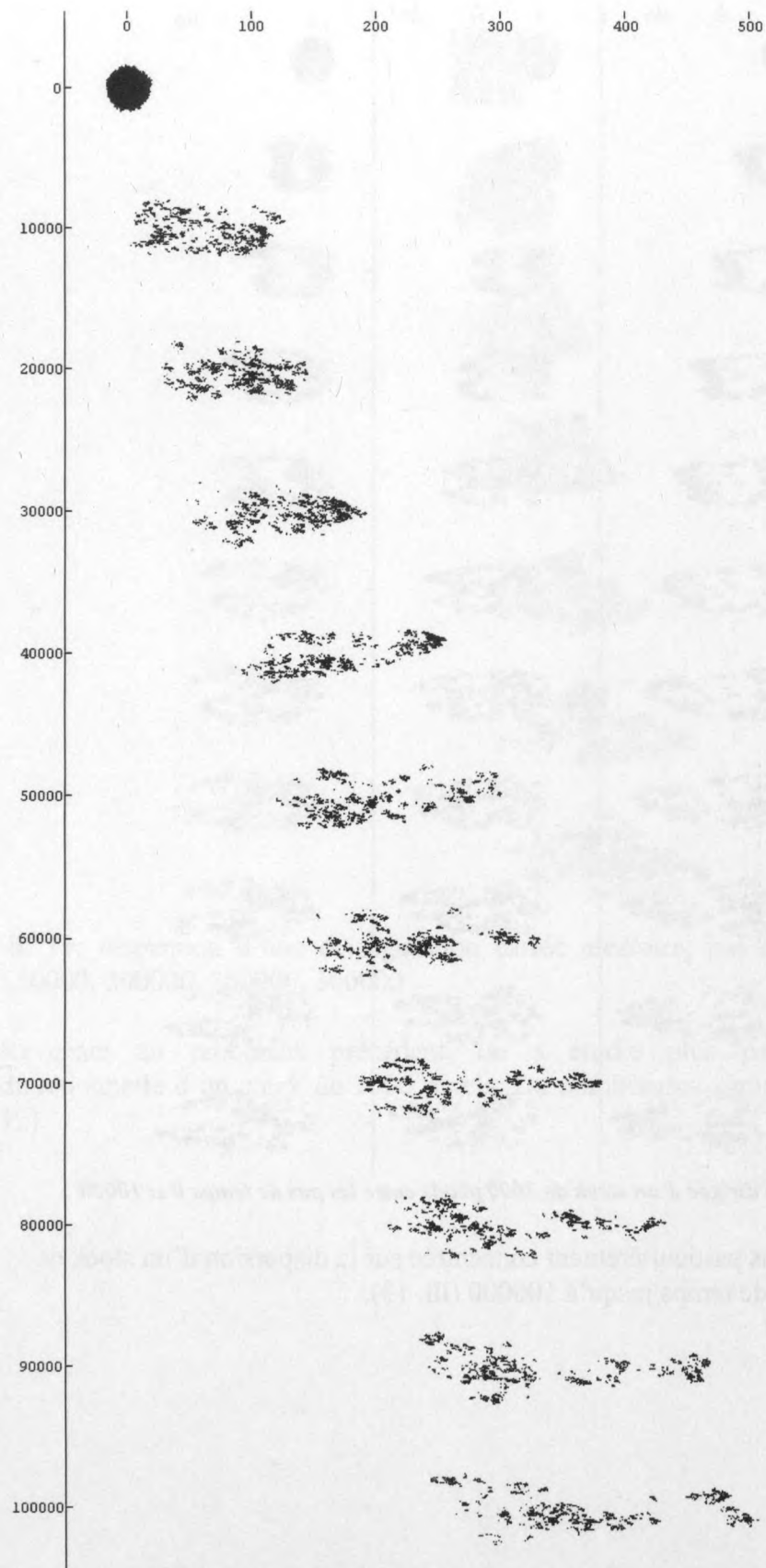
ill. 11: dispersion d'une configuration carrée aléatoire; pas de temps: 0, 50000, 100000, 150000, 200000, 250000, 300000

Revenant au processus précédent, on a étudié plus particulièrement la dispersion directionnelle d'un stock de 1000 pixels. De nombreuses simulations ont été effectuées (ill. 12).



ill. 12: variantes de dispersion dirigée d'un stock de 1000 pixels entre les pas de temps 0 et 10000

L'analyse des résultats s'est plus particulièrement concentrée sur la dispersion d'un stock de 1000 pixels tous les 10000 pas de temps jusqu'à 100000 (ill. 13).

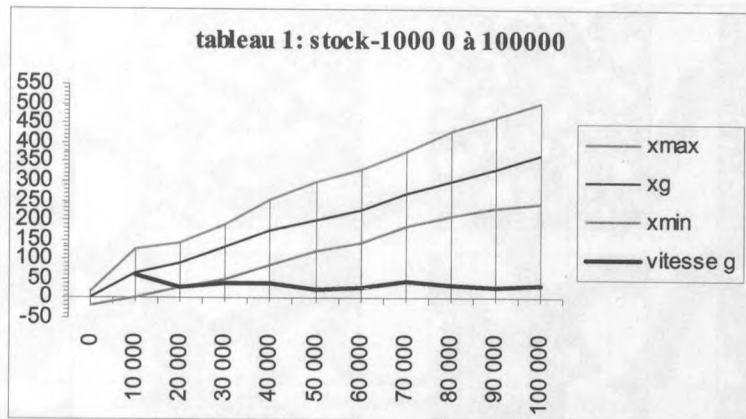


ill. 13: dispersion dirigée d'un stock de 1000 pixels entre les temps 0 et 100000

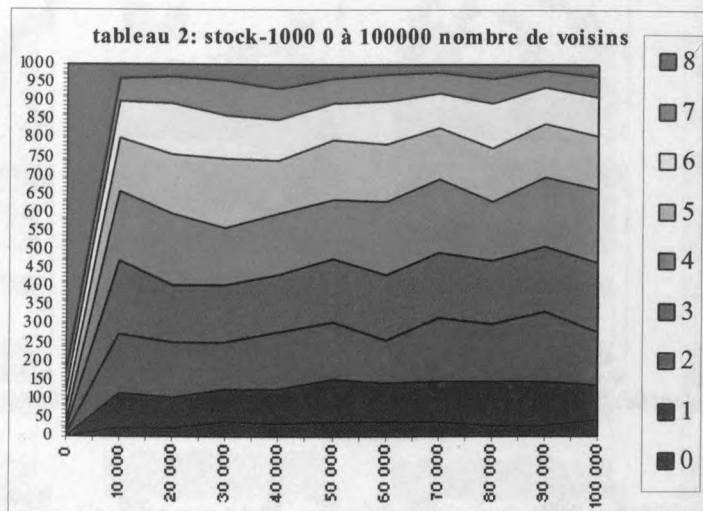
Une première analyse a porté sur les caractéristiques "géométriques" de la dispersion: l'étendue de la configuration et sa vitesse de déplacement (tableau 1).

Puis
voisi
au co
résul

3. R
Dan
sont
aléa
erra
end
et s
con
le n
ave
dist
ron
peu
con
rés

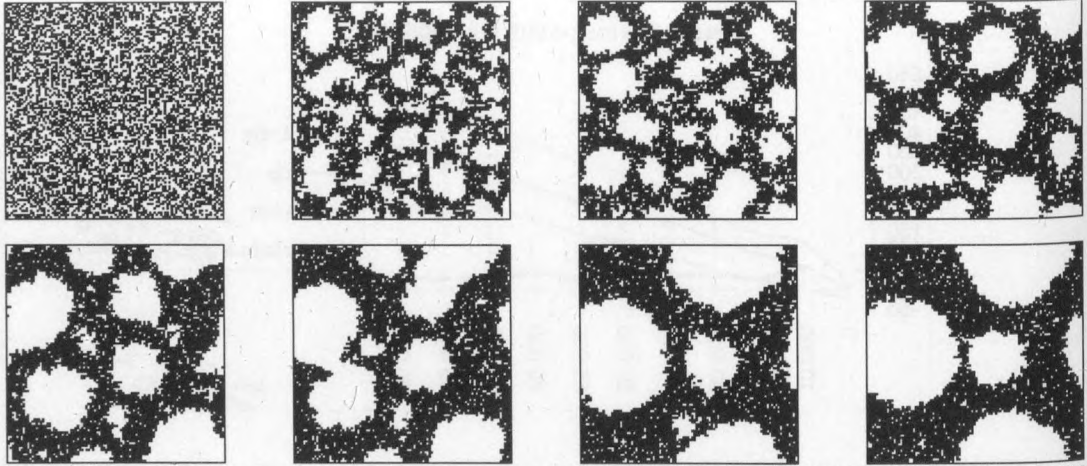


Puis l'analyse s'est portée sur les caractéristiques internes de la configuration. Le nombre de voisins de chaque pixel nous a semblé un bon indicateur (d'autant que c'est bien le paramètre au cœur de tous ces processus). Là aussi, après la toute première phase de dislocation, les résultats montrent une persistance certaine de cet indicateur (tableau 2).

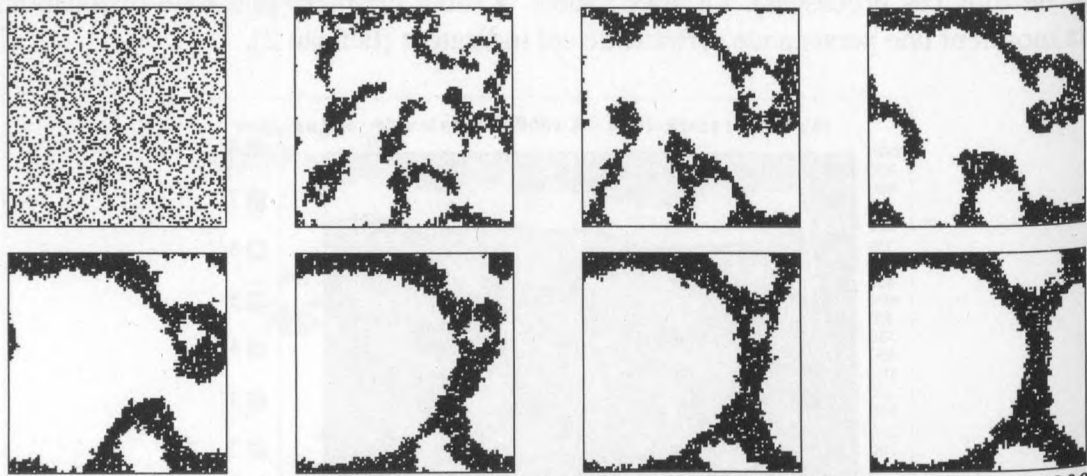


3. Réarrangement

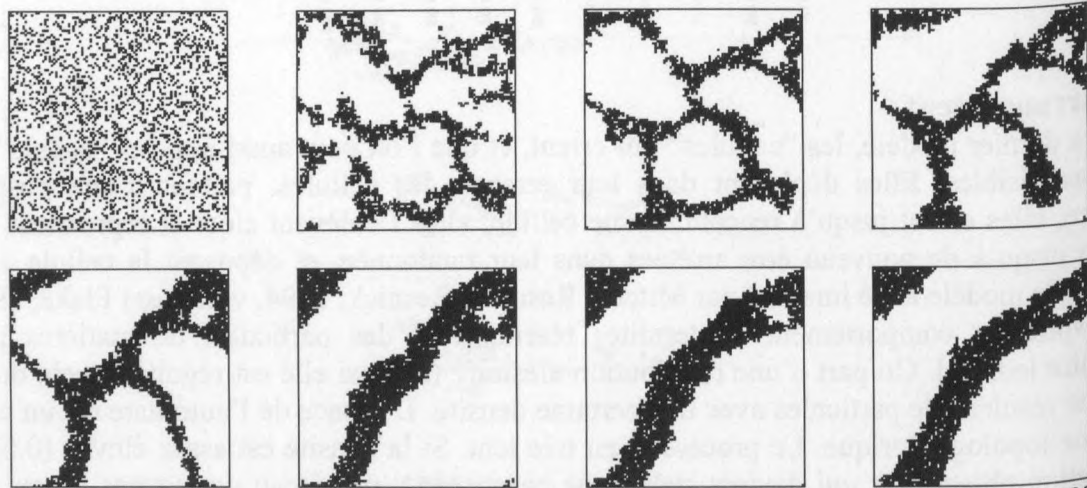
Dans ce dernier modèle, les "cellules" qui errent, et que l'on peut aussi appeler "agents", ne sont pas visibles. Elles déplacent dans leur errance des cellules: partant d'une position aléatoire, elles errent jusqu'à rencontrer une cellule; elles l'enlèvent alors et reprennent leur errance jusqu'à de nouveau être arrêtées dans leur randonnée, et déposent la cellule à cet endroit. Ce modèle a été imaginé par Mitchel Resnick (Resnick, 1994, voir aussi Flake, 1998) et s'inspire du comportement de termites réarrangeant des particules de matières pour construire leur nid. On part d'une distribution aléatoire (mais si elle est régulière, cela donne le même résultat) de particules avec une certaine densité. L'espace de l'automate est un carré avec une topologie torique. Le processus est très lent. Si la densité est assez élevée (0.5), la distribution obtenue, et qui devient stable, est constituée d'un réseau de lacunes à peu près rondes (ill. 14). Si la densité est plus faible (0.25), les lacunes sont plus grandes (ill. 15); il peut même arriver qu'elles cèdent la place à des stries (ill. 16). Pour mieux visualiser les configurations obtenues, et en exploitant la topologie torique, on a étendu les derniers résultats obtenus (ill. 17)



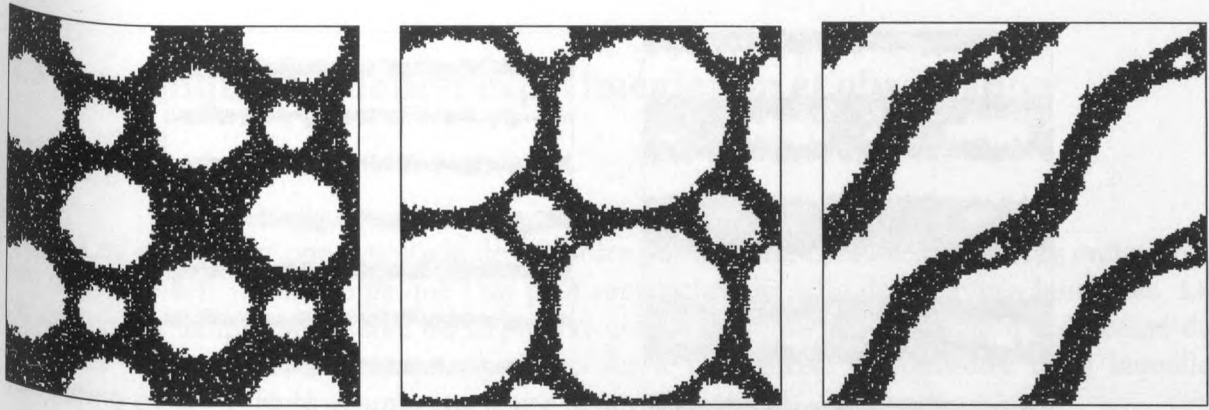
ill. 14: réarrangement; densité: 0.5; pas de temps: 0, 500000, 1000000, 2000000, 3500000, 4500000, 5500000, 10000000; extension du dernier résultat



ill. 15: réarrangement; densité: 0.25; pas de temps: 0, 200000, 400000, 600000, 800000, 1000000, 1200000, 1400000

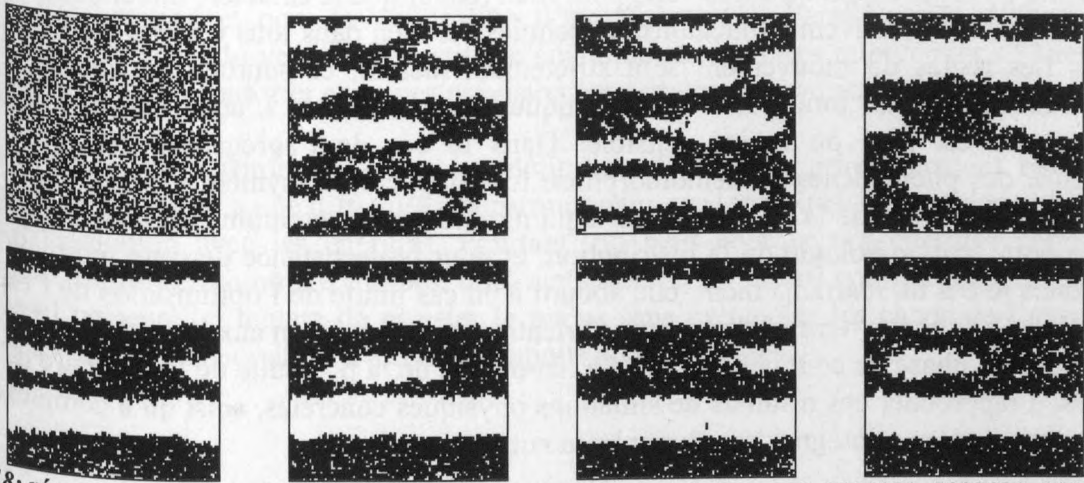


ill. 16: réarrangement; densité: 0.25; pas de temps: 0, 200000, 400000, 600000, 800000, 1000000, 1200000, 1400000

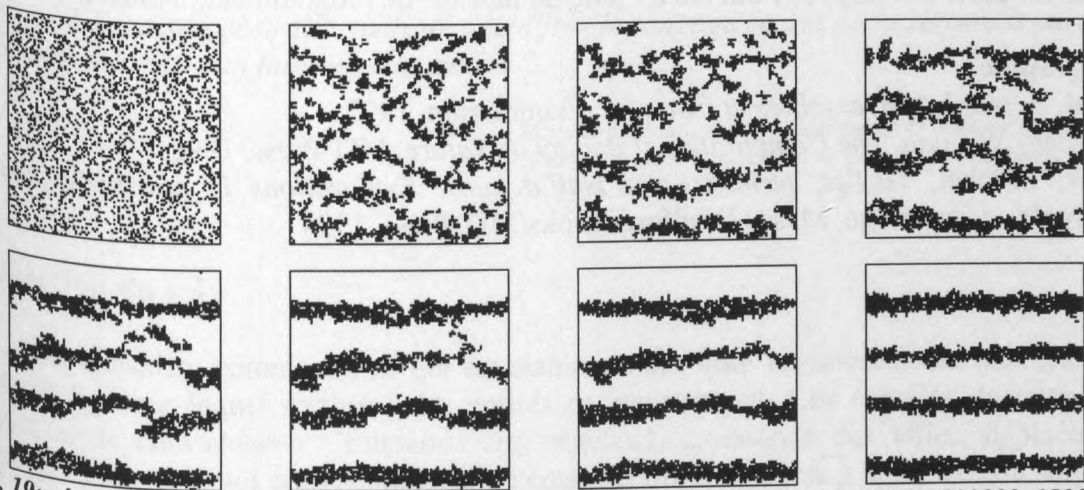


ill. 17: extensions des derniers résultats obtenus

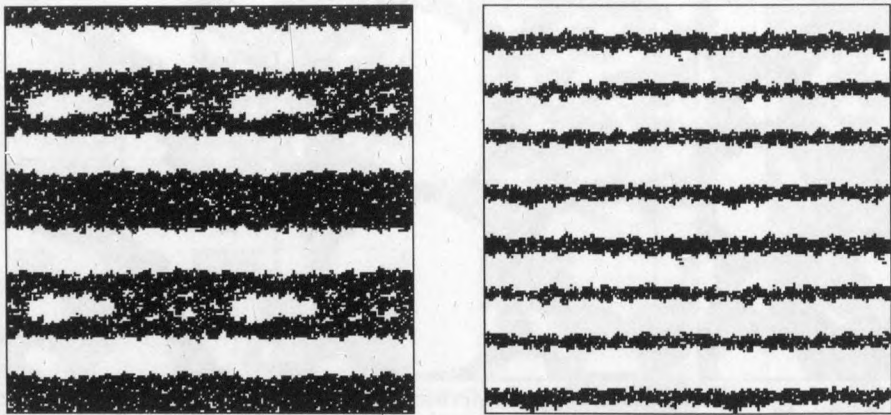
Si l'on assigne une probabilité plus forte à l'une des directions (en fait on choisit une direction privilégiée mais dans un sens pour la première partie de la randonnée (à vide) et dans le sens opposé pour la deuxième), la tendance est nettement à la formation de stries dans la direction choisie, même si, pour une densité assez élevée, des lacunes allongées peuvent persister (ill. 18, 19, extensions: ill. 20).



ill. 18: réarrangement avec direction privilégiée; densité: 0.5; pas de temps: 0, 2000000, 5000000, 7000000, 9000000, 12000000, 17000000, 20000000; extension



ill. 19: réarrangement avec direction privilégiée; densité: 0.25; pas de temps: 0, 50000, 100000, 150000, 200000, 250000, 300000, 1000000



ill. 20: extension des derniers résultats obtenus

Conclusion

Cette première approche s'est attachée à répertorier quelques modèles pour lesquels le mouvement aléatoire était générateur de formes, et à examiner comment une brisure de symétrie dans ce mouvement avait un impact sur les formes générées. On a donc négligé la complexité du mouvement qu'est le vent, pour n'en retenir que le caractère directionnel.

Ceci étant posé, le mouvement aléatoire de cellules est bien dans tous ces cas générateur de formes. Les règles du mouvement sont strictement locales, et pourtant on aboutit à des configurations globales tout à fait caractéristiques et persistantes. L'action de la contrainte directionnelle est plus ou moins sensible. Dans le cas de l'agrégation, elle peut être rapprochée des phénomènes d'anémomorphose (développement asymétrique des arbres, par exemple). Dans le cas de la dispersion, on a pu montrer que la contrainte directionnelle était cruciale pour la morphologie de la distribution, et pour la persistance de cette morphologie. Enfin, dans le cas du réarrangement, elle aboutit à un cas limite de l'optimisation de l'espace à laquelle se livrent les "termites": les stries orientées, par opposition aux lacunes circulaires. Une prochaine phase de ce travail consistera, en-dehors de la poursuite de l'inventaire de tels modèles, à rapprocher ces résultats de situations physiques concrètes, ainsi qu'à complexifier le mouvement, pour y intégrer, par exemple, la notion de rythme.

Note technique

Tous les modèles développés l'ont été à l'aide du langage de programmation *MaxScript*.

Bibliographie

Sapoval, Bernard, *Universalités et fractales*, Flammarion, 1997

Flake, Gary William, *The Computational Beauty of Nature*, MIT Press, 1998

Resnick, Mitchel, *Turtles, termites and traffic jams: Explorations in massively parallel microworlds*, Cambridge, Mass., Bradford Books/MIT Press, 1994

2.3 Dynamique des dunes: expérimentation et observation

Florent Le Corre

Les dunes sont une typologie de territoire particulière, en ce sens que leur mutation a lieu dans une échelle de temps que l'on peut rapprocher de celle des activités humaines. La perception du temps est absente de la plupart des sols habités. Et l'homme n'a de cesse de combattre la temporalité de son sol, d'accéder à la maîtrise du territoire dans laquelle l'évolution est considérée comme une usure ou un péril à venir.

Le présent travail d'étude vise à acquérir une première perception de la dynamique des dunes et ce non pour en comprendre les causes mais pour en apercevoir les interactions. Cette perception est un préalable à la pratique architecturale dans un territoire en mouvance.

La méthode utilisée est une approche expérimentale empirique visant à tester des insertions construites au moyen d'une soufflerie artisanale. Le protocole simple permet un travail d'élaboration et non de vérification d'hypothèses (1). Parallèlement, l'observation directe des stigmates du vent sur le territoire ainsi que sur les rares interventions bâties dans les dunes permet de conforter certaines prévisions et certains phénomènes (2).

Le mouvement du territoire provient par définition d'énergies, principalement marines et éoliennes. Si l'homme a une difficulté à construire dans ces territoires, c'est justement à cause de la cohabitation avec les énergies. Pourtant, on peut aborder ces énergies comme un potentiel, les utiliser comme n'importe quel matériau, ou au moins comme matière à projet. Le travail présenté ici tentera de projeter le temps sans extrapoler les chaos de l'avenir, de donner un champ des possibles à des interventions architecturales.

1 Expérimentation

"A ceux qui désirent apprendre l'art de la prédiction scientifique, je conseille de ne pas s'en rapporter à la raison abstraite, mais de déchiffrer le langage secret de la Nature à partir des documents naturels : les faits expérimentaux."

Max Born - conférence - l'Expérience et la théorie en physique, 1943 - Cité par Pierre-Gilles de Gennes, in «les objets fragiles», Ed. Plon, 1996, p. 55.

La question du sol

On considère comme sol ce qui est stable, ce sur quoi les choses sont ancrées. C'est l'élément figé sur lequel évoluent des entités en mouvement. Les échelles de temps sont diverses et se chevauchent. Croissance des végétaux, croissance des villes, déplacements humains... tout ce à quoi nous sommes directement confrontés a lieu à la surface du sol.

Pourtant, cette définition ne convient pas à la dune. Les relations y sont inversées. Par exemple, ce sont les herbacés qui stabilisent leur sol sableux, ou bien les indestructibles

blockhaus qui flottent à la surface du sable avant parfois de chavirer ou d'être ensevelis. Cette définition ne convient pas, tout simplement parce qu'elle exclut le mécanisme de l'érosion.

Abordons le sol non plus comme une masse mais comme la surface sans épaisseur, interface entre la terre et l'atmosphère. Le sol n'est alors plus une matière mais un état, un cas de figure.

Les particules peuvent devenir terrestres, lorsqu'elles appartiennent au sous-sol ou bien aériennes lorsqu'elles sont poussière en suspension dans l'atmosphère. Le sol est un état transitoire, né pour mourir, le passage obligé entre les deux autres états. Les particules de la terre qui, à un moment donné, se trouvent mises à nu, au contact de l'atmosphère appartiennent au sol. Cette définition permet de comprendre le fonctionnement de l'action éolienne sur une dune de sable.

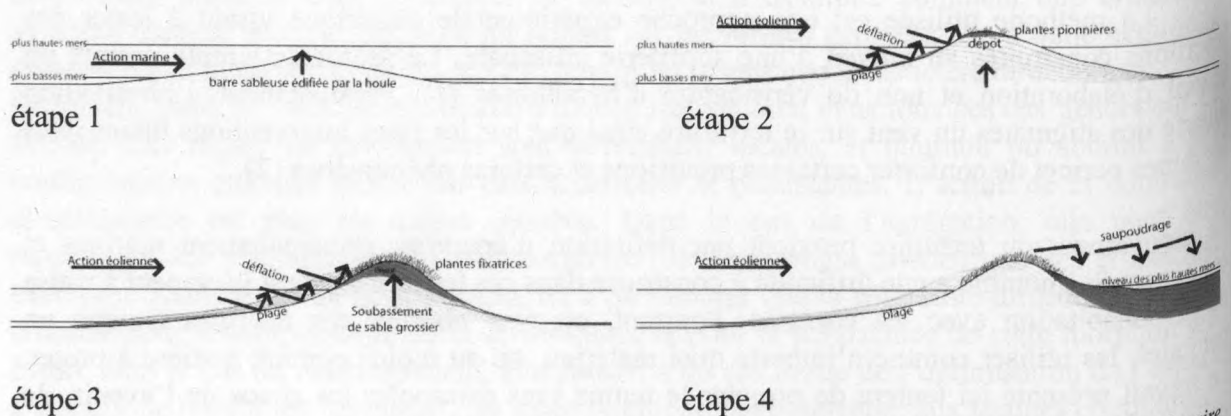


Schéma de formation d'un cordon dunaire

Lorsque la dune se déplace, il ne faut pas interpréter la migration uniforme de la masse de sable. Aucun vent n'en est capable. Ce qui déplace la dune, c'est l'érosion superficielle du sol comme défini précédemment, qui met en jeu les trois états terre, sol, atmosphère.

Les grains de sable du sol sont emportés par le vent et retomberont plus loin, dans une zone plus calme, en tant que sol puis en tant que terre lorsque d'autres grains de l'atmosphère les auront recouverts. Dans le même temps, les grains du stock terrestre mis à nu par l'érosion deviennent sol, puis alimentent ce processus d'érosion.

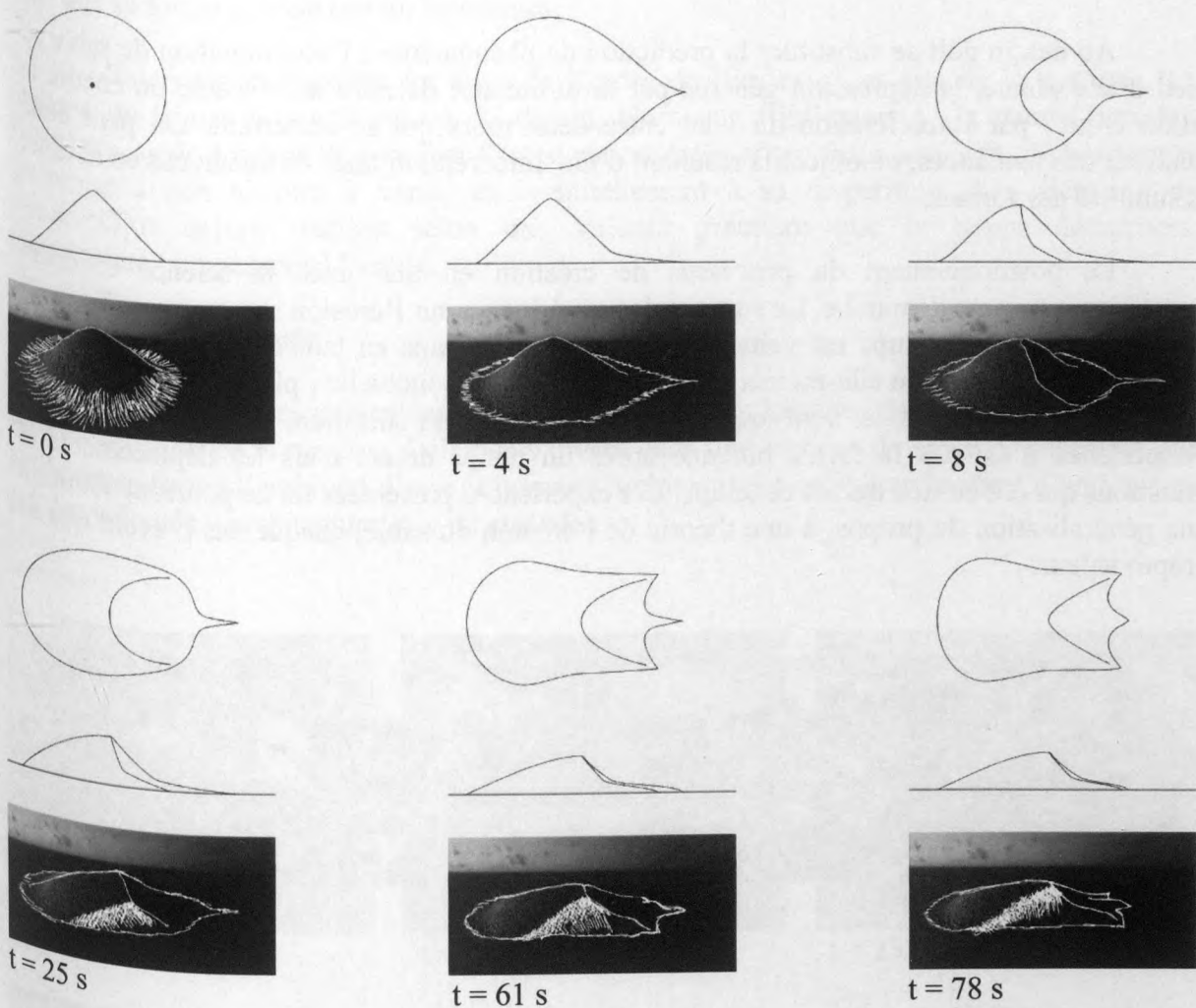
Ainsi, la surface sans masse qu'est le sol est l'unique siège des énergies cinétiques de la dune. Et si l'érosion n'intervient pas sur la masse mais au contraire très localement, sur une région de quelques millimètres d'épaisseur, on peut plus légitimement imaginer de la bloquer ou au contraire de l'amplifier.

La démarche de conception entreprise, tout comme la végétation qui peuple les dunes fonctionne d'ailleurs ainsi. En s'interposant entre le vent et le sol sableux, cette dernière annule l'action éolienne et interdit l'érosion. Ainsi, passivement, ce sont les fragiles pousses d'herbacés qui retiennent des quantités colossales de sable.

On introduit ici la notion du seuil critique, sorte d'outil sous-jacent de toute la démarche. Il s'agit de l'exercice d'une force sous laquelle rien ne se passe et au-dessus de

laquelle tout est bouleversé. La dune n'admet pas la demi-mesure. Le seuil du vent critique, de la pente d'avalanche critique, voire même le "seuil de végétation critique" utilisent l'idée de la petite action, grande conséquence.

A propos de l'évidence



Manipuler la dynamique du sable, amène à se confronter au problème de l'évidence, c'est à dire de l'intuition a priori d'un résultat. L'expérience présentée ici est intéressante par la simplicité des données de départ, et par leur reproductibilité.

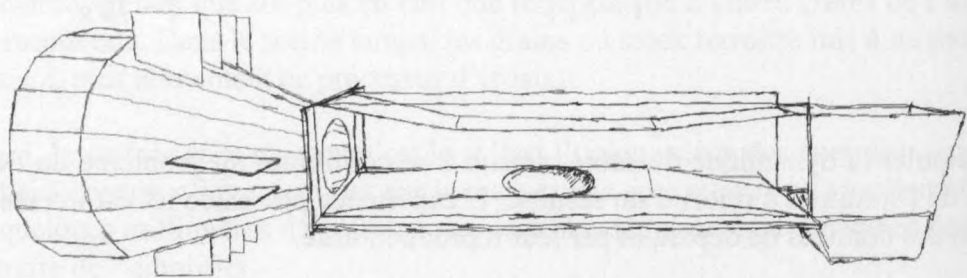
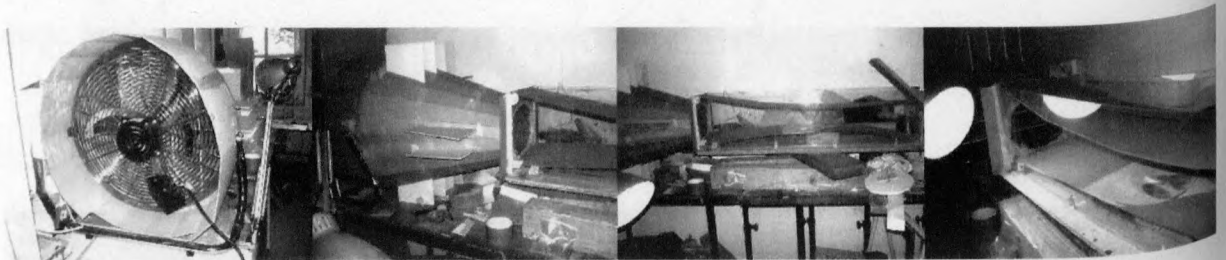
Pourtant, la métamorphose de ce cône ne correspond à aucune référence intuitive qui la rendrait prévisible. La morphologie obtenue semble inattendue. L'expérience peut être pourtant réitérée, on observe toujours les mêmes lignes directrices. L'histoire du vent, son intensité, ses variations, garderont trace par des proportions différentes, mais la ligne de crête parabolique et les trois points caractérisent toujours le volume, preuve que l'inattendu ne sous-tend pas ici le hasard.

De plus, le concept même du résultat est relatif. La forme produite est en continuelle mutation. On peut alors ponctuellement dessiner le résultat d'un moment précis, qui n'est en aucun cas un aboutissement. Ou alors, on peut aborder cette mutation comme le résultat en soit.

Lorsqu'on cherche à intégrer le sable comme matière d'architecture, la forme et son mouvement n'apparaissent qu'a posteriori. La recherche d'un résultat, d'une qualité spatiale se fait dans l'abstraction formelle, sans aucune évidence prédictive de la mise en œuvre.

Au dessin doit se substituer la prédiction de phénomènes : l'accumulation de sable au pied d'une plante, la dépression générée par la turbulence derrière un obstacle ou encore le sillon creusé par l'accélération du vent entre deux murs qui se resserrent. On peut donc qualifier des tendances, ou objectifs résultant d'une intervention mais en aucun cas en aborder la subtilité des formes.

Le positionnement du processus de création en lien avec la science retiendra l'empirisme comme démarche. Le support des expériences sur l'érosion sera une soufflerie. Si la représentation du temps est vaine, il faut utiliser le temps en tant que tel. La soufflerie reflète alors la démarche elle-même. L'action est datée et ponctuelle : placer un objet sur une masse de sable. C'est le vent qui se charge de la formalisation. L'aboutissement de l'expérience n'est pas la forme obtenue après un temps donné mais les déplacements et mutations qui ont eu lieu durant ce temps. Les expériences présentées ici ne pourront aboutir à une généralisation du propos, à une théorie de l'érosion du sable, chaque cas n'ayant que sa propre valeur.



Dispositif expérimental

Les conditions expérimentales ne seront pas quantifiées. La vitesse du vent, la mise à l'échelle de la granulométrie du sable et des molécules d'air, son hygrométrie, sont autant de variables qu'il est aujourd'hui impossible de transposer dans un réalité autre que l'expérience elle-même. Les phénomènes liés au sable sont une somme de chaos incalculables dont certains mécanismes n'ont pas encore été élucidés.

Dans l'environnement réel, on peut connaître le vent passé du lieu, établir des moyennes. Mais l'avenir est inconnu. La moyenne des vents du passé n'est pas la prédiction de ceux de l'avenir, mais juste une description d'un futur plausible et donc nécessairement faux.

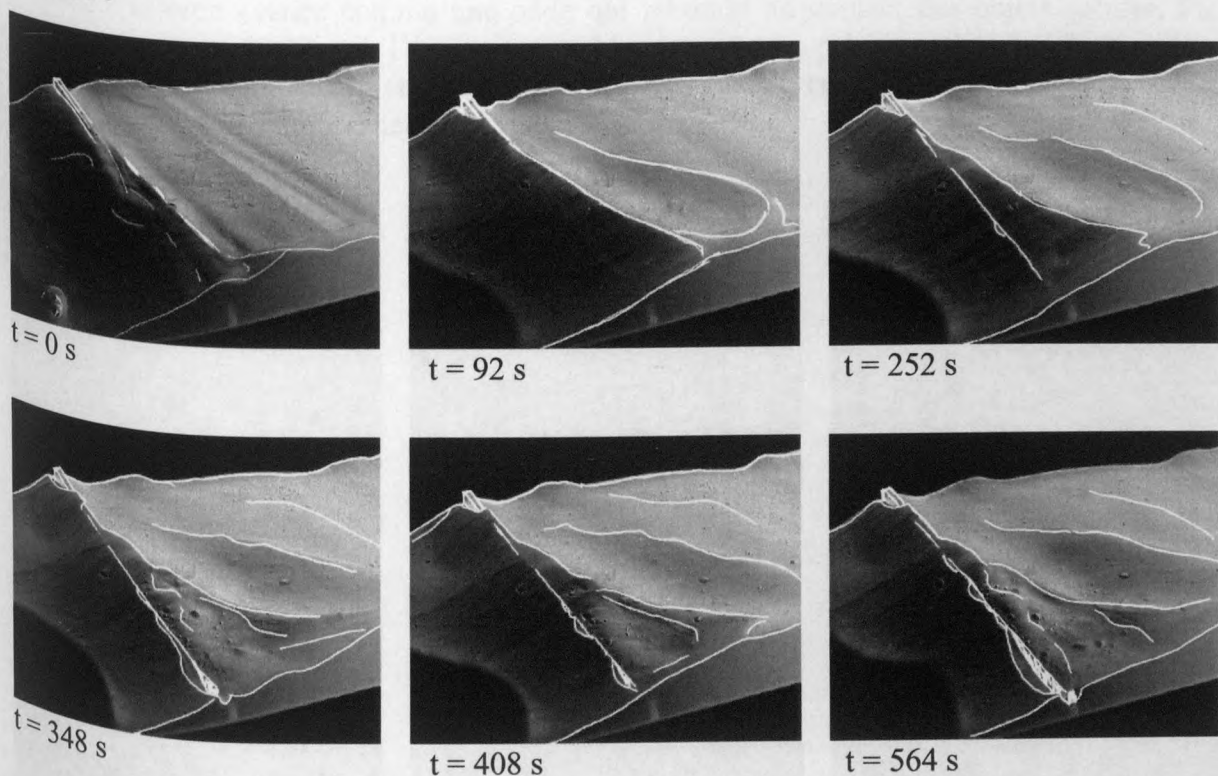
Les essais issus de la soufflerie représentent des approximations sans échelle de certaines tendances. Là où le tas de sable se creuse, il est possible de dire qu'une certaine dépression interviendrait dans la dune. L'échelle physique et temporelle de la conséquence ainsi que sa forme précise restent inconnues.

L'intervention possible est alors de l'ordre de l'inflexion et non de la maîtrise. La maîtrise de la nature aurait relevé du dessin, alors que l'inflexion de la nature introduit l'aléatoire, seule à même de concilier l'intervention datée et son futur non écrit, d'abandonner un projet à son histoire à venir, et éventuellement à sa disparition. Les éléments de l'intervention seront réalisés selon une volonté première que le temps détournera, transcendera ou poussera à l'échec.

expériences sur le temps

Les expériences présentées ici sont indépendantes les unes des autres. Leur objectif est l'observation de la réaction d'éléments divers dans une étendue de sable. L'ensemble des expériences forme l'embryon d'une grammaire architecturale qu'il conviendrait d'enrichir au gré des volontés « architecturales » ou spatiales.

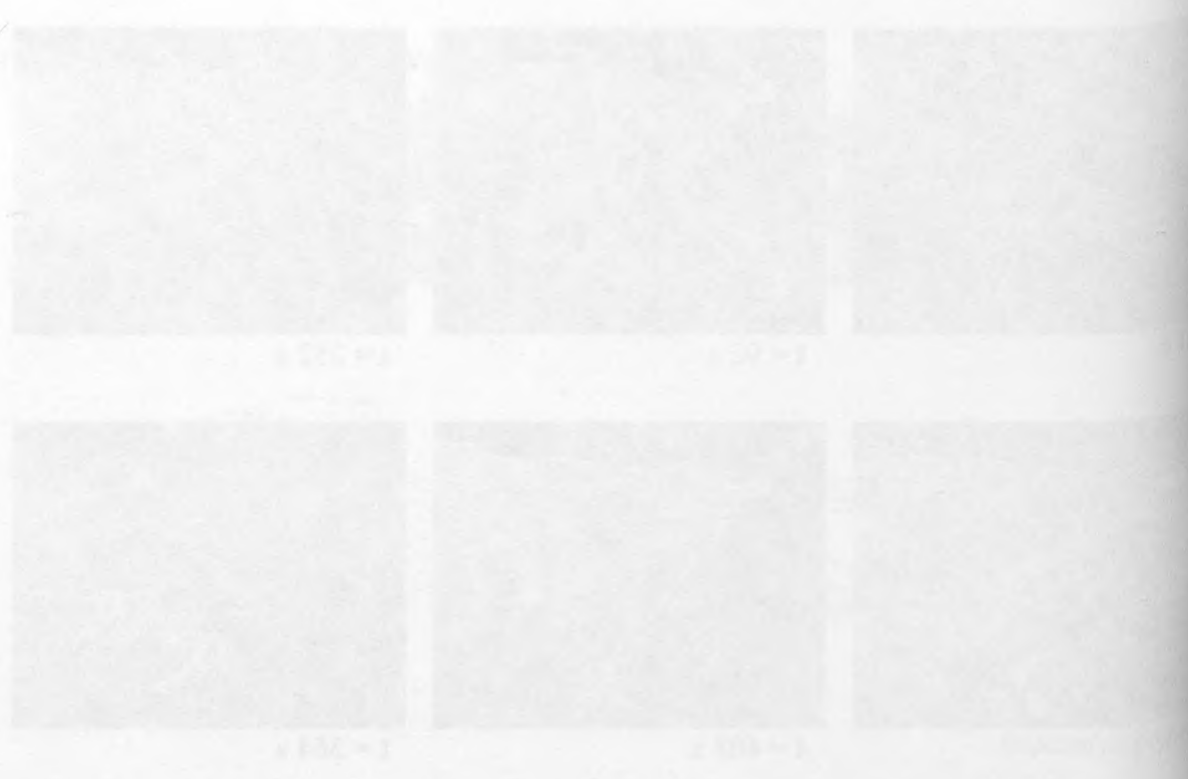
expérience 1



L'érosion normale de la dune progresse lentement dans un premier temps. Ensuite, le rempart solide émerge et génère une turbulence qui relance brutalement le processus. La surface du sol à l'arrière de l'élément semble se dissoudre. Dans le même temps, la face au

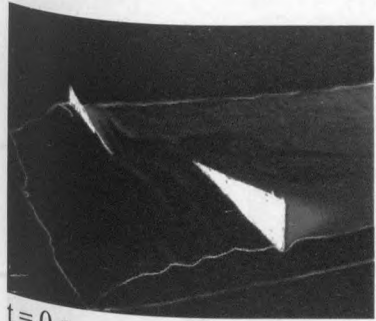
vent de l'élément se désensable progressivement. L'ensemble retrouve par la suite un équilibre relatif, et l'érosion redevient lente et progressive.

Le vent de l'élément se désensable progressivement. L'ensemble retrouve par la suite un équilibre relatif, et l'érosion redevient lente et progressive.

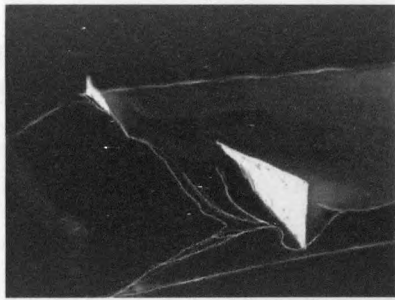


expérie
t = 0
t = 7
obst
Mor
glob
anal
com
véhi
expé
t =
t =

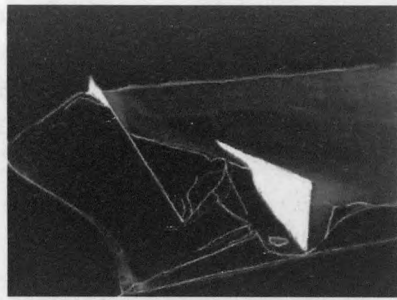
expérience 2



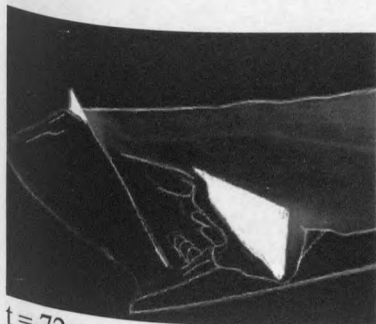
t = 0 s



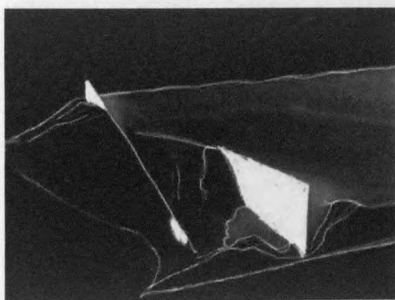
t = 24 s



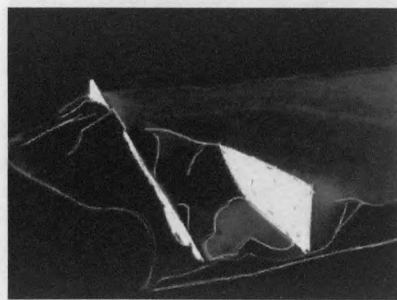
t = 48 s



t = 72 s



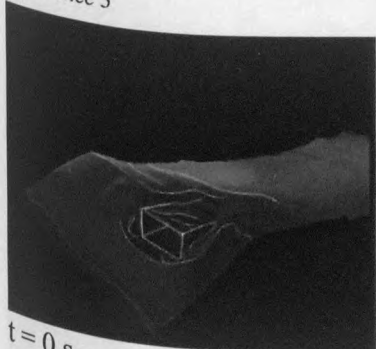
t = 96 s



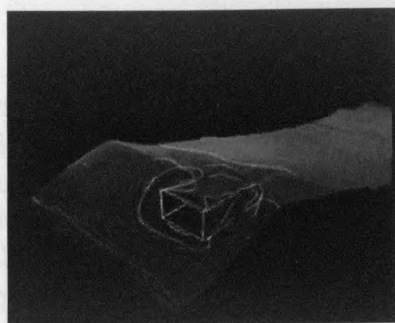
t = 256 s

Deux voiles triangulaires se succèdent face au vent. L'érosion autour du second obstacle découvre le premier. Il se forme alors un couloir qui dévie l'écoulement. Momentanément, la direction de l'érosion est opposée à celle du vent dominant. Dans la durée globale, l'érosion avance comme une onde qui rebondit au contact des objets solides. Par analogie, on pourrait dire que l'évolution semble respecter les principes de rebonds, prend en compte les angles incidents et réfléchis. L'érosion avance comme une onde perturbée et véhiculée par son environnement.

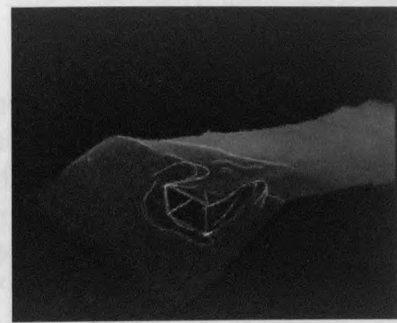
expérience 3



t = 0 s



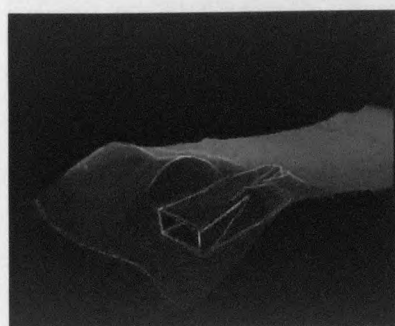
t = 62 s



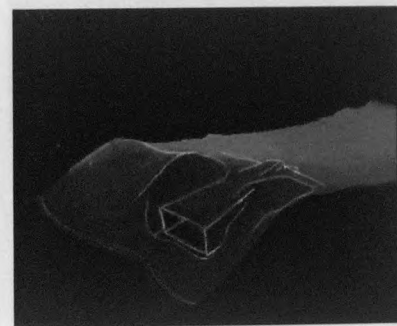
t = 122 s



t = 242 s



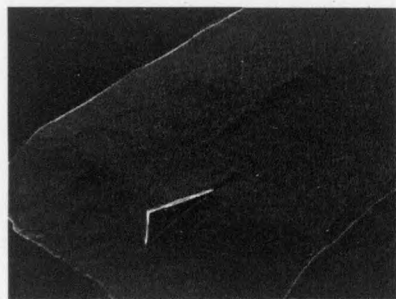
t = 360 s



t = 407 s

Cette simulation montre la réaction d'un objet massif inséré en haut de la crête de dune. L'écoulement de l'air sur cet obstacle massif est accéléré autour de l'objet, accentuant l'érosion. Lorsqu'il est finalement déchaussé, des concavités de sable apparaissent. Il s'y produit des encoches éoliennes qui relancent une seconde étape du processus d'érosion. Le basculement est alors inéluctable. Cette simulation donne une lecture dans le temps du basculement des bunkers du littoral.

expérience 4



t = 0 s



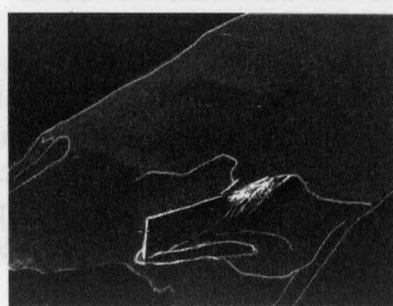
t = 84 s



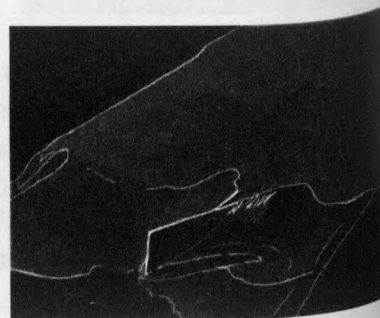
t = 168 s



t = 236 s



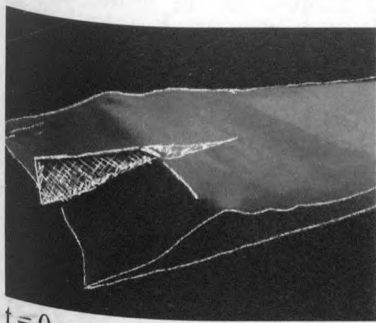
t = 340 s



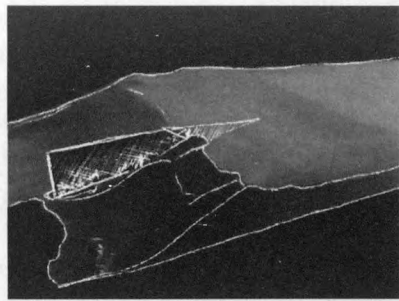
t = 404 s

Une paroi fend l'écoulement d'air. Le flux divisé est dévié de chaque côté de la paroi. L'érosion est accentuée de chaque côté, aux alentours de l'élément. Par contre, l'axe qui prolonge la paroi demeure stable. Les particules s'y maintiennent à la limite de l'avalanche, preuve que l'action de l'érosion est locale ; des zones d'érosion intense pouvant intervenir sans perturber les zones protégées pourtant très proches.. L'écoulement granulaire, à la différence des fluides tels que l'eau et l'air, ne transmet pas de proche en proche, les forces qui s'exercent sur lui. Il n'est donc pas visqueux.

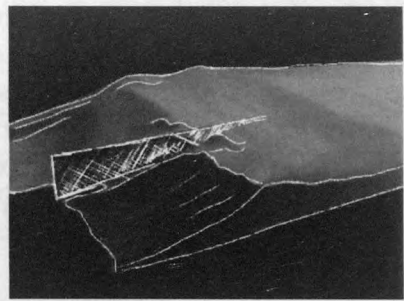
expérience 5



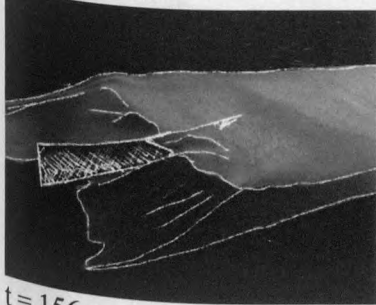
t = 0 s



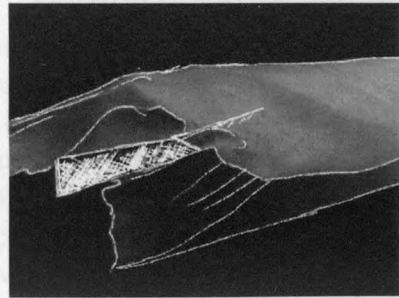
t = 8 s



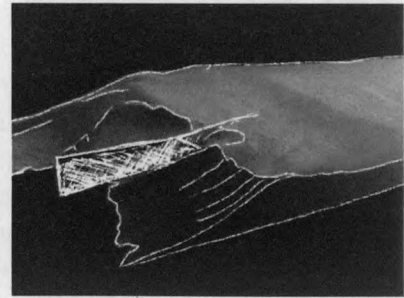
t = 36 s



t = 156 s



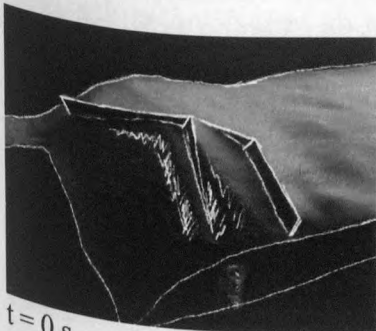
t = 264 s



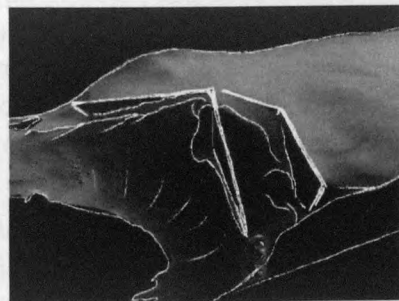
t = 373 s

Dans cette installation similaire à la précédente, La paroi est pliée pour infléchir l'écoulement de l'air. L'érosion est amplifiée du côté intérieur de la paroi.

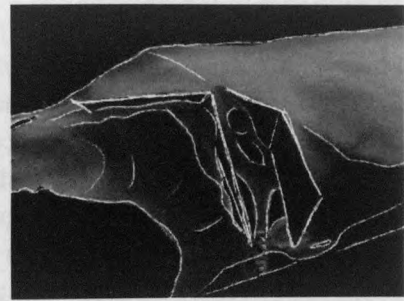
expérience 6



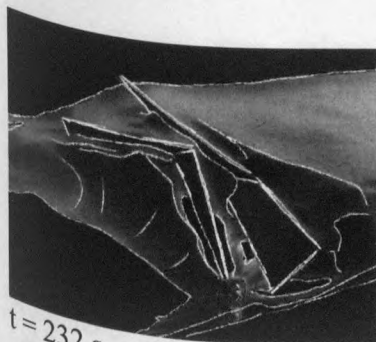
t = 0 s



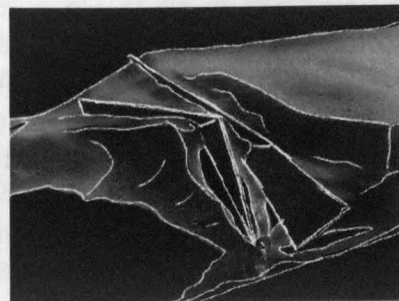
t = 84 s



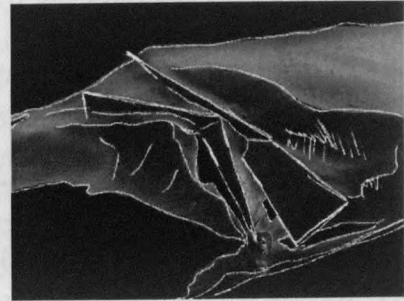
t = 156 s



t = 232 s



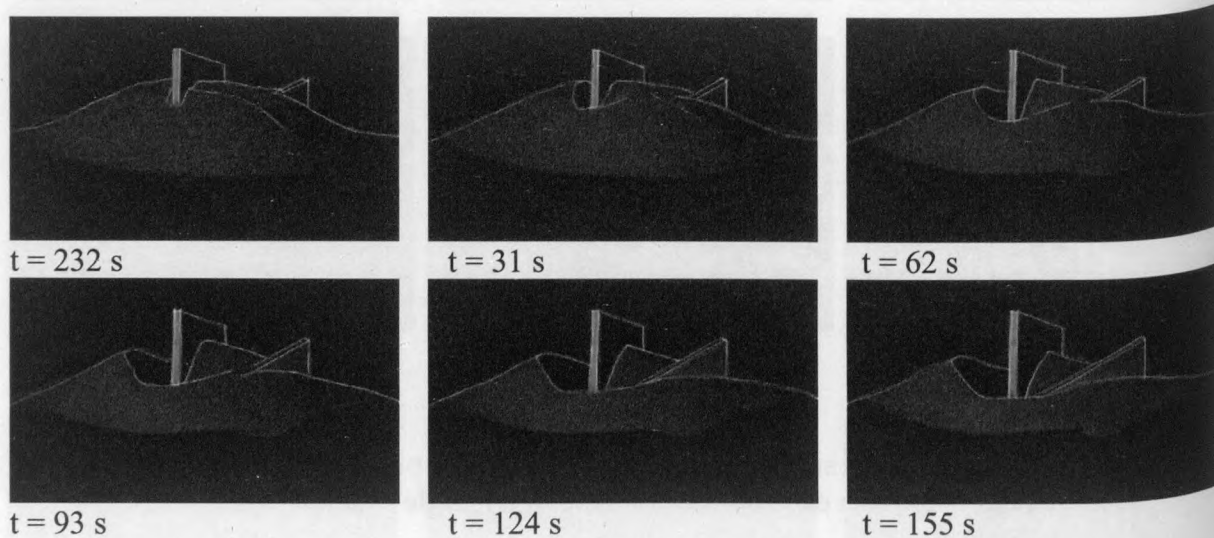
t = 308 s



t = 384 s

Ici, les éléments installés émergent du sol sur toute la largeur de la veine de la soufflerie provoquant une perturbation telle que toute la masse de sable environnante est détruite. Au début, le premier élément provoque l'élévation du front sableux et empêche la progression globale de la masse des grains. L'énergie éolienne est alors transmise plus en arrière. La proximité des deux éléments rend l'écoulement particulièrement turbulent et amplifie la disparition du sable. Lorsque la vague d'érosion a dépassé la région des deux éléments perturbateurs, elle poursuit son évolution lente et régulière à l'arrière plan.

expérience 7



Deux voiles verticales convergent face au vent. Leur face extérieure, soumise directement au vent, érode le sable à leur base par l'accélération du vent dévié, et dégagent ainsi leur base. Par contre, l'espace intérieur, entre les deux éléments, conserve son stock de sable. L'air entre ces deux parois décélère. L'écoulement moins rapide ne permet plus l'érosion. Cette zone est même susceptible de recevoir et accumuler les grains érodés en amont. L'accélération de l'écoulement entre des parois convergentes et le phénomène réciproque de décélération entre deux parois divergentes se nomme l'effet Venturi : un volume de fluide s'écoulant dans une section, a un débit supérieur au même volume s'écoulant dans une section de plus grande superficie. Lorsque la section réduit progressivement, l'écoulement accélère et inversement.

Conclusion des expériences

Les expériences révèlent quelques constantes qui se sont répétées au fil des différents essais.

La masse de sable trouve naturellement un relatif équilibre. L'érosion y est progressive. Le profil de la dune trouve rapidement un certain aérodynamisme. L'érosion est alors lente, et seules les variations de la direction et de l'intensité de l'écoulement peuvent générer des soubresauts. La dune se déforme sous le vent tandis que le vent trouve le chemin de son écoulement dans le relief de la dune. Leurs fonctionnements sont réciproques et la forme de la surface du sol appartient au sable autant qu'à l'air.

Les éléments insérés sont des corps étrangers à la dune. Ils ne se présentent alors pas comme des éléments appartenant au mécanisme de l'érosion mais comme des agents perturbateurs, que la masse de sable tend à rejeter dans un premier temps. L'assaut du vent sur

les éléments insérés durant les expériences est rapide et ses conséquences sont souvent importantes. Lorsque l'équilibre y est retrouvé, l'érosion continue sa progression lente sur le reste de la masse de sable.

Si l'échelle de temps de l'intervention n'est pas quantifiable, on peut d'ores et déjà observer des étapes. Tout d'abord le moment zéro de l'intervention a lieu sur un sol en équilibre relatif. Cette date impulse une activité locale intense qui ira vers une nouvelle stabilisation, c'est à dire à une topographie nouvelle de la dune. L'intervention ne génère pas un mouvement perpétuel, un bouleversement destructeur mais une perturbation que la nature doit s'approprier. C'est dans ce laps de temps que l'intervention se construit.

S'il est question de destruction, c'est du côté du rapport de l'intervention au sol qu'on peut l'énoncer. Un obstacle massif accélère l'écoulement de l'air autour de lui. L'érosion à sa base s'accroît jusqu'à ce que le sol se dérobe sous lui. S'en suit le basculement de l'élément qui perd alors l'usage pour lequel on l'a implanté. Les expériences nous apprennent que c'est l'orientation d'une paroi par rapport au vent qui influence son impact sur le sol. La relation frontale d'une paroi avec le vent gêne l'écoulement et entraîne turbulences et encoches aux frontières avec le sol. A l'inverse, une paroi qui fend l'air, dévie le vent en flux laminaire. L'écoulement de l'air est alors manipulée, accélérée ou décélérée, participe à l'érosion, mais le voisinage direct de la paroi n'est pas bouleversé par des micro-phénomènes turbulents.

L'expérimentation en soufflerie permet de dégager des typologies et d'aborder une vision accélérée du temps. Mais il convient d'en évoquer les limites. Il est important de ne pas comprendre ses résultats comme une modélisation miniaturisée (en terme d'échelle spatiale et temporelle). Pour compléter les observations expérimentales, l'observation du réel permet de quantifier des effets dans le temps et l'espace. Par exemple, concernant les domaines bâtis, on peut constater le déplacement des bunkers du littoral après une soixantaine d'années et en déduire un ordre de grandeur de leur vitesse.

2 Observation du réel

L'observation d'un lieu s'appuie sur le visible. Ici, l'essence du lieu réside dans l'invisible. Nous avons vu précédemment que la notion de sol est indissociable de l'atmosphère. C'est sous cet angle qu'un nouveau regard doit être trouvé.

Lorsque nous parlons du sable, il est question de fluide, de liquide, de solide, mais surtout d'une imbrication de ces états. Si le sable des dunes est considéré, à l'instar de l'air, comme un fluide, il n'est alors aucune raison de considérer sa surface comme la fin de tout, comme la frontière avec le vide. Il est possible déambuler à la surface de la dune. Cette liberté de circuler ne signifie pas qu'on ne soit au milieu de rien. La surface du sable est la frontière d'une autre matière qui appartient autant qu'elle au lieu. Nous sommes ici dans l'imbrication des choses et la compréhension des interfaces n'est que l'expression équilibrée des éléments en contact. L'air et le sable sont des moules et contre-moules réciproques.



Les arbres de l'isthme de Quiberon, influencés dans leur croissance par le vent deviennent une sorte de modélisation des forces éoliennes dominantes.

L'invisibilité du vent qui enveloppe les dunes incite au résumé. Pourtant ce vent n'est pas le vent en général. C'est le vent d'un lieu, tant influent sur le lieu qu'influencé par lui. Et l'influence dessine l'invisible. La dune est autant dessinée par le vent qu'elle le dessine.

Nous avons vu que le mouvement de la masse de sable n'est pas homogène, qu'elle ne se déplace pas sur toute son épaisseur, et que c'est cela qui qualifie l'interface en tant que sol.

Si le sable est un matériau particulier mi solide mi fluide, l'air est une matière mieux définie, un fluide à part entière, dont les propriétés visqueuses entretiennent une réaction de la masse d'air avec le sol.

La viscosité signifie qu'il s'y exerce des frottements internes qui transmettent de proche en proche la rugosité du sol jusqu'à une certaine altitude. L'attraction mutuelle des molécules d'air explique aussi les turbulences de l'écoulement de l'air, prédominantes à l'intérieur de la couche limite.



Une encoche éolienne progresse au contact des deux matières (sable et végétation). La cohérence des herbes rases peu sensibles à l'érosion accentue d'autant l'érosion du sable nu, voisin. L'encoche dessine la turbulence du vent.

Conclusion

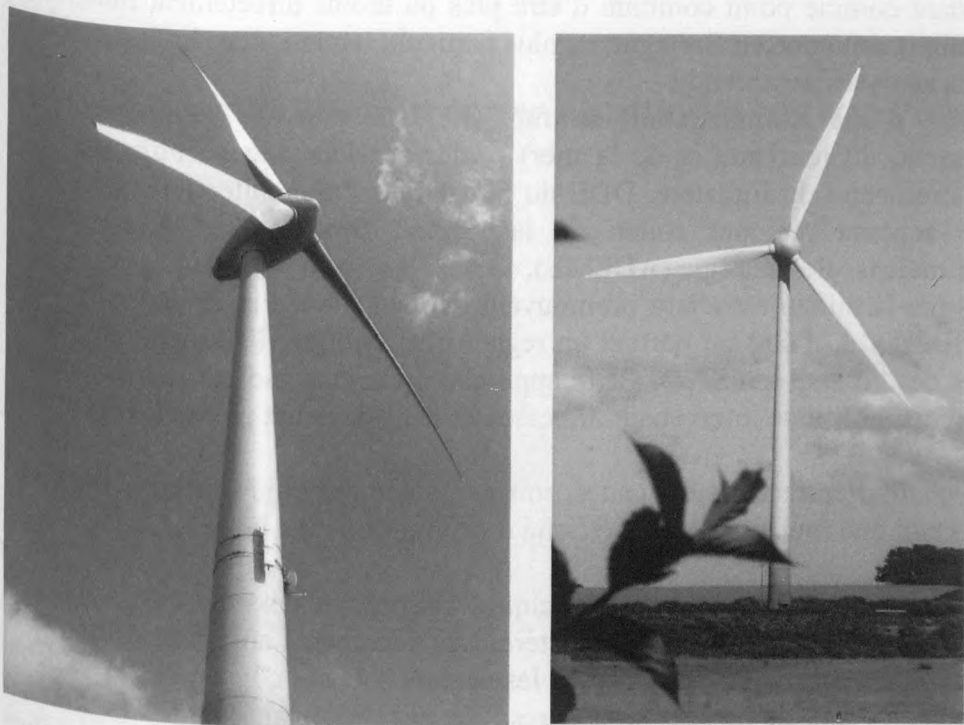
La conception architecturale s'élabore habituellement par une phase de projet, puis sa réalisation. Un projet se termine quand on en pose la première pierre. L'intervention est donc ponctuelle. Le site est compris comme une donnée de départ, datée. Les éventuelles mutations du milieu futur ne sont pas prises en compte car soit imprévisibles, soit imperceptibles à une échelle temporelle raisonnable. Les dunes sont une typologie de territoire particulière, en ce sens que leur mutation a lieu dans une échelle de temps que l'on peut rapprocher de celle des activités humaines. La culture du statique fermement ancrée dans notre société, nous interdit d'envisager d'intervenir sur des territoires que nous considérons comme instables. La mutation rapide d'un territoire comme les dunes ne devrait peut-être pas nous effrayer mais au contraire nous interroger sur la temporalité et la finitude de nos réalisations.

Bibliographie

- Thomas et le voyageur, Gilles Clément, Ed. Albin Michel Paris, 1997.
- Les dunes de Bretagne : aménagement et gestion, J. P. Dubreuil, Ed. Ministère de l'environnement Paris, 1984.
- Sables émouvants, la physique du sable au quotidien, Jacques Duran, Ed. Belin pour la science Paris, collection Bibliothèque scientifique, 2003.
- Les objets fragiles, Pierre-Gilles de Gennes, Jacques Badoz, Ed. Plon Paris, 1994, réédition Pocket Paris, 1996.
- Structure form and movement, Heinrich Hertel, Ed. Reinhold publishing corporation, New York, 1963
- Etude des effets du vent dans le domaine bâti à l'aide d'un dispositif de simulation, Ministère des affaires culturelles, Nantes 1973.
- Les formes dans la nature, Peter S. Stevens, Ed. Seuil, coll. Science ouverte 1978.

2.4 Vent et éoliennes en représentations

Véronique Van Tilbeurgh



Le développement de la filière éolienne s'inscrit dans un contexte social, politique, économique et technico-scientifique particulier. De nouvelles exigences de développement durable portées par les acteurs sociaux dans des processus de concertation, la mondialisation des problèmes environnementaux (l'effet de serre par exemple), la croissance du prix des énergies fossiles et la diffusion d'une connaissance écologique sur le milieu naturel se concrétisant par la mise au point de techniques plus respectueuses de l'environnement, sont autant de facteurs qui interfèrent dans le débat public sur l'éolien aujourd'hui. Dans ce contexte renouvelé, s'interroger sur l'intégration sociale des éoliennes dans un territoire débute par un questionnement sur les représentations sociales du vent et leurs liens avec l'énergie éolienne. En effet, les individus ou/et les collectivités face à l'incertitude de la nouveauté se construisent «des systèmes explicatifs qui correspondent à l'état des connaissances scientifiques et leur vulgarisation médiatique, mais aussi à leur propre culture, histoire, expérience, etc»³. Les représentations sociales correspondent donc à une forme de connaissance de l'homme sur son environnement lui permettant d'agir dessus. «Elles

³ C. Aspe, *L'eau en représentations, gestion des milieux aquatiques et représentations sociales*, Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, 1999.

informent les comportements, organisent les discours et inversement sont remaniées par les pratiques». Toutes les représentations, qu'elles émanent d'univers techniques, scientifiques, administratifs ou autres, correspondent à des formes de construction de la réalité, mais elles possèdent des légitimités sociales différenciées suivant les cultures, les époques et les situations. Leur identification permet de comprendre les enjeux des mobilisations qu'elles suscitent.

L'objectif de cette recherche est de caractériser les différentes représentations du vent et leurs liens avec l'énergie éolienne. Cette analyse repose principalement sur un travail de collecte des données fondé sur des documents. Divers types de supports ont été pris en compte, tous possédant comme point commun d'être plus ou moins directement intégrés au débat public sur la filière éolienne en Bretagne et, plus particulièrement, dans le Finistère⁴. Le corpus de documents analysés comprend :

- ceux émanant d'une administration centrale (Le ministère de l'équipement, des transports, du logement, du tourisme et de la mer) et des services déconcentrés de l'Etat (DIREN-Bretagne, Préfecture du Finistère, DDE du Finistère), d'une collectivité territoriale (documents sur le schéma régional éolien de la Région Bretagne) et d'une agence gouvernementale de maîtrise de l'énergie (ADEME).

- ceux publiés par le milieu associatif promouvant l'éolien (Avel Pen ar bed et la Ligue de Protection des Oiseaux, «LPO») ou portant un regard plus critique (l'Association pour la Protection des Sites des Abers, «APSA»). Cette approche a été enrichie par des documents produits par le seul parti politique intervenant directement dans ce débat public (la section de Brest des Verts).

- enfin ceux venant d'entreprises éoliennes, soit implantée dans le Finistère (Juwi), soit acteur du marché en tant que fournisseur d'électricité d'origine éolienne (EDF).

A ce corpus documentaire, il faut ajouter quelques informations extraites des entretiens effectués lors de l'enquête de terrain dans le Finistère. Les documents analysés sont, pour la plupart, accessibles sur internet, permettant à tous les acteurs sociaux concernés par le débat public d'y avoir accès. Ils sont de différentes natures : les uns présentant une association sur un site, d'autres correspondant à des argumentaires très approfondis pour promouvoir l'éolien ou, au contraire, pour construire un regard critique sur cette énergie, d'autres encore consistent en des recommandations pour conduire des projets éoliens. Nous avons tenu compte de ces différents registres pour mener l'analyse.

Avant d'étudier plus précisément le contenu des différentes représentations du vent et de l'éolien, une première synthèse de ces documents a permis de constater que les positions face à l'éolien se répartissent autour de trois pôles constitués :

- l'un par des arguments promouvant l'énergie éolienne en l'inscrivant dans un contexte plus général de développement de l'Energie Renouvelable (EnR) en raison du réchauffement climatique, de l'épuisement des ressources fossiles et des limites en termes de durabilité que pose le nucléaire,

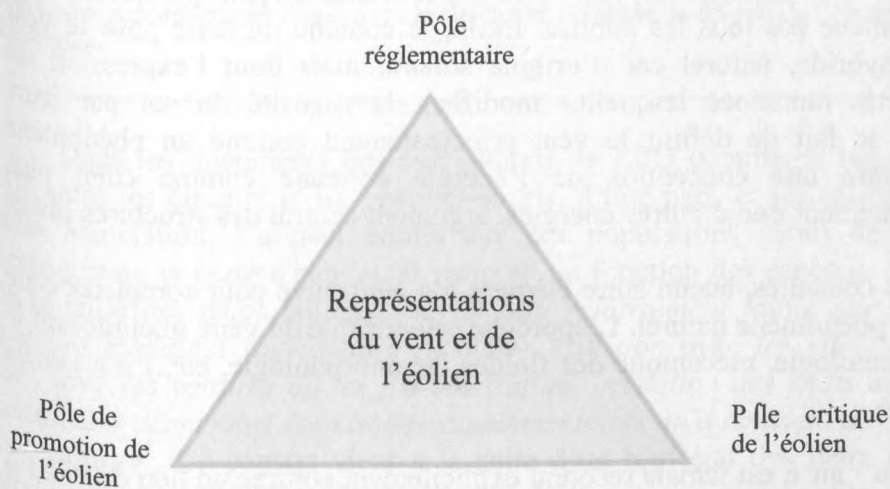
- un second cherchant des voies réglementaires pour appliquer les engagements pris par l'Europe dans le cadre des accords de Kyoto,

⁴ Ce choix est justifié par le fait que l'enquête de terrain sur l'intégration sociale d'un site éolien, exposée dans la seconde partie de ce rapport, s'est déroulée dans une commune du Finistère. Ainsi, la quasi-totalité des documents cités ici, soit émanent directement de structures régulièrement invitées dans les concertations autour de la mise en place de schémas de développement de l'éolien dans le Finistère, soit sont mobilisés par ces parties dans le débat. En portant une attention soutenue à la structuration du débat public dans ce département, nous avons posé une partie du cadre d'analyse des données de terrain.

- le troisième portant un regard très critique sur cette énergie pour différentes raisons dont les atteintes aux paysages, la faible rentabilité et fiabilité de l'énergie éolienne comparées à celles du nucléaire etc..

La répartition des argumentaires entre ces trois pôles peut varier en fonction des thèmes analysés (éolien et effet de serre, éolien et milieu naturel etc.). Schématiquement, les associations et entreprises se situent plutôt à proximité des deux pôles qui s'opposent en apportant ou non leur soutien à l'énergie éolienne alors que les administrations et les collectivités territoriales portent un regard distancié tentant de trouver des compromis en comparant les avantages et les inconvénients de cette énergie pour, ensuite, les traduire en recommandations.

Schéma des trois pôles de représentations du vent et de l'énergie éolienne



Plus précisément, à travers les documents analysés les administrations et collectivités territoriales contribuent au débat public en :

- identifiant les zones d'implantation potentielles des éoliennes à partir de différents critères (impact sur le milieu physique et naturel, impact paysager et sur le cadre de vie, impact sur l'habitat et les activités humaines) par la rédaction de documents comme des schémas ou des chartes de développement de l'éolien.

- élaborant des documents permettant un traitement objectivé des dossiers de projet éolien pour l'ensemble des acteurs impliqués⁵.

L'objectif de l'analyse des représentations du vent et leurs liens avec l'énergie éolienne est de cerner leur contenu en fonction de ces trois pôles. Cette recherche a permis de dégager trois axes principaux : le vent comme phénomène naturel, le vent comme source d'énergie, le vent et l'éolien comme producteur de richesses. Ce sont ces trois axes qui seront exposés successivement.

⁵ Par exemple, la DIREN-Bretagne a ainsi défini les objectifs de son ouvrage en deux volumes «*Implantation des éoliennes en Bretagne*» (2003) : «*Elaboration d'un système critériologique environnemental de traitement des dossiers de parcs d'éoliennes, selon les types de projets et réalisation d'un cahier des charges de référence commun aux opérateurs, aux bureaux d'études et aux intervenants institutionnels*».

1- le vent comme phénomène naturel

Ce premier axe est celui qui est le moins présent dans les documents consultés. Le vent comme phénomène naturel est peu commenté, même s'il est à l'origine de l'énergie éolienne. Cette représentation du vent renvoie à trois dimensions : le vent comme phénomène physique, le vent comme lieu de vie et le vent comme menace «naturelle».

Les approches techniques et scientifiques du vent sont rarement exposées. Seules les structures plutôt favorables à l'énergie éolienne y font directement référence. C'est le cas, en particulier, de l'association de promotion de l'énergie éolienne (Cf. encadré 1) et de l'entreprise éolienne implantée dans le Finistère. Les descriptions de vent comme phénomène physique sont toutes deux brèves, réalisées dans des termes relativement équivalents (il est vrai que la description de ce phénomène en quelques phrases laisse peu de possibilités). L'autre caractéristique de ces descriptions est d'être très schématique, permettant une compréhension du phénomène par tous les publics. Enfin, le contenu du texte pose le vent comme un phénomène hybride, naturel car d'origine solaire, mais dont l'expression est influencée par les sociétés humaines lesquelles modifient la rugosité du sol par leurs constructions. Toutefois, le fait de définir le vent principalement comme un phénomène naturel permet d'introduire une conception de l'énergie éolienne comme étant plus respectueuse de l'environnement que d'autres énergies, argument central des structures plutôt favorables à l'éolien.

Dans les documents consultés, aucun autre élément n'a été trouvé pour compléter cette approche du vent comme phénomène naturel. L'approche scientifique du vent, quelque soit la discipline envisagée (climatologie, mécanique des fluides, géomorphologie, etc..) n'a jamais été traitée en tant que telle.

De même, le vent ou l'air n'est jamais reconnu explicitement comme un lieu de vie. En revanche, dans certains documents, l'impact des parcs éoliens sur l'avifaune est discuté. Les documents administratifs insistent, par exemple, pour que des suivis ornithologiques soient effectués (pendant au moins 5 ans à compter de l'installation du projet dans la «*Charte départementale des éoliennes du Finistère*»). D'ailleurs, dans les instances de concertation organisées par la préfecture du Finistère autour de la mise en place des parcs éoliens siège un représentant d'une des principales associations ornithologiques de la région Bretagne. Ce suivi de l'avifaune est justifié par la DIREN-Bretagne en raison des connaissances lacunaires dont on dispose : «*Aujourd'hui, on commence à disposer d'un certain nombre d'informations sur les grands types d'impacts d'un parc éolien terrestre sur les oiseaux. Par contre, on manque de références spécifiquement bretonnes et de connaissances sur la sensibilité de chaque espèce à ce type d'installation. Le suivi ornithologique des parcs éoliens existants apparaît donc nécessaire pour accumuler des références et de telles connaissances (...).*» (DIREN-Bretagne, 2003). Dans un document publié par EDF sur l'énergie éolienne⁶, c'est le positionnement de la communauté scientifique sur cette question qui est relaté : «*Les études scientifiques ont démontré que la plupart des oiseaux identifient et évitent les pales d'éoliennes. Mais il est essentiel de s'assurer que le site retenu pour l'implantation d'éoliennes ne se situe pas dans un couloir de migration d'oiseaux. Il convient de se renseigner auprès des services et associations concernés*».

⁶ EDF, 2004, *Les énergies renouvelables, l'énergie éolienne*, EDF.

Encadré 1 : Le vent

Extrait du site de l'association Avel Pen ar bed (www.apab.org/fr)

Le vent est une énergie d'origine solaire. En effet, le rayonnement solaire n'est pas absorbé de façon homogène à la surface la terre, du fait de sa rotondité. L'énergie absorbée aux pôles est inférieure à celle absorbée à l'équateur, ce qui crée des variations de températures, de densités d'air et de pressions dans l'atmosphère. Le vent est en fait issu de ces masses d'air constamment en mouvement. Il existe des vents planétaires, des tropiques vers les pôles, mais également des phénomènes plus locaux, visibles notamment à proximité de la mer ou des reliefs.

De nombreux facteurs géographique et temporel influent sur la présence ou non de vent et sur sa vitesse. Au-delà des déplacements d'air au niveau de la planète, des manifestations locales influent largement sur la vitesse du vent. Le vent est ainsi accéléré sur les pentes. La vitesse du vent varie également avec la hauteur. Plus on s'élève par rapport au sol, plus la vitesse du vent augmente. Des arbres, des bâtiments, des pylônes peuvent en effet freiner le vent. C'est ce que l'on appelle la rugosité du sol, qui engendre des turbulences et s'estompe avec l'altitude. La force du vent dépend principalement de la vitesse du vent, mais également de la température et de la pression atmosphérique. Ainsi, avec la chaleur et l'altitude, la densité de l'air diminue et il «transporte moins d'énergie».

Dans les documents des associations, la LPO commente largement cette question du lien entre les oiseaux et les chauves-souris, d'une part, et les éoliennes, d'autre part. Selon cette association, l'impact éolien sur ces populations serait de trois types : mortalité, dérangement et perte d'habitat. Il varierait en fonction des espèces, des saisons, des milieux, de la taille des parcs éoliens... *«S'ils sont relativement faible par rapport à ceux d'autres activités humaines (agriculture intensive, collision avec les vitres d'immeubles allumés la nuit, avec les voitures ou les fils électriques, prédation des chats domestiques, chasse...) ils constituent néanmoins des risques supplémentaires qu'il convient de connaître afin de pouvoir les réduire»*⁷. Ce constat vient à la suite d'un bref état des lieux sur la dégradation de la biodiversité engendrée par les changements climatiques justifiant le soutien de l'association à la filière éolienne. *«L'énergie éolienne est au coeur d'une problématique très moderne : quelles énergies permettront à la fois de respecter la biodiversité et l'environnement en général et aux populations de vivre dans de bonnes conditions ? Il s'agit de mettre en oeuvre des solutions respectueuses de l'homme et de son environnement.»* En d'autres termes, pour cette association, il existe bien un impact des éoliennes sur l'avifaune et les chauves-souris, mais inférieur aux effets des dégradations environnementales subies par la planète et contre lesquelles l'énergie éolienne permet de lutter.

Le discours de la principale association de promotion de l'éolien dans le Finistère converge globalement avec celui de la LPO pour reconnaître l'existence d'un impact difficilement prévisible. Selon cette association l'impact sur l'avifaune *«au même titre que l'impact visuel, est d'autant plus couramment cité en France que les sites d'implantation choisis sont généralement les sites les plus ventés, c'est à dire situés sur la bande côtière et les reliefs. Ces milieux sont fortement exposés et susceptibles d'être survolés par de nombreuses espèces d'oiseaux»*⁸. L'association recommande donc de mesurer l'impact des éoliennes sur l'avifaune pour définir éventuellement des mesures compensatoires en choisissant une période de montage adaptée, l'enterrement des câbles de connexion, en évitant les plantations qui attirent les oiseaux, etc..

Plus généralement, il a été constaté que les structures promouvant ou régulant l'éolien par leurs recommandations reconnaissent l'impact éventuel des éoliennes sur des populations

⁷ Extrait du site : www.lpo.fr

⁸ Extrait du site : www.apab.org/fr

animales. Pour les structures favorables à l'éolien, cet impact ne remet pas en cause leur soutien à cette filière. Cette position s'explique par une hiérarchisation des dommages subis par le milieu naturel, le changement climatique étant plus redoutable pour l'avifaune et les chauves-souris que les éoliennes. Dans les documents administratifs, le soutien à la filière est encore une fois expliqué par les engagements de l'Europe. Le point commun entre ces deux positions est la volonté d'intégrer l'impact éventuel des éoliennes sur l'avifaune en prévoyant des dispositifs pour le mesurer et le restreindre au maximum. Les autres documents consultés n'inscrivent pas, dans le débat public autour de l'éolien dans le Finistère, les effets des éoliennes sur l'avifaune comme c'est le cas dans d'autres régions de France. Ce qui est paradoxal dans la situation étudiée car il existe un couloir de migration à l'ouest du Finistère, faisant de cette région un lieu privilégié d'observation pour les ornithologues européens sans que cela ne se répercute nettement dans le débat public. Dans cette représentation de l'éolien et du milieu naturel, on observe donc une discontinuité, une rupture, faisant obstacle à une prise en compte de l'impact des éoliennes sur ce milieu. Cette représentation se rencontre dans les documents émanant de structures adoptant un regard critique à l'égard de l'éolien.

Dernière dimension identifiée, le vent peut également être considéré comme une menace pour l'intégrité des biens et/ou des personnes. Si l'on se réfère aux statistiques fournies par l'Institut Français de l'ENvironnement (IFEN), 27 % des personnes enquêtées par le Crédoc en 2004 pour l'IFEN ont mentionné en première réponse «les tempêtes» comme le risque auquel elles se sentent le plus exposé, ces situations exceptionnelles représentant le premier risque naturel perçu comme tel par la population⁹. Cette proportion monte à 44 % si l'on restreint l'échantillon aux enquêtés résidents dans l'ouest de la France. Cette même enquête fait apparaître, par ailleurs, que «*c'est avant tout aux instances publiques que les personnes interrogées confient la responsabilité d'agir pour la protection contre les risques naturels*». Les entretiens que nous avons menés auprès des riverains d'un site éolien confirment cette représentation du vent comme d'une menace pour l'intégrité des biens ou/et des personnes dès qu'il dépasse une certaine vitesse. Parmi les individus les plus hostiles au parc éolien, des rapprochements ont été effectués entre le bruit de l'éolienne et celui du vent quand il souffle en tempête. Cette assimilation du bruit de l'éolienne à celui d'une tempête permet une représentation du parc éolien comme menaçant l'intégrité des biens et/ou des personnes, la responsabilité de la protection ayant été attribuée à la commune et, plus particulièrement, à l'équipe municipale en place.

⁹ IFEN, 2005, La perception sociale des risques naturels, *Les données de l'environnement*, n° 99.



Vol de Branta leucopsis près du parc éolien de Näsudden
Ile de Gotland - Suède

(photo : Gunnar Britse, www.windpowerphotos.com)

2- Le vent comme source d'énergie

Le vent a été utilisé par les sociétés humaines comme source d'énergie depuis de nombreux siècles. Cette utilisation du vent par les moulins était le fait de sociétés agraires. Aujourd'hui, dans les données recueillies nous ne trouvons que peu de références à cette énergie éolienne (où alors à l'état de traces) en dehors, bien entendu, des publications ayant pour objectif de resituer l'utilisation du vent comme source d'énergie dans une perspective historique. L'association de promotion de l'éolien fait ainsi remonter les premières formes d'exploitation du vent «dès le V^e siècle avant Jésus-Christ [où] des traces de l'utilisation de moulins sont repérées en Egypte et en Asie»¹⁰. Toutefois, dans les documents consultés, la représentation du vent comme source d'énergie se construit plutôt en relation avec le débat sur les ressources énergétiques utilisables par l'homme dans le cadre très contemporain du développement durable. Cette notion devient, en quelque sorte, la référence à partir de laquelle l'énergie éolienne est évaluée. Dans certains documents, elle apparaît explicitement. Il en est ainsi, par exemple, des présentations d'EDF sur les EnR dont l'éolien (celui-ci étant «une des composantes majeures de l'engagement d'EDF dans le développement durable»¹¹) et de la DIREN-Bretagne (*Le programme de développement du grand éolien s'inscrit dans le cadre du développement durable*¹²). Dans d'autres documents, cette référence explicite au développement durable n'est pas présente. L'évaluation de l'énergie éolienne est alors effectuée directement par rapport à la notion d'EnR et/ou d'énergie sans émissions de Gaz à Effet de Serre (GES). Pour comprendre cette représentation du vent comme source d'énergie, là encore plusieurs dimensions sont à prendre en compte lesquelles seront analysées successivement :

¹⁰ Extrait du site : www.apab.org/fr

¹¹ Extrait du site : www.edf.fr

¹² Extrait du site : www.bretagne.ecologie.gouv.fr/

1. La place du vent dans le processus technique,
2. La place du vent dans une conception géostratégique de la production énergétique
3. Le vent comme source d'énergie défini en référence aux contraintes environnementales.

1. La place du vent dans le processus technique

En fonction des caractéristiques des structures desquelles émanent les documents étudiés, la description du processus technique de transformation de l'énergie cinétique du vent en énergie électrique diffère. Le tableau de la page suivante permet de comparer la description de ce processus dans trois types de documents : ceux produits par une entreprise éolienne, ceux publiés par l'ADEME-Bretagne et ceux d'EDF. Pour rendre ces documents plus homogènes, ils sont tous extraits des sites de ces structures présentant l'énergie éolienne sous ses aspects techniques. Pour le site de l'entreprise éolienne, la partie technique est introduite par le titre suivant «*Le soleil engendre le vent, nous le transformons en courant propre*». Le texte de l'ADEME-Bretagne débute par ce titre «*un principe technique simple poussé à un haut niveau de sophistication*». Le titre du document d'EDF est le suivant «*Comment fonctionne une éolienne ?*». Pour comparer les descriptions des processus techniques, il n'a été retenu que les extraits des présentations qui se rapportaient directement au rôle du vent dans le processus. Les descriptions très précises sur les techniques utilisées n'ont pas été intégrées à l'analyse.

Chacune de ces trois présentations accorde une place différente au vent dans la description du processus technique. L'entreprise éolienne est la seule à avoir centré ses propos sur le rôle du vent dans la production d'énergie. Ce rôle, décrit en détail, explique la façon par laquelle le vent fait tourner les pales de l'éolienne, attribuant à ce seul phénomène solaire la cause du mouvement nécessaire à la production d'électricité. Là encore, ce discours permet de construire la représentation d'une énergie dont la production n'a pas de conséquences sur l'environnement (le vent étant un phénomène naturel). Il sert à positionner cette énergie dans le débat sur le réchauffement climatique et la qualité du cadre de vie. Il vient donc légitimer le recours à l'éolien dans une perspective de protection de l'environnement, en tant qu'«*énergie propre*». Plus précisément, la mobilisation du vent comme phénomène naturel pour expliquer l'énergie éolienne permet de la naturaliser, de l'inscrire en nature. Dans cette description, le processus technique n'est que le support permettant de transformer le vent en électricité.

Comparaison des présentations techniques des éoliennes

<i>Entreprise éolienne</i> ¹³	<i>ADEME-Bretagne</i> ¹⁴	<i>EDF</i> ¹⁵
Le vent qui arrive sur l'hélice d'une éolienne est dévié par le bord antérieur de la pale. Comme la partie supérieure est fortement	Une éolienne est une machine qui transforme l'énergie cinétique du vent (déplacement d'une masse d'air) en énergie mécanique ou électrique.	Une éolienne récupère l'énergie cinétique du vent dont la force actionne les pales d'un rotor.

¹³ Extrait du site : www.juwi.fr/

¹⁴ Extrait du site : www.ademe.fr/bretagne/

¹⁵ Op. Cit. : EDF, 2004.

bombée, le vent doit parcourir un chemin plus long qu'en dessous de la pale, dont la face inférieure est aplatie. Il en résulte un phénomène physique de sous-pression au-dessus de la pale et de surpression en dessous. Pour compenser ce phénomène, l'air pousse la pale de bas en haut, ce qui met l'hélice (composée généralement de trois pales tournant autour de l'axe longitudinal) en mouvement. L'arbre principal qui tourne à vitesse lente communique ce mouvement giratoire à la transmission qui démultiplie la vitesse de rotation pour l'arbre du générateur tournant à grande vitesse dans la nacelle. Le générateur produit du courant électrique à la manière d'une dynamo de vélo à partir de l'énergie du mouvement. Certaines éoliennes dites à prise directe transforment directement l'énergie cinétique en courant électrique, sans passer par une transmission. Un transformateur permet d'acheminer ce courant produit dans le réseau électrique.

Une éolienne de haute qualité a un taux de disponibilité de plus de 98 %, c'est à dire qu'elle est opérationnelle en moyenne sur 99 % des heures de l'année. Ce facteur de disponibilité se situe bien au-delà des autres moyens de production d'électricité. Les éoliennes sont conçues de manière à produire un maximum de puissance pour des vents de force moyenne fréquemment rencontrés. Elles atteignent leur puissance nominale pour une vitesse de vent de 50 km/h (14 m/s). Si les vents deviennent plus violents, la machine subit des contraintes plus importantes. Elle est alors freinée grâce à un système de régulation électronique qui lui permet de rester à la puissance maximale (atteinte dès 50 km/h) tout en limitant les efforts sur la structure. Au delà d'un certain seuil (90 km/h, soit 25 m/s), la régulation ne suffit plus. La machine est alors stoppée afin de lui éviter de subir des charges trop importantes.

L'énergie mécanique produite par la rotation des pales est transformée en énergie électrique. Une éolienne se compose d'un mât pouvant mesurer de 10 à 100 m de haut. Sur le mât est installée une nacelle enfermant la génératrice électrique qui est entraînée par un rotor comportant 3 pales généralement mesurant entre 5 et 90 m de diamètre. La puissance d'une éolienne peut aller jusqu'à 3 MW (prochainement 4 à 5 MW). Une éolienne fonctionne uniquement lorsqu'il y a du vent, d'une vitesse établie entre 15 et 90 km/h. Au-delà de cette vitesse, l'éolienne s'arrête automatiquement pour des raisons de sécurité. L'électricité ainsi produite est acheminée par un câble électrique souterrain jusqu'au point de raccordement sur le réseau public.

La présentation de l'ADEME-Bretagne accorde une place importante au vent, mais il est moins mobilisé comme phénomène naturel. Ce qui est central dans cette description, c'est l'effet de la puissance du vent sur les éoliennes et la production d'électricité pour mieux mettre en évidence la maîtrise de ce processus technique par l'homme. A travers ce discours, le rôle du vent est mobilisé non pas pour naturaliser l'éolien, mais pour montrer la maîtrise des techniques utilisées. L'énergie éolienne est produite par un processus hybride, à la fois, technique et naturel assurant d'excellents rendements comparativement à d'autres sources d'énergie. La naturalisation de cette énergie est ici plutôt réalisée en la référant à une nature humaine apte à maîtriser les phénomènes hybrides.

Enfin, la description de la production d'électricité éolienne dans les documents d'EDF accentue encore un peu plus les aspects techniques. Elle est centrée sur l'éolienne en elle-même et ses performances en tant que «centrale de production électrique» où la production d'énergie éolienne devient, avant tout, un processus technique.

Cette analyse montre la variation de la place du vent dans la description du processus technique de production d'énergie éolienne. Cette différenciation permet d'inscrire les représentations de l'énergie éolienne entre deux pôles :

- celui permettant sa naturalisation par le recours au rôle du vent comme phénomène naturel, positionnant cette énergie dans les débats sur la réduction des GES, argumentation centrale de toutes les associations de promotion de l'énergie éolienne et de celles de défense de l'environnement qui la soutienne,

- celui le rattachant à un processus technique donc sous le contrôle des hommes. L'éolien est ici envisagé comme une ressource énergétique fiable pouvant être mobilisée comme telle.

Concernant les documents des autres structures, deux constats peuvent être effectués : le processus technique en lui-même est rarement abordé et la place du vent dans ce processus est peu commenté. Ainsi, dans les documents des administrations ou collectivités territoriales, le processus technique n'a été abordé que dans deux textes et de manière très superficielle. Dans le document de la DIREN-Bretagne, les caractéristiques techniques des éoliennes sont décrites (hauteur des mats, des pales du rotor, puissance développée, etc..) à partir d'une typologie discriminant éoliennes individuelles de petite ou moyenne puissance, parcs éoliens terrestres et off-shore pour ensuite évaluer leurs impacts (2003). Le document du Conseil Général des Ponts et Chaussées relevant les insuffisances des demandes de permis de construire des fermes éoliennes souligne simplement que «*la justification du projet et sa comparaison avec des solutions alternatives (autres lieux d'implantation, autres types d'éoliennes) ne sont jamais seulement évoquées. Le projet apparaît comme s'imposant naturellement*»¹⁶. Ce document ne fait que confirmer l'absence d'investissement des administrations dans les débats techniques, laissant l'ADEME et les entreprises éoliennes donner un contenu à ce débat.

La structure développant un regard critique sur l'éolien se positionne dans le débat tel qu'il vient d'être exposé à l'intérieur des deux pôles. Ses documents remettent en cause l'impact de cette énergie dans la lutte contre le réchauffement climatique et la maîtrise technique du processus de production énergétique en raison, d'une part, de son faible rendement et, d'autre part, de l'absence de fiabilité du processus technique. Le premier point sera abordé dans les pages suivantes étant argumenté par une comparaison de l'éolien avec d'autres types d'énergies. La remise en cause de la fiabilité du processus technique repose sur le nombre et la gravité des accidents occasionnés par les éoliennes ainsi que sur son rendement. Dans «*l'Argumentaire sur l'électricité d'origine éolienne*» rédigé par l'APSA¹⁷, il existe un risque d'avaries essentiellement durant les tempêtes, le mécanisme de régulation de l'éolienne ne fonctionnant plus à la suite de sa dégradation ou par rupture du réseau électrique l'alimentant. Pour étayer cet argument, l'APSA conteste les calculs effectués par l'ADEME de survenue d'un accident. L'agence s'est fondée sur les données du parc danois pour évaluer ce taux, conduisant à une probabilité totale de destruction d'une éolienne de 0,00083 par an. Selon l'APSA, le résultat proposé représente une probabilité unitaire d'accident, il doit être multiplié par le nombre d'éoliennes prévues par le plan éolien pour apprécier réellement le nombre d'accidents, soit «*6700 x 0,00083 = 5,56 destructions d'éoliennes en moyenne par an*»¹⁸. Cet argument est renforcé par la citation d'un autre rapport du CGPC sur la sécurité des installations éoliennes¹⁹. Ainsi, l'APSA, citant ce rapport, fait référence à : «*Des études américaines (...) [qui] estiment à 0,15 morts par térawattheure produit la mortalité de l'électricité éolienne. Ce taux, appliqué à la production annuelle estimée du plan éolien français, conduit à 5,15 morts, en moyenne, par an*»²⁰.

¹⁶ Daniel Burette, 2004, *Evaluation des questions soulevées par les demandes de construction de fermes éoliennes*, Conseil Général des Ponts et Chaussées, Ministère de l'équipement, des transports, du logement, du tourisme et de la mer.

¹⁷ APSA, 2005, *Argumentaire sur l'électricité d'origine éolienne*. Ce document est partiellement consultable sur le site : www.juracretes.ch.

¹⁸ Il peut être noté, ici, un glissement dans la signification attribuée à ce taux dans les documents des deux structures.

¹⁹ R. Guillet, J.-P. Leteurtois, 2004, *Rapport sur la sécurité des installations éoliennes*, Rapport du CGPC, Ministère de l'équipement, des transports, du logement, du tourisme et de la mer.

²⁰ Le rapport cité propose une autre extrapolation : «*M. Gide estime que le taux de mortalité en 2000 de l'énergie éolienne s'élève à 0,15 morts par TWh produit, en diminution par rapport au taux calculé au milieu des années*

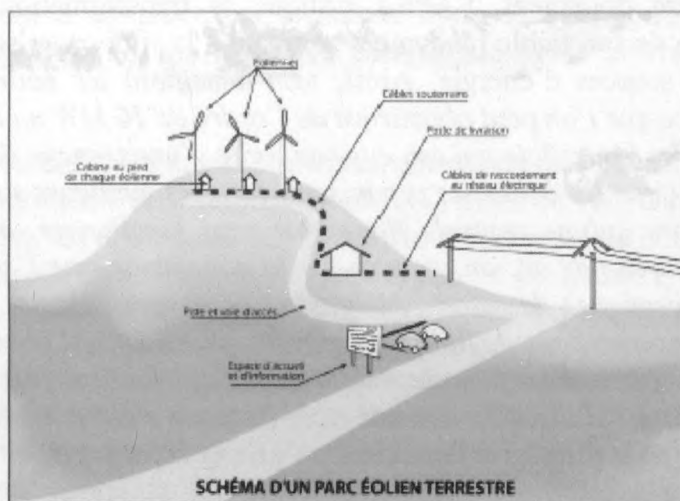
Dans un autre document, l'APSA critique la transformation du vent en énergie électrique en raison de son faible rendement comparé à la surface au sol qu'elle nécessite par rapport à d'autres sources d'énergie. Ainsi, «*En densifiant les éoliennes sur une surface donnée, la puissance que l'on peut obtenir est de l'ordre de 10 MW au kilomètre carré ; soit 1 MW pour 10 hectares, superficie qui est, environ, celle d'une tranche thermique de 1500 MW. Si l'on ajoute le fait que les éoliennes produisent, dans les meilleurs sites, de l'ordre de 2750 heures par an, alors qu'une centrale thermique peut fonctionner, en régime de base, de l'ordre de 8100 heures par an, on en arrive à la conclusion que l'équivalent éolien d'une seule centrale thermique de cette catégorie, pour une même production annuelle, indépendamment des questions de fiabilité évoquées plus haut, est obtenu par 4400 éoliennes de 1 MW réparties sur une surface de 44000 hectares ! Soit un carré de 21 kilomètres de coté ! Le rapport dans l'utilisation des sols et de l'espace s'élève à 4400 (...)*»²¹. L'argument est ensuite déployé pour y intégrer le nucléaire : «*Dans le même esprit, on peut rappeler que le parc de centrales nucléaires français représente une puissance installée de quelques 60 GW, ce qui correspondrait à 60.000 éoliennes de 1 MW fonctionnant en permanence.*»²². Ici, le vent est donc considéré comme une source d'énergie à faible rendement car celui-ci est mesuré en fonction de l'occupation du sol nécessitée par les installations éoliennes prises dans leur globalité.

Plus généralement, dans les documents de l'APSA la fiabilité et l'efficacité du processus technique ne sont pas évaluées dans sa description. Les arguments proposés pour cette évaluation reposent, tout d'abord, sur l'identification de situations pouvant aboutir à des accidents et sur le nombre d'accidents, puis sur une comparaison de l'occupation du sol nécessitée par l'éolien rapportée à d'autres types d'énergie. Cela signifie que l'évaluation du processus technique repose, en première instance, sur l'appréciation de ses conséquences pour les humains. Concernant cette fois le registre de l'argumentation, on peut noter la récurrence de données chiffrées, sans qu'elles ne permettent d'objectiver la situation décrite. Mais, encore une fois, ce n'est pas le but de cette publication qui vise plus à rassembler ceux qui entretiennent un regard critique à l'égard de l'éolien qu'à convaincre les promoteurs de cette nouvelle forme d'énergie des menaces qu'elle fait conduire aux sociétés humaines.

⁹⁰ qui s'établissait à 0,4. Appliquée à la France, dont la production d'électricité d'origine éolienne s'est élevée à 342 GWh en 2003, ce taux de 0,15 morts par TWh par an correspond à un mort tous les 20 ans». Dans ce rapport, les chiffres cités découlent des résultats des travaux de M. Paul Gipe (orthographe exacte) sur la mortalité due à l'énergie éolienne dans le monde. Les mortalités indiquées sont celles disponibles sur son site (www.wind-works.org). Elles ont été mises à jour le 10 mai 2005. Entre 1975 et 2005, 27 décès ont été recensés dans le monde dont 12 en Europe et aucun en France. Par ailleurs, les auteurs du rapport du CGPC ont comptabilisé 4 couchages d'éoliennes en France entre 2000 et 2004.

²¹ A titre de comparaison, l'ADEME-Bretagne souligne que l'occupation du sol nécessitée par les machines sur un site est évaluée à 1% de sa surface, le site pouvant presque toujours poursuivre son activité industrielle ou agricole.

²² APSA, 2003, *Débat national sur l'énergie, Rencontre régionale-Energies renouvelables*, Rennes.



Source : DIREN-Bretagne, 2003, *L'implantation des éoliennes en Bretagne*.

2. La conception géostratégique de l'énergie éolienne

La plupart des données recueillies l'ont été en Bretagne. La conception géostratégique de la production d'énergie renvoie à la situation particulière de cette région. Ainsi, aussi bien dans les documents consultés que lors des entretiens, il a été précisé que la Bretagne ne possède pas de source importante de production d'électricité, aucune centrale même thermique de grande dimension se localisant sur son territoire par exemple²³. L'électricité consommée provient des autres régions de France alors que son transport représente sa principale cause de déperdition. Cette absence de production énergétique en Bretagne est unanimement soulignée. Cette situation conduirait même à danger pour la région. En effet, il nous a été relaté, à différentes reprises, qu'EDF se délesterait, en premier lieu, de l'alimentation électrique de la Bretagne en cas de trop forte demande l'hiver. Cette affirmation repose sur le double constat suivant : la localisation en marge de la Bretagne par rapport au reste de la France et la déperdition trop importante d'électricité que celle-ci entraîne dans une situation de pénurie généralisée.

Pour pallier cette déficience, les documents émanant de structures défendant l'éolien positionnent le vent comme une source d'énergie potentielle. Ainsi, l'Agence Bretagne Press titrait un article en date du 17/08/05 «*L'éolien : le pétrole breton inexploité*». L'article s'achève sur cette phrase : «*Il est temps que la Bretagne exploite l'énorme gisement inépuisable dont elle a la chance de disposer et se lance avec enthousiasme dans le développement de cette énergie. Elle comptait quelque 5000 moulins à vent au début du XIX^e siècle. Pourquoi ne compterait-elle pas demain 5000 éoliennes harmonieusement réparties dans les secteurs les plus favorables de la Bretagne ? Tous ceux que cette perspective inquiète devraient aller faire un tour en Allemagne et au Danemark. Ils ne peuvent qu'en revenir conquies.*» Dans un style plus sobre, les verts rapportent ce débat aux choix effectués par les Bretons et, en particulier, aux combats anti-nucléaires qu'ils ont gagné («*à Plogoff, à Ploumoguer, à Saint-Jean du Doigt, Beg an Fry, à Tréguennec, à Erdeven, au Carnet*»²⁴).

²³ Un réacteur nucléaire expérimental à eau lourde d'une puissance réduite de 70 MW fut inauguré en 1963 à Brennilis dans le Finistère. Cette centrale a fourni, jusqu'en 1985, l'équivalent de 4 % de la consommation électrique actuelle de la Bretagne. Selon les données de l'ADEME-Bretagne (2004), la production électrique bretonne aujourd'hui ne couvre que 5 % des besoins : consommation de 17 000 GWh pour une production de 660 GWh répartie comme suit, hydraulique 560 GWh (usine marémotrice de la Rance et barrage de Guerledan), thermique et éolien 50 GWh chacun.

²⁴ Extrait du site : www.Brest-ouvert.net

Plus précisément, dans un article daté du 03/01/2005 de leur site, c'est le recours à d'autres régions de France pour produire l'électricité consommée en Bretagne qui pose aujourd'hui problème : *«Les Bretons qui ont refusé avec raison l'implantation de centrales nucléaires ne peuvent se permettre de laisser d'autres régions le soin de produire la totalité de l'énergie qu'ils consomment (...).»*

Les documents émanant de collectivités territoriales reprennent ce registre de l'argumentation sur le potentiel éolien de la Bretagne face à la faible part de la production d'électricité bretonne. Ainsi, la Région Bretagne justifie la mise en place d'un Schéma régional de développement de l'éolien en ces termes : *«Deuxième région la plus ventée après le Languedoc-Roussillon, la Bretagne possède un fort potentiel de production d'électricité éolienne, sur l'ensemble de son territoire, (...) [alors qu'elle] ne produit que 5 % de ses besoins en énergie»²⁵*. Plus généralement, dans ces documents il est souligné la situation exceptionnelle de la Bretagne au regard du nombre de sites potentiels permettant l'implantation d'éoliennes. La carte de l'ADEME-Bretagne localisant les sites les plus ventés a d'ailleurs été reproduite à différentes reprises pour appuyer ce discours.

Les administrations, les agences et les entreprises de dimensions nationales reprennent cet argument géostratégique, mais en l'adaptant à leur échelle d'intervention. Ainsi, le recours à l'éolien est justifié en vue de contribuer à la mise en place de la nouvelle politique énergétique de la France. Pour l'ADEME-Bretagne : *«Le soutien à la création d'une filière éolienne économiquement viable participe d'une politique plus générale de diversification et décentralisation des moyens de production des ressources énergétiques»*. Dans la suite du document, l'accent est plutôt porté sur la nécessaire décentralisation des moyens de production énergétique à laquelle l'éolien peut contribuer (Cf. Le schéma ci-dessous). Le discours d'EDF concernant ce point est construit autour de la seule diversification de la production. Seule la DIREN-Bretagne positionne son action dans le cadre breton, mais la principale référence reste bien l'action de l'Etat français : *«L'énergie éolienne est le fondement principal retenu par la France pour remplir son engagement européen de produire 21% d'électricité d'origine renouvelable d'ici à 2010. Le démarrage de cette branche nouvelle peut paraître lent, mais il semble que le décollage soit amorcé. Par la qualité de son vent, la Bretagne se trouve en première ligne pour la réalisation de cet objectif fixé à la France»²⁶*.

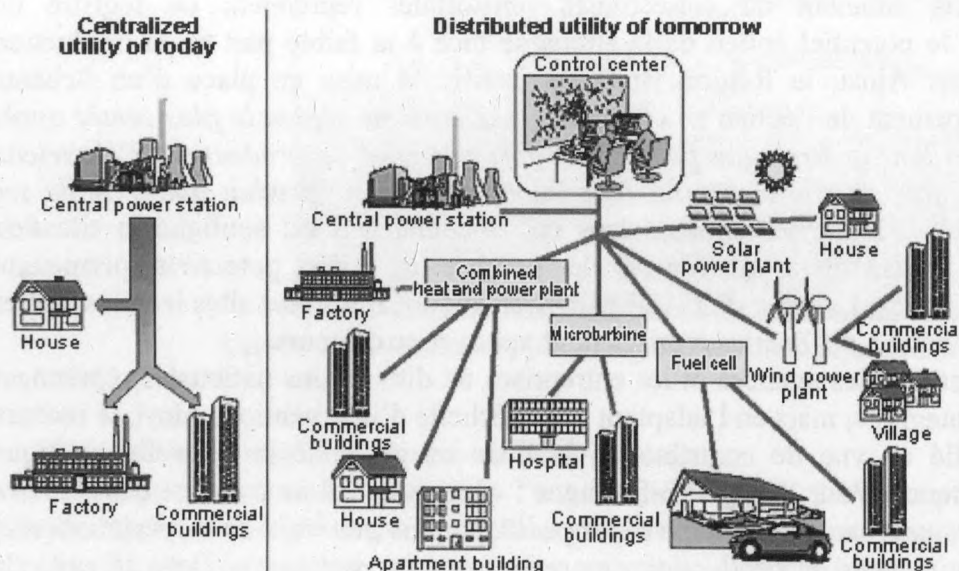
Dans les arguments des structures portant un regard critique sur l'éolien, la référence au contexte énergétique breton est également absent. Seul un des représentants de l'APSA a évoqué dans un entretien la situation énergétique de la Bretagne. Celle-ci serait tellement déficitaire qu'EDF aurait déjà comme projet d'y construire une centrale thermique (ce qui semble se confirmer depuis). Cette absence de référence géostratégique régionale s'explique aussi par l'échelle choisie pour porter un jugement sur les orientations énergétiques. Dans ces documents, les réflexions sont posées au niveau national, mais sans les intégrer à un débat sur la diversification des ressources énergétiques.

²⁵ Extrait du site : www.region-bretagne.fr.

²⁶ Extrait du site : www.bretagne.ecologie.gouv.fr

La production électrique décentralisée

Source : ademe.fr/bretagne



Plus généralement, pour les structures bretonnes, l'éolien devient un des moyens de contribuer au rééquilibrage de la production et de la consommation d'électricité dans cette région, ce discours réactualisant la question des sources de production d'électricité. Ce débat a déjà eu lieu dans les années 70. Il s'est soldé, à l'époque, par un abandon de tout projet de centrale nucléaire et la publication du «Plan Alter Breton» dont les auteurs étaient des scientifiques de l'INRA, du CNRS, du CNEXO, des Universités ainsi que des adhérents ou sympathisants du PSU Bretagne. Ce plan visait à remplacer toutes les sources d'énergies fossiles par des EnR. Dans les entretiens, les interlocuteurs favorables à l'éolien y ont fait référence, indiquant ainsi que le débat sur l'éolienne et les autres EnR est déjà ancien. Ce discours permet de légitimer les enjeux actuels des questions sur la production énergétique bretonne. Dans les entretiens jetant un regard plus distancié avec l'éolien, ce débat n'est pas rouvert dans la mesure où il est posé comme allant de soi qu'EDF construira une centrale thermique en Bretagne à court terme. Par ailleurs, la rumeur selon laquelle EDF se délesterait, en tout premier lieu de la Bretagne, en cas de trop forte demande l'hiver pose, à la fois, l'acuité du débat énergétique dans cette région, sa forte potentialité conflictuelle et les difficultés de l'instaurer dans la transparence.

3. Le vent et les énergies renouvelables :

Le lien entre le vent, l'éolien et les EnR représente l'argument central de la plupart des documents justifiant les positions défendues. Plus précisément, il est souligné unanimement la nécessité de lutter contre l'effet de serre. Mais, bien entendu, cette lutte doit prendre des formes différentes selon les structures desquelles émane l'argumentaire légitimant ou non le recours à l'énergie éolienne.

L'objectif de l'intervention des administrations et collectivités territoriales est de réguler cette filière qui se met en place. La mobilisation de l'effet de serre sert moins à argumenter un débat qu'à poser un cadre. Le cadre de référence est celui des accords de Kyoto par lesquels l'Europe s'est engagée à réduire les GES. La DIREN-Bretagne, la Région Bretagne, la Préfecture du Finistère rappellent toutes l'obligation dans laquelle se trouve la France de développer les EnR et parmi celles-ci l'éolien. Ainsi, l'objectif du Conseil Régional-Bretagne est de faire passer la production de cette «*énergie propre à 10 % (1 000 MégaWatts) d'ici 2010. (...) Cet objectif répond aux exigences du plan national, qui prévoit de faire progresser la part des énergies renouvelables de 17 % à 21 % de la production électrique conformément aux engagements pris par l'Europe pour réduire l'émission de gaz à effets de serre suite à la Conférence internationale de Kyoto*»²⁷. Dans la «*Charte départementale des éoliennes*», document publié par la Préfecture du Finistère²⁸ en juin 2002 et comprenant, à la fois, des objectifs et les engagements des partenaires ainsi que des éléments d'aide à la prise de décision, la relation entre l'éolien et la réduction des GES est abordée dès la page 6 (sur 41) : «*Enjeu global, l'énergie éolienne en tant que ressource énergétique renouvelable est appelée à se développer dans les prochaines années pour de multiples raisons [dont] les engagements internationaux de la France à propos de la réduction des gaz à effets de serre (l'objectif est d'atteindre un taux global de 21 % d'électricité à partir d'énergies renouvelables d'ici 2010)*». D'autres éléments sont apportés pour justifier cette charte dont le prix du pétrole et à ses variations brutales et imprévisibles²⁹. Dans sa présentation générale de l'éolien, seule la DIREN-Bretagne ne rappelle pas ces chiffres, préférant uniquement mentionner que son programme de développement du grand éolien «*participe à la mise en place d'un système diversifié de production d'énergie dans le cadre de la lutte contre l'effet de serre*». Toutefois, ces chiffres sont repris dans l'ouvrage consacré à l'implantation des éoliennes en Bretagne (2003).

La référence aux accords de Kyoto permet aux administrations et collectivités territoriales de justifier le développement de la filière sans inscrire le débat à l'intérieur des clivages entre ceux qui la soutiennent et ceux qui adoptent une position critique. Ainsi, dans un compte-rendu du comité de suivi éolien mis en place par la Préfecture du Finistère, daté de novembre 2004, et auquel participaient les administrations, les collectivités territoriales et toutes les structures associatives concernées par l'éolien, le Préfet a signalé à un moment donné que ce comité n'était pas le lieu pour ouvrir un débat qui se situait au niveau national. Le Préfet a rappelé ensuite que «*la France doit récupérer son retard au regard des exigences de la directive européenne*». Toutefois, sous cet angle là, le rôle que s'est assignée la DIREN-Bretagne est le plus abouti. Ainsi, selon cette administration «*La participation de la DIREN à la mise au point de cette adaptation des doctrines est essentielle. Ce rôle s'exerce aux différents niveaux de l'élaboration des documents d'aménagement (schémas, chartes) ou des dossiers d'autorisations (analyse des études d'impact), sans oublier la nécessité de développer une activité d'animation dans ce domaine nouveau*». La suite du document développe le rôle de la DIREN-Bretagne dans sa relecture de la doctrine par le financement d'une étude méthodologique et par la réalisation d'un bilan critique des études d'impact des dossiers qui avaient déjà été réalisés par les opérateurs. Ce sont ces travaux qui ont été largement diffusés.

Dans les documents portant un regard critique sur l'éolien, l'ensemble de l'argumentaire sur le lien entre l'éolien et les EnR sert à déconstruire cette idée que la France doit réduire ses émissions de GES. La perspective adoptée remet en cause le cadre

²⁷ Extrait de la présentation du futur schéma régional éolien, Conseil Régional Bretagne.

²⁸ Cette charte a été cosignée par la DDE du Finistère, EDF et l'ADEME-Bretagne.

²⁹ Ce texte fut publié avant la récente augmentation des prix du pétrole.

réglementaire posé par les administrations et les collectivités territoriales. Ces positions sont défendues dans un argumentaire en quatre points (APSA, 2005) :

- 1. La France produisant moins de GES que ses voisins, elle doit juste stabiliser ses rejets tels qu'ils étaient en 1990, toute politique volontariste est donc jugée excessive.
- 2. Substituer de l'éolien à du nucléaire et de l'hydraulique n'a aucun effet réel sur l'objectif de réduction des émissions de GES.
- 3. L'éolien n'aura aucune incidence sur la stabilisation du climat de la planète.
- 4. La production d'électricité éolienne en France ne contribuera pas à diminuer les émissions de GES.

Nous aborderons ces quatre points successivement. Dans un premier temps, il est rappelé que la France produit moins de GES que ses voisins : «*On émet par habitant et par an, en tonnes équivalent carbone, en France 1,8 T seulement ; au Danemark, Hollande et Belgique 3,3 T ; en Allemagne 2,9 T ; en Angleterre 2,5 T (année 1998 ; source : UNFCC, INED, CSE)*». De ce fait, dans le cadre de ses obligations communautaires, la France doit juste stabiliser ses rejets par rapport à 1990, rendant contestable l'objectif fixé par la France d'atteindre 21 % d'EnR en 2010.

Le deuxième point abordé concerne le rôle de l'éolien dans la réduction des GES. Plus précisément, il est remis en cause le fait que le gouvernement français focalise son action sur le seul éolien. En effet : «*la part de combustibles fossiles dans l'électricité française est simplement de l'ordre de 6% (la répartition par filière est, en France : nucléaire : 80% ; hydraulique : 14% ; thermique fossile : 6%). Substituer de l'électricité éolienne (...) à du nucléaire et de l'hydraulique qui ne sont pas émetteurs de gaz à effet de serre donne, par contre, un résultat sans aucun effet réel sur cet objectif [de réduction des GES]*».

L'argument du troisième point repose sur les évaluations de l'ADEME dans lesquelles l'agence estime la masse d'équivalent carbone dont l'émission sera évitée par le plan éolien comprise entre 3 et 6 MT. Toujours selon ce même document «*En se fondant sur la valeur moyenne donnée par l'ADEME, soit 4,5 MT (bien que ce chiffre soit contesté et considéré comme exagérément élevé par d'autres experts), on arrive aisément à la conclusion que le plan éolien, lorsqu'il sera réalisé, amènera en France, une réduction des émissions de gaz à effet de serre de 3,38 % ! Or, c'est une division par deux des émissions mondiales actuelles (réduction de 50 % donc) que les experts du Groupe international d'étude du climat (GIEC) estiment nécessaire à la stabilisation du climat de la planète*».

Enfin, le quatrième point met en question l'idée du lien entre le développement de l'éolien et la diminution des émissions de GES. Selon ce document, en raison de la structure de la production d'électricité par EDF et des caractéristiques de l'énergie éolienne, son développement nécessiterait celui de centrales thermiques augmentant d'autant plus les émissions de GES. En effet, il est relevé que l'énergie éolienne dépend du vent alors que celui-ci est très instable. En raison de cette instabilité, «*il serait impératif de doubler les éoliennes par des moyens de production qui ne dépendent pas des caprices de la nature, c'est à dire des centrales thermiques utilisant des combustibles fossiles*», diminuant d'autant la baisse des émissions de GES imputable à l'éolien. Pour développer cet argument, le rapport du CGPC de D. Burette (2004) est partiellement cité. Selon ce rapport : «*La production énergétique [en France] est décomposée en deux sources complémentaires :*

- *La production de pointe, qui provient de centrales thermiques classiques et qui permet de faire face aux fluctuations de la demande en énergie ;*
- *La production de base, qui provient en totalité en France des centrales nucléaires dont la production ne peut guère être modulée.*

Les éoliennes, dont la production ne peut être régulée à volonté, en fonction de la demande, concourent à la production de base. Mais celle-ci est déjà excédentaire en France compte tenu du parc existant de centrales nucléaires, ce qui conduit déjà EDF à exporter en continu une quantité appréciable d'énergie électrique vers les pays riverains. Dans ces

conditions très particulières qui n'existent actuellement qu'en France, le développement de l'énergie éolienne ne servira qu'à augmenter les exportations françaises d'énergie mais ne réduira pas la production des centrales thermiques qui restent indispensables pour répondre aux demandes de pointe. RTE a chiffré précisément le scénario. Avec une production d'énergie éolienne portée à 37 TWh, les exportations françaises passeraient de 40 à 70 TWh, la diminution d'énergie provenant du nucléaire, du charbon ou du fuel étant quasiment négligeable» et l'auteur de conclure sur ce point (repris intégralement dans le document de l'APSA) : «En simplifiant un peu, on pourrait dire que le développement de l'éolien en Languedoc-Roussillon par exemple se fait en important des éoliennes construites en Espagne pour réexporter de l'électricité dans ce pays, ce qui oblige à créer une nouvelle ligne à haute tension controversée à travers les Pyrénées».

Plus généralement, les structures entretenant un regard critique avec l'éolien insistent sur la particularité de la situation française en matière de production d'électricité (avec la part importante prise par le nucléaire) pour mettre en doute l'intérêt de cette ressource dans le cadre réglementaire actuel de réduction des émissions de GES³⁰. Dans cette conception, les limites posées par le nucléaire ne sont jamais abordées. La comparaison est circonscrite au nucléaire, sous l'angle des émissions de GES, et à l'éolien qui n'est pas reconnue comme énergie propre en raison des centrales thermiques que son exploitation nécessiterait. Là encore, une discontinuité marquée entre les sociétés humaines et le milieu naturel interdit de s'interroger sur l'impact des processus techniques sur le milieu naturel en dehors des contraintes posées par les cadres réglementaires.

Ce lien entre le vent et les autres sources d'énergies est également commenté dans les documents émanant d'administrations ou de structures plutôt favorables à l'éolien. Dans ces documents, la référence au protocole de Kyoto et à la réduction des émissions de GES permet de mettre en contexte le débat sur l'énergie éolienne en fonction des évolutions qui se dessinent à différentes échelles. Plus précisément, les arguments de l'ADEME-Bretagne se posent en contrepoint de ceux de l'APSA. Le lien avec l'énergie nucléaire est abordé, mais il est intégré à d'autres faits pour construire une vue prospective de la production d'électricité en France : «Les pouvoirs publics, se sont donnés pour objectif de disposer à l'horizon 2020 (lors du renouvellement du parc de centrales nucléaires) d'autres ressources en électricité que le nucléaire (79% de la production électrique française) ou l'hydraulique (14%)³¹». Le soutien à la création de la filière éolienne participe à l'élaboration de cette nouvelle politique. Enfin, l'ADEME-Bretagne souligne que l'énergie éolienne est une source d'énergie complémentaire et non garantie puisque le vent ne souffle pas de façon constante. «(...) mais dont les périodes de production très probables (jours venteux d'hiver) correspondent à ceux où la demande en électricité est la plus forte sur les réseaux».

La position des verts de Brest de soutien à l'énergie éolienne est, quant-à elle, justifiée, en premier lieu, par l'obligation de sortir du nucléaire. La position anti-nucléaire est argumentée par différents facteurs : «Aujourd'hui, les déchets radioactifs s'accumulent et nous savons que les enfouir en profondeur, dans le granit breton par exemple, n'est certainement pas la solution acceptable pour les générations futures. (...) Notre pays

³⁰ Selon La Documentation Française (www.ladocumentationfrancaise.fr), le protocole de Kyoto n'interdit pas de bénéficier des avantages de l'énergie nucléaire en termes de réduction des émissions de CO2. En revanche, ce texte contient des dispositions qui aboutissent, de fait, à exclure l'énergie nucléaire des solutions envisageables pour la mise en œuvre, à la fois, des projets conjoints (article 6) et du Mécanisme pour un Développement Propre (article 12, le MDP permet aux pays industrialisés de bénéficier d'une part des réductions d'émissions résultant des investissements dans des techniques non polluantes au Sud). Ces restrictions sont dues aux limites de l'énergie nucléaire interdisant de considérer son exploitation comme durable, sans que cette conception ne fasse l'unanimité parmi les parties signataires du protocole.

³¹ Extrait du site : www.ademe.fr/bretagne/

dissémine les matériaux et les techniques du nucléaire, il est devenu la plaque tournante du commerce international du Plutonium. Il accélère ainsi la course aux armements nucléaires et offre aux différents terrorismes de redoutables moyens d'agir³²». De plus, cette sortie du nucléaire doit se faire dans un contexte de changements climatiques dus aux émissions de GES : «(...) Tempêtes et inondations ici, sécheresse ailleurs, risque de famines, de maladies ou de déplacement massif de population... Nous ne pouvons plus gaspiller sans compter les énergies fossiles qui libèrent dans l'atmosphère du gaz carbonique, l'un des agents essentiels du réchauffement climatique.» D'autant plus que les énergies fossiles seront épuisées «d'ici 50 ans pour le pétrole (...), 60 ans pour le gaz, 65 ans pour l'uranium, 200-400 ans pour le charbon». Les options proposées sont variées : «Nous pouvons encore faire les bons choix : économiser l'énergie et développer les énergies renouvelables. L'énergie solaire (chauffage et électricité photovoltaïque), l'énergie extraite de la biomasse (le bois par exemple), l'énergie des courants marins. Et aussi l'éolien. La Bretagne est l'un des principaux gisements éoliens d'Europe et l'un des moins utilisés». La suite de ce texte concerne exclusivement l'énergie éolienne. Le discours ici situe le débat sur les énergies d'emblée par rapport au nucléaire.

L'association de promotion de l'éolien se positionne également dans le débat énergétique par rapport au nucléaire, mais auparavant le phénomène d'effet de serre est décrit pour introduire les EnR : «Le développement des EnR, non polluantes et aux ressources illimitées, combiné à une meilleure efficacité énergétique, répond à une logique de développement durable. A ce jour, les éoliennes installées dans le monde ont permis d'éviter l'émission de plusieurs dizaines de millions de tonnes de CO₂, d'oxyde d'azote et de dioxyde de soufre chaque année. On estime que chaque kWh produit par les éoliennes permet d'éviter la propagation de 800 grammes de CO₂, de 10 grammes de dioxyde de soufre et 3,4 grammes d'oxyde d'azote (source : British Wind Energy Association)³³». Cette présentation continue sur le nucléaire pour démontrer l'avantage de l'éolien en tant qu'EnR. Ainsi, selon l'association : «L'attrait des centrales nucléaires reposerait, selon certains, sur l'absence d'émissions de gaz carbonique. Aussi faut-il prendre en compte l'ensemble des opérations depuis l'extraction de l'uranium jusqu'à l'utilisation de l'énergie, en passant par les stades de transformation. De plus, l'édification des centrales, nécessitant divers matériaux comme l'acier ou le ciment, entraîne des quantités indirectes de dioxyde de carbone. Selon un dossier de L'Öko-Institut de Darmstadt (Allemagne), publié en avril 1996, un kilowattheure nucléaire "libère", selon les estimations les plus basses, 28 grammes de CO₂. D'autres études font état d'une fourchette de 30 à 160 grammes³⁴. Les autres arguments remettant en doute l'intérêt du nucléaire sont similaires à ceux des verts si l'on ajoute un questionnement sur le coût réel de cette électricité. Pour terminer, là encore, le recours à l'énergie éolienne est replacé à l'intérieur d'une démarche globale de diversification de la production énergétique et d'économie d'énergies pour lutter contre les émissions de GES.

Pour justifier son action en faveur des EnR, EDF inscrit son discours dans une perspective similaire de diversification des moyens de production de l'électricité et de renforcement de «son action en faveur de la réduction des émissions de gaz à effet de serre» en la référant au développement durable. A la suite de cette rapide introduction, EDF dresse la liste des avantages de l'énergie éolienne :

³² Extraits du site : www.brest-ouvert.net

³³ Extraits du site : www.apab.org/fr

³⁴ Selon le site de la documentation française, les émissions de GES pour produire un kWh d'électricité d'origine nucléaire seraient comprises entre 2,5 à 5,7 grammes d'équivalent C (soit approximativement entre 7,5 et 17,1 grammes de CO₂), mais aucune information n'est donnée sur les éléments pris en compte dans ces calculs pour pouvoir les comparer.

«- l'énergie éolienne se révèle une excellente ressource d'appoint d'autres énergies, notamment durant les pics de consommation, en hiver par exemple,
- elle représente une source d'alimentation énergétique pour des sites trop isolés pour être rentablement connectés au réseau,
- sur des sites insulaires, elle présente de multiples atouts»³⁵.

En positionnant l'énergie éolienne comme source d'appoint pendant les pics hivernaux, cette entreprise la rend particulièrement performante sous l'angle de la réduction des émissions de CO₂, comparant implicitement son niveau d'émissions de GES à celui des énergies fossiles³⁶. Cet argument permet à l'entreprise de situer son action, principalement, par rapport à la nécessité de réduire les émissions de GES. Toutefois, la référence explicite au protocole de Kyoto n'apparaît que sur le site d'«EDF-Energies Nouvelles (ex-SIIF Energies)» qui est la filiale d'EDF dédiée aux énergies renouvelables³⁷. L'entreprise EDF se positionne, elle, exclusivement à l'intérieur du débat sur la réduction des émissions de CO₂. Ainsi, pour cette entreprise : «EDF, en produisant de l'électricité d'origine nucléaire, participe à la baisse d'émission de CO₂, le gaz le plus impliqué dans l'augmentation de l'effet de serre. (...) Le CO₂ provient essentiellement de l'utilisation des combustibles fossiles (tels que le charbon, le fuel, le gaz naturel) dans différents secteurs de l'activité humaine : industrie, énergie et transports. Aujourd'hui, le parc nucléaire d'EDF compte 58 réacteurs répartis sur 19 sites. L'énergie nucléaire garantit non seulement à la France une indépendance énergétique précieuse, mais surtout, sa production ne dégage pas de CO₂. Enfin, très performante, elle permet de garantir l'un des prix du kWh les moins chers d'Europe»³⁸. Par ailleurs, ce document insiste sur la réduction récente des déchets nucléaires qui a été permise par l'élaboration de nouveaux procédés de retraitement du combustible.

Globalement, dans les structures favorables à l'éolien, le vent comme source d'énergie est intégré à une perspective de diversification des sources d'énergie en raison du réchauffement climatique dû aux émissions de GES et des stocks limités d'énergies fossiles. Aucune de ces structures n'envisage d'avoir recours à cette seule source d'énergie pour résoudre les problèmes posés par l'approvisionnement énergétique. En revanche, des clivages apparaissent dès lors que le débat se positionne en fonction de la place du nucléaire comme source d'énergie. Pour les associations, l'éolien comme les autres types d'EnR doivent permettre de sortir du nucléaire alors que pour EDF, l'éolien vient en complément du nucléaire pour diminuer le recours à l'énergie fossile.

La lecture des documents sur le lien entre l'énergie éolienne et l'effet de serre laisse apparaître une focalisation des débats autour de la place et du rôle du nucléaire dans l'approvisionnement énergétique en France et en Bretagne, en particulier. Même quand le nucléaire n'est pas explicitement nommé on le voit apparaître en filigrane des argumentations. En effet, concernant les énergies fossiles, il est acquis par toutes les structures que leurs émissions concourent à l'effet de serre et qu'elles ne sont pas inépuisables, même si l'horizon de leur terme varie. La diversification énergétique doit alors, soit passer par l'éolien mais pas exclusivement, soit par d'autres types d'énergie. C'est ce choix qui est argumenté, en tout premier lieu, en fonction des inconvénients et avantages supposés du nucléaire, les structures

³⁵ Extrait du site : www.edf.fr

³⁶ Selon les chiffres cités par La documentation française, les énergies fossiles génèrent entre 105 et 366 de grammes équivalent C par kWh d'électricité produite, soit approximativement entre 315 et 2000 grammes de CO₂.

³⁷ EDF est rentrée dans le capital de «SIIF Energies» en 2000 laquelle après une augmentation de la participation d'EDF a transformé son nom en 2004. L'énergie éolienne représente 76 % de la capacité installée totale de ce groupe.

³⁸ Extrait du site : www.edf.com

favorables à l'éolien soulignant la question de la durabilité de cette énergie alors que celles plus critique à son égard l'évaluent sous le seul angle de la réduction des émissions de CO2.

Concernant cette dimension des représentations du vent et leurs liens avec l'éolien, un clivage est identifié entre les structures plutôt opposées à l'éolien, même si elles adoptent un discours expliquant ne pas l'être sur le principe et les autres structures. Cette opposition s'explique par le choix des arguments. En effet, pour traiter ce lien, ce ne sont pas les mêmes arguments qui sont identifiés. Dans les structures entretenant un regard critique à l'égard de l'éolien, cette comparaison avec les autres énergies sert d'argumentaire pour déstabiliser le discours promouvant l'éolien dans une conception, à la fois, statique des questions énergétiques et construite sur une rupture entre les sociétés humaines et leur milieu naturel en dehors des contraintes imposées par les règlements. En revanche, les arguments repris dans les documents des structures favorables à l'éolien reposent sur une mise en contexte du débat sur l'énergie éolienne avec la situation énergétique régionale, nationale et internationale telle qu'elle apparaît à travers les évolutions nécessitant une diversification des sources d'approvisionnement. En d'autres termes, les associations favorables à l'éolien portent un discours emboîtant différentes échelles, appliquant localement un cadre de référence défini par des instances internationales. Les organisations nationales favorables à l'éolien articulent niveau national et international en justifiant la diversification énergétique par la lutte contre les émissions des GES. Enfin, les structures plutôt favorables au nucléaire ne posent pas, elles aussi, la question du local, préférant raisonner à l'échelle de la nation.



Eoliennes Plouguin

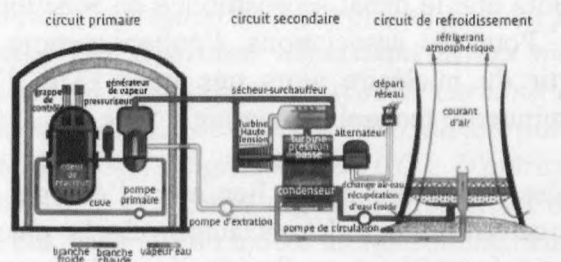


Schéma de fonctionnement d'un Réacteur à Eau sous Pression
Source : Société française d'énergie nucléaire

3- Le vent et l'éolien comme producteur de richesses

Cette dimension de la représentation du vent se compose de deux dimensions. La première consiste en une évaluation des coûts de l'énergie éolienne en France tandis que la seconde concerne l'impact des parcs éoliens dans les collectivités locale autour, en particulier,

d'une analyse des dynamiques locales générés par ces parcs. Ces deux aspects seront traités successivement.

1. Le coût de l'éolien

Les conditions d'achat de l'électricité produite par les installations utilisant l'énergie mécanique du vent ont été fixées par un arrêté ministériel daté du 08/06/2001 (JO du 22/06/05). Ces tarifs sont exprimés en centimes d'euros le kWh hors TVA. La grille tarifaire reproduite concerne les premiers 1500 MW de puissance cumulée sur l'ensemble des installations de France continentale.

Prix de rachat de l'électricité d'origine éolienne

Source : J.O. du 22/06/01

Durée annuelle de fonctionnement de référence	Tarif des 5 premières années	Tarif des 10 années suivantes
2000 heures et moins	8,38	6,38
Entre 2000 et 2600 heures	8,38	interpolation linéaire
2600 heures	8,38	5,95
Entre 2600 et 3600 heures	8,38	interpolation linéaire
3 600 heures et plus	8,38	3,05

Faisant écho à cette réglementation, un compteur en temps réel affiche en permanence la puissance éolienne installée sur le site d'EDF (encadré n° 2). Une fois la limite des 1500 MW dépassée, une nouvelle grille tarifaire s'appliquera laquelle diminue légèrement les différentes classes de durée de fonctionnement de référence, baissant à terme (après les 5 premières années) le prix de rachat du kWh éolien pour EDF. Comme le souligne différents documents dont la «*charte départementale des éoliennes du Finistère*», cet arrêté fixe des conditions avantageuses pour le prix de rachat de l'électricité d'origine éolienne.

Encadré n° 2 : le compteur d'EDF

Les producteurs éoliens bénéficient, de la part d'EDF et des Entreprises Locales de Distribution, de conditions tarifaires préférentielles pour l'achat de leur production d'électricité dans la limite des 1500 MW de puissance installée. Ce dispositif a pris effet le 22 juin 2001. Le tableau ci-dessous affiche, en temps réel (date et heure GMT), le cumul de la puissance installée en France (...). Une fois le seuil de 1500 MW atteint, ce compteur sera fermé.

Cumul de la puissance installée pour des contrats signés :

Le 25-10-2005, à 13:57:23, cumul atteint 616 310 kW

Le 25-11-2005, à 13:57:42, cumul atteint 697 910 kW

Le prix de rachat de l'électricité éolienne doit être mis en regard avec l'investissement nécessaire pour l'installation d'un parc éolien pour comprendre comment se structure le marché de l'éolien et les représentations qui en découlent. EDF fournit une évaluation du budget nécessaire, à la fois, par un projet de grand éolien et par un projet aux dimensions plus modestes. Ainsi, le montant de l'investissement pour un grand projet éolien serait «d'environ 1 million € le MW installé³⁹. Ainsi, une ferme de 10 MW installés coûtera environ 10 M €. Cette ferme de 10 MW produit en moyenne, 25 millions de kWh par an, ce qui correspond à la consommation électrique de 10 000 foyers» (EDF, 2004). Le chiffrage d'un projet de petit éolien (puissance généralement inférieure à 200 kW) se situe entre 22 à 27 000 € + 23 € le mètre linéaire de tranchée en prenant comme exemple une éolienne de 6 kW⁴⁰. L'évaluation d'un projet de grand éolien par l'association de promotion de l'éolien rejoint celle d'EDF, soit 7000 à 8000 F par kW installé (ce qui est légèrement supérieur au budget d'EDF)⁴¹. Dans ses évaluations, l'ADEME-Bretagne insiste sur la répartition des différents postes budgétaires, l'achat des éoliennes à 75 % du budget total (Cf. Schéma page suivante). Le coût moyen d'une éolienne installée correspond aux montants fournis par EDF. Par ailleurs, la durée de vie d'une installation éolienne est calculée sur 20 ans. Enfin, la location des terrains par leur propriétaire varie en fonction de différents facteurs. Les montants qui nous ont été annoncés se situent dans une fourchette comprise entre 2 000 et 3 000 euros par éolienne et par an.

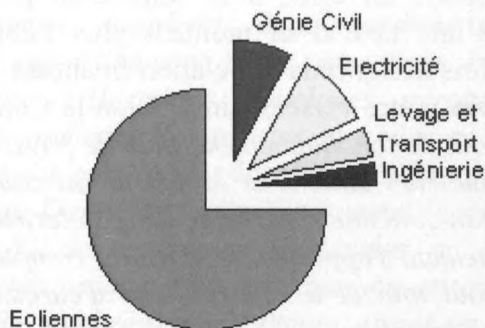
³⁹ Les principales lignes budgétaires se répartissant comme suit : Coûts de construction des Éoliennes d'une puissance comprise entre 1 et 2 MW : 760 à 920 €/kW ; Génie-civil : 70 à 110 €/kW ; Raccordement : 70 à 120 €/kW ; Total : 900 à 1 150 €/kW.

⁴⁰ Les principales lignes budgétaires se répartissant comme suit : Coûts de construction d'une éolienne de 6 kW : 15 000 € ; Génie-civil : 4 à 9 000 € ; Raccordement : 3 000 € + 23 € le mètre linéaire de tranchée (armoire électrique + enfouissement du câble) ; Total : entre 22 à 27 000 € + 23 € le mètre linéaire de tranchée.

⁴¹ L'investissement global nécessaire pour la mise en service du parc éolien étudié lors de l'enquête de terrain se situe également dans la fourchette supérieure donnée par EDF (18 millions d'euros pour 14 MW). L'exploitant explique le surcoût par la politique d'EDF qui aurait obligé l'entreprise à raccorder 5 des 7 éoliennes au réseau à 9,5 kms du site au lieu des quelques centaines de mètres prévues initialement en raison d'un texte réglementaire.

Budget d'un projet éolien

Source : www.ademe.fr/bretagne



- Eoliennes 75%
- Génie Civil 8%
- Electricité 10%
- Levage / Transport 4%
- Ingénierie 3%

Total : 100.0%

Pour avoir une évaluation plus précise du coût de l'éolien, l'ADEME-Bretagne propose également sur son site le bilan de deux parcs éoliens dans deux communes du Finistère : celui de Plouarzel (5 éoliennes d'une puissance de 660 kW) et celui de Goulien (8 éoliennes d'une puissance 750 kW). Le tableau ci-dessous compare les principales lignes budgétaires.

Tableau comparant deux parcs éoliens

Lignes budgétaires	Plouarzel	Goulien
- investissement total	3 765 491 €	6 771 785 €
- coûts d'exploitations annuels	99 244 €	181 414 €
- production annuelle	10 millions de kWh	14 millions de kWh
- production x 0,0838 €	838 000 €	1 173 200 €

De plus, l'ADEME-Bretagne a évalué le rendement financier brut moyen d'une éolienne d'un MW fonctionnant 2000 heures hors coûts d'exploitation⁴². Ce taux serait de 171 200 euros par an. Des solutions innovantes sont envisagées pour financer les investissements dont l'actionariat populaire qui serait «une pratique assez courante dans les pays nordiques : des regroupements de particuliers peuvent participer au financement ou au capital des sociétés de gestion des sites éoliens. Cette démarche permet de faire bénéficier les populations, souvent en milieu rural, de la rente générée par la production d'énergie, et de faciliter la compréhension des enjeux et donc l'intégration sociale des parcs éoliens.»

En dehors d'une reconnaissance du prix avantageux de rachat de l'électricité, les administrations et collectivités territoriales commentent peu le coût de l'éolien. En revanche, l'association entretenant un regard critique à l'égard de l'éolien revient longuement sur ce coût et, en particulier, sur la somme que devra payer le client d'EDF pour financer le prix de rachat du kWh éolien (APSA, 2005). Pour ce faire, l'argumentaire souligne, tout d'abord, la différence entre le coût de production d'un kWh par EDF (3 centimes d'euro) et le prix de rachat du kWh éolien une fois qu'EDF y a intégré tous ses coûts, «soit 9,63 centimes d'euros». La différence entre le prix officiel de rachat et le coût estimé n'est pas précisément commentée. Partant de cette évaluation, l'argumentaire pose la question du financement de ce

⁴² Une éolienne sur un site venté fonctionnerait entre 2000 et 3000 heures selon les mêmes sources. Par rapport aux observations que nous avons pu faire, ce chiffre semble peu élevé.

coût qui serait transféré aux seuls consommateurs (surplus apparaissant sur les «factures d'électricité sous la rubrique «autre prestation» depuis le 01/01/2003 avec le titre «Contribution au service public de l'électricité»). En effet, à la suite d'un procès, les industriels utilisateurs d'énergie s'acquittent d'une taxe d'un montant plus faible et les industries exportatrices en sont exonérées. Une fois désignée la population finançant ce poste, l'argumentaire évalue la somme globale qui devra y être versée. Ainsi, selon la Commission de régulation de l'énergie (CRE) : «(...) le surcoût de fonctionnement, pour le pays, est donc la différence entre le prix de rachat aux producteurs éoliens et la valeur du combustible économisé. En année pleine, c'est à une production éolienne espérée de 33 à 35 térawattheure (TWh) par an (source : ADEME) que ce raisonnement s'applique. L'ADEME, compte tenu de la diversité des tarifs d'achat, estime le surcoût annuel à 973 millions d'euros, que les ménages français vont devoir payer quasi intégralement !».

A cette somme due uniquement au niveau du prix de rachat de l'éolien, la France va devoir «stériliser, dans un premier temps, sans nécessité et sans en retirer un quelconque avantage, les 10 milliards d'euros nécessaires à la réalisation du programme éolien⁴³». Enfin, dernier volet de l'argumentaire, le tarif proposé aux producteurs éoliens ne correspond pas aux taux d'amortissement réel, permettant aux investisseurs de réaliser d'importantes marges bénéficiaires. Le texte cite la CRE qui «a dénoncé ce tarif en déclarant «qu'il permettait aux producteurs d'amortir leurs investissements au taux minimum de 25% par an, après impôt», (taux qui explique la ruée vers ce nouvel Eldorado) «et constituait un moyen exagérément coûteux pour la collectivité d'atteindre l'objectif de développement de la filière que s'est fixé le gouvernement». (...) Que veut dire ce taux de 25% ? Il signifie que, si l'on dispose d'argent et que l'on a le choix entre deux décisions : investir dans une éolienne d'une part, placer de l'argent à la banque d'autre part, tant que le banquier ne propose pas plus que 25% d'intérêt annuel, on a intérêt à investir dans l'éolien !».

Dans ce document le prix d'achat du kWh éolien est remis en cause de différentes manières. Tout d'abord en contestant les chiffres et les modes de calculs de ce coût. Ensuite, ce coût est reporté presque entièrement sur les revenus des consommateurs. De plus, le montant des investissements nécessités par la filière est considéré comme de l'argent stérilisé, laissant à penser que ce montant doit s'additionner à celui du surcoût de l'électricité éolienne pour obtenir une approximation du coût réel de l'éolien. Enfin, cet argumentaire donne un taux d'amortissement des investissements, sans en détailler le mode de calcul, pour lui attribuer le même sens qu'un taux d'intérêt. L'essentiel de cet argumentaire repose, comme précédemment, sur le choix de l'échelle d'analyse. Ainsi, le coût de l'éolien est évalué pour la France et non pas pour chaque consommateur. Ce coût est encore augmenté dans la suite de l'argumentaire en occultant la dimension d'échange des processus économiques (la stérilisation de 10 milliards d'euros) et leur inscription temporelle qui obligerait à distinguer taux d'amortissement et taux d'intérêt. Il ressort de cet argumentaire, une conception statique de l'économie avec des coûts de l'éolien référés à l'échelle de la France.

Dans les documents des structures favorables à l'éolien, l'argumentaire est décalé par rapport à celui qui vient d'être commenté. En effet, peu de précisions portent directement sur les coûts en dehors des évaluations des budgets de parcs éoliens, comme nous l'avons vu précédemment. L'essentiel du discours concerne plutôt les modes de financement de ces projets avec un clivage entre les entreprises éoliennes et les structures associative et politique promouvant l'éolien même si, dans tous ces documents, la filière éolienne est présentée comme une nouvelle opportunité de développement économique des territoires ruraux. Pour les structures associative et politique, la filière éolienne doit se développer par le recours à des

⁴³ Cette somme de 10 milliards d'euros est calculée ainsi : le coût d'une éolienne d'une puissance de 1 mégawatt s'estime à 1 million d'euros soit, pour les 10 000 MW du plan éolien, au minimum, 10 milliards d'euros.

formes coopératives de financement. Ainsi, comme l'ADEME-Bretagne, l'association de promotion de l'éolien revient sur l'expérience menée dans d'autres pays d'Europe du nord où *«Les éoliennes peuvent appartenir à des particuliers (...). Pour illustrer le cas de l'investissement coopératif, nous prendrons exemple sur le Danemark. Dans ce pays, les éoliennes appartiennent à des personnes individuelles, des coopératives privées et des compagnies d'électricité. Quelques aérogénérateurs appartiennent également à des entreprises industrielles privées et à des collectivités»*. Selon l'association, *«l'implication financière des populations locales a joué un rôle majeur dans le développement de l'énergie éolienne au Danemark. L'investissement local a été politiquement soutenu et encouragé. En effet, 80 % des éoliennes implantées au Danemark appartiennent à des particuliers, propriétaires uniques des machines ou en coopératives. Ces particuliers, parmi lesquelles figurent de nombreux agriculteurs, tirent un revenu d'appoint de l'exploitation du vent en vendant l'électricité produite aux compagnies d'électricité»*⁴⁴. Pour souligner la faisabilité d'un projet coopératif, l'association relate l'expérience d'accompagnement d'investissements locaux effectuée à St-Thégonnec/Pleyber-Christ (Finistère).

Les verts reprennent les mêmes arguments sur le développement éolien en soulignant qu'à côté des *«projets industriels, il est important de promouvoir des initiatives coopératives des habitants. De nombreuses personnes attendent de pouvoir participer financièrement au développement de la filière éolienne individuellement ou au sein de structures collectives d'investissement»*⁴⁵. Ensuite, l'exemple danois est une nouvelle fois décrit. Toutefois, l'engagement des verts dans l'énergie EnR va bien au-delà du développement de coopératives éoliennes pour promouvoir des fournisseurs d'électricité provenant d'EnR. Ainsi, depuis le mois de juillet 2005 le site des verts propose de devenir partenaire d'ENERCOOP, la coopérative fournisseur d'électricité d'origine renouvelable : *«Sous l'impulsion de Greenpeace, une vingtaine d'organisations et de particuliers se sont associés depuis plusieurs mois autour d'un projet commun ambitieux : créer un nouveau fournisseur d'électricité qui garantisse l'origine renouvelable et incite au développement de nouveaux moyens de production d'origine renouvelable. Son nom : ENERCOOP»*.

Au-delà d'un engagement pour l'EnR, ces structures favorables à l'énergie éolienne développent également un projet économique permettant de financer l'éolien à partir d'organisations coopératives permettant aux particuliers d'investir. Ici, c'est une autre dimension de l'argumentaire qui se déploie pour inclure un projet politique de prise en charge locale et collective de la production d'électricité.

Les entreprises éoliennes développent un discours qui aborde également ces formes particulières de financement des parcs, mais de manière plus allusive. Ainsi, pour l'entreprise implantée dans le Finistère : *«Il est capital pour nous que les communes tirent directement profit des projets éoliens. De plus, les propriétaires fonciers ainsi que les communes peuvent toucher des loyers attrayants. Les projets développés en coopération avec les habitants sont particulièrement intéressants pour les communes, parce qu'ils permettent notamment de conforter l'activité des entreprises et marquent leur engagement pour les énergies renouvelables»*⁴⁶. S'adressant plus particulièrement aux propriétaires fonciers, l'argumentaire se poursuit : *«Si vous souhaitez louer vos terrains ou y investir personnellement, nous vous aidons à réaliser vos projets. (...) Nous sommes également à votre disposition pour la création d'une joint-venture ou de toute autre forme de collaboration»*. EDF ne fournit aucune information précise sur les financements envisagés en dehors du fait que sur le site «EDF-Energies nouvelles», il est affirmé que *«L'entreprise fait preuve d'innovation*

⁴⁴ Extrait du site : www.apab.org/fr

⁴⁵ Extrait du site : www.Brest-ouvert.net

⁴⁶ Extrait du site : www.juwi.fr/

financière : dans le montage des projets et l'ingénierie financière, dans les modes de financement, dans la recherche de partenariats et d'investisseurs et dans la maîtrise des risques». Mais cette entreprise en soulignant sa dimension internationale avec ses 8 parcs répartis sur 3 continents et 4 pays laisse à penser, à une première lecture rapide, un intérêt moindre pour des parcs de proximité.

Dans cette argumentaire, les entreprises éoliennes, tout en reconnaissant la possibilité d'innover dans le montage financier des projets, organisent beaucoup moins que précédemment leur discours autour de la participation des particuliers aux financements des projets. En revanche, elles reconnaissent la place des acteurs locaux dans l'élaboration, la mise en place et le fonctionnement d'un parc éolien. On peut noter que le discours de l'ADEME-Bretagne sur le financement de l'éolien par des formes collectives intégrant les acteurs locaux est beaucoup plus explicite. Selon l'agence, ce type d'investissement permet d'augmenter l'acceptabilité locale du projet éolien. Cette position renvoie donc plus à une stratégie d'intégration sociale de l'éolien qu'à un projet socio-politique comme c'est le cas précédemment.

Plus généralement, si l'on compare les registres de l'argumentation tels qu'ils apparaissent dans les différents documents analysés, on s'aperçoit que les arguments soulevés par les uns et les autres sont, une nouvelle fois, incommensurables. Les structures portant un regard critique à l'égard de l'éolien tentent d'en évaluer son coût pour remettre en cause son crédit. Les structures favorables à l'éolien préfèrent plutôt insister sur les possibilités d'innovation dans le financement des parcs. Ces structures, associative et politique, renforcent la dimension socio-politique des projets éoliens en proposant leur prise en charge financière par des formes coopératives. Dans ce second argumentaire, les coûts ne sont jamais chiffrés dans les documents consultés au-delà des investissements de départ. Les administrations et collectivités territoriales, quant-à elles, n'abordent jamais le débat autour du coût de l'éolien et de ses modes de financement. Seule l'ADEME-Bretagne se distingue en tentant d'évaluer le coût et le rendement financier d'une éolienne, même si certains chiffres demandent à être confirmés.



Construction d'une éolienne, Plouguin

Source : www.suivi-eolien.com/ (Photo Juwi)

2. Le développement local

Tous les documents étudiés, quelque soit le type de structures qui les a produits, s'interrogent sur le lien entre l'éolien et le développement local. Les administrations comme les structures de promotion de l'éolien reconnaissent l'existence d'impacts sur les territoires par l'implantation d'éoliennes. En fonction des caractéristiques de ces structures, l'identification des impacts et de ses conséquences pour les collectivités locales varie. Pour l'association qui porte un regard critique sur l'éolien, c'est son existence même, en tant que vecteur du développement local, qui est remis en question à différents niveaux :

- Les éoliennes vont entraîner une baisse de la fréquentation touristique que ne compensera pas l'augmentation des recettes des collectivités locales grâce à la taxe professionnelle⁴⁷ : *«Quels sont les étrangers qui accepteront de passer leurs vacances dans des contrées aux paysages massacrés par ces engins ? Pas les Allemands ni les Danois en tout cas, qui nous disent leur exaspération de se heurter partout, dans leur pays, à ces machines (...)*» (APSA, 2005).

- Un parc éolien n'engendre aucune retombée économique ni à une échelle locale, ni pour la France car, d'une part, il n'existe aucune entreprise française de construction de grandes éoliennes donc *«seuls seront réalisées localement les travaux de génie civil et de raccordement aux lignes électriques ; ce qui représente à peine 10% du montant de l'investissement*» et, d'autre part, ce sont, principalement, des entreprises étrangères qui investissent dans l'éolien en France. Cette organisation du marché de l'éolien serait sans effet sur l'emploi local et national.

Cet argumentaire s'achève ainsi : *«Le plan éolien ressemble donc fort à une machine infernale destinée à creuser nos déficits commerciaux et à exporter, le plus légalement du monde, les bénéfices réalisés lors de l'exploitation !*». Dans ce discours, il n'existe pas de distinction claire entre le développement local et celui de la France. En revanche, la représentation du marché éolien passe par un clivage net entre les intérêts de la France et ceux de l'étranger, l'éolien nourrissant une exportation de capitaux vers les pays d'origines des entreprises éoliennes (Allemagne et Espagne, en particulier). Ainsi, après avoir défini un espace social de référence (le France), sa cohésion est assurée par l'identification d'un danger venant de l'extérieur auquel l'éolien l'exposerait par le creusement des déficits commerciaux.

Dans la structure associative favorable à l'éolien, là encore, l'accent est porté sur la participation des acteurs locaux, celle-ci présentant plusieurs avantages :

«- (...) des retombées économiques plus locales et une répartition plus équitable des revenus dégagés par l'exploitation de l'énergie du vent,

- la création de lien social au sein des territoires concernés, propre à faire émerger d'autres pistes de développement local,

- une meilleure appropriation des projets par la population locale et par-là même une meilleure acceptation (...),

- la possibilité pour les acteurs ruraux, notamment les agriculteurs, de diversifier leurs sources de revenus et leur activité professionnelle autour d'une activité non-délocalisable»⁴⁸.

Dans cette représentation de l'impact local du marché de l'éolien, les retombées sont subordonnées à la participation des acteurs locaux. Là encore, c'est bien un projet socio-politique qui est porté à travers cet argument. Ce n'est pas le marché éolien en lui-même qui est facteur de développement local, mais l'intégration aux projets éoliens des acteurs locaux. Ici, l'échelle de référence est un territoire aux limites circonscrites dont la cohésion est assurée par l'investissement d'acteurs locaux.

⁴⁷ Par exemple, cette taxe s'élève à 180 000 euros pour le parc éolien de Bouin, soit 10 % du budget de la commune. Selon l'ADEME-Bretagne, la commune de Goulien percevrait, quant-à elle, entre 61 000 et 76 300 euros par an au titre de cette taxe.

⁴⁸ Extrait du site : www.apab.org/fr

La différence entre les entreprises éoliennes et les structures de promotion de l'éolien est que ces premières ne subordonnent pas les retombées locales à la participation des acteurs locaux. Ainsi, sur le site «EDF-Energies nouvelles»⁴⁹, il est posé en titre que la création d'un parc éolien favorise l'activité locale. Ensuite, sept avantages sont identifiés pour expliquer le rôle d'un parc éolien dans le développement local :

- Création de ressources avec les «taxes professionnelle et foncière, location de terrain... [ce sont] des ressources nouvelles qui permettent d'initier de nouveaux projets et de développer des services pour la collectivité»,

- Entretien du patrimoine allant «de l'entretien des routes à la préservation de l'habitat rural, autant d'occasions d'utilisation des retombées financières,»

- Emergence d'une «image écologique par la production d'une énergie propre, et valorisante par l'utilisation d'une technologie innovante,»

- Développement du tourisme, «un parc éolien suscite curiosité et intérêt. Il devient un but de promenade et localement une source d'activités complémentaires»,

- Participation au développement local car «un parc éolien peut constituer le point de départ d'un projet territorial plus global, à vocation culturelle, pédagogique, touristique ou économique»,

- Renforcement des relations intercommunales car «la conduite d'un projet éolien favorise la concertation entre les équipes municipales de différentes communes»,

- Emergence d'une démarche citoyenne respectueuse de l'environnement car «le territoire participe au respect des engagements de Kyoto en contribuant à la diminution des émissions de CO₂, tout en étant attentif à l'environnement local.»

Encore une fois, dans cet inventaire des avantages d'un parc éolien selon «EDF-Energies nouvelles», une place est laissée pour une concertation avec les acteurs locaux sans en devenir une condition pour que le projet éolien favorise le développement local. Dans son discours, la seconde entreprise éolienne insiste davantage sur le rôle des acteurs locaux pour qu'un projet de ce type devienne un vecteur du développement local. Comme il a été vu précédemment, les entreprises ne transforment pas les éventuels parcs éoliens en projet socio-politique marqué, tout en reconnaissant cette possibilité.

L'ADEME-Bretagne n'aborde pas spécifiquement cet aspect de l'éolien. Toutefois, dans son document «Elaboration d'un outil d'insertion sociale et territoriale des éoliennes»⁵⁰ l'ADEME explique que : «Dans sa majorité, la population est favorable à l'implantation d'éoliennes pour autant que l'installation ne soit pas faite n'importe où ni n'importe comment, et qu'elle contribue d'une façon ou d'une autre au développement local. En claire, s'exprime une volonté d'être associé au projet. Un équipement (...) [de ce type] ne doit en aucun cas être installé sans concertation.» La suite du document revient sur ces deux notions de développement local et de concertation. Pour l'ADEME, un projet éolien doit permettre de stimuler le développement du territoire au niveau des structures intercommunales. «En outre, en matière d'éolien, un fonctionnement intercommunal aide à la prévention des conflits, en éliminant l'une de leurs causes : la rivalité entre communes voisines.». L'autre point développé concerne les modalités d'intégration des habitants à la démarche «pour satisfaire leur revendication d'être associé au projet». La solution proposée est la création d'un «comité local de suivi dédié à l'éolien», lequel doit intervenir le plus en amont possible pour accompagner le porteur du projet. Ce comité local serait composé des acteurs locaux en étant ouvert sur la société civile. Son rôle serait «de forger un projet territorial susceptible d'accueillir les éoliennes ou de définir les règles d'acceptation d'un projet éolien qu'un producteur envisage». La position de l'ADEME est différente de celles des précédentes structures. L'accent est surtout porté sur la concertation territoriale. Ici, certes les acteurs

⁴⁹ Extrait du site : www.siif-energies.fr/

⁵⁰ ADEME, *Elaboration d'un outil d'insertion sociale et territoriale des éoliennes*, 2003.

locaux doivent participer, mais moins à travers un engagement financier et décisionnel que dans un but stratégique d'intégration locale du projet.

Les administrations et collectivités territoriales reviennent également sur ce thème. La «Charte départementale des éoliennes du Finistère» par exemple, reconnaît le développement économique local comme un des trois enjeux majeurs de l'éolien à concilier dans une perspective de développement durable⁵¹. Toutefois, cet enjeu n'est pas précisé au-delà d'une reconnaissance d'incidences directes et indirectes ayant une influence sur l'économie locale et les recettes fiscales des collectivités. La suite de la charte pose, là encore, la nécessité d'un partenariat local pour concilier ces enjeux. Après avoir identifié les partenaires, les modalités de cette élaboration concertée sont déclinées. Toutefois, si l'on compare ce document à celui de l'ADEME, cette concertation n'est pas systématisée. En fonction des situations, il est proposé aux porteurs de projets d'organiser une concertation avec certaines catégories d'acteurs locaux. Enfin, le contenu des documents publiés par la DIREN-Bretagne ne s'inscrit pas dans ce type de questionnement. Les propositions formulées concernent la prise en compte de l'environnement dans la sélection des sites d'implantation des éoliennes.

D'un point de vue plus général et au-delà des représentations du vent et de l'éolien, le clivage entre l'association et partisans de cette énergie et ceux qui ont un regard plus critique à l'égard de l'éolien engage également des référentiels de sociétés (échelle et mode de cohésion sociale). Pour l'association promouvant l'éolien, les sociétés s'organiseraient localement par la participation des acteurs locaux d'où leur nécessaire intégration aux décisions. Pour l'association développant un regard critique à l'égard de l'éolien, la société est structurée à l'échelle de la nation, l'avis des acteurs locaux est à intégrer au processus de prise de décisions pour autant qu'ils puissent mobiliser du niveau local au niveau central⁵². Pour les entreprises éoliennes et l'agence nationale, c'est moins un référentiel de société qui est engagé dans leur soutien à la concertation et à la participation qu'une analyse stratégique pour permettre la meilleure intégration possible des éoliennes dans les sociétés locales. Pour l'ADEME, par exemple, il ne s'agit pas de partager le processus de prise de décision, mais de faire accepter le plus facilement possible une implantation de parc éolien. Enfin, les administrations et collectivités territoriales ne se positionnent pas sur l'intérêt d'une procédure de concertation en tant que telle, c'est-à-dire une procédure avec une co-construction de la décision. Dans la «Charte départementale des éoliennes du Finistère» par exemple, il est plutôt envisagé une consultation des principaux acteurs selon les intérêts des porteurs des projets.

⁵¹ Les deux autres enjeux sont : la production d'EnR et la protection de l'environnement et du cadre de vie.

⁵² Nous reviendrons très précisément sur ce point à la fin de la seconde partie du rapport.



Eolienne et agriculture, Plouguin

Cette analyse des représentations du vent et leurs liens avec l'éolien a montré la variation de leur contenu en fonction de trois pôles autour desquels se répartissent les structures promouvant l'éolien, celles portant un regard plus critique et les administrations et collectivités territoriales. Nous avons constaté, à plusieurs reprises, que les registres de l'argumentation n'étaient pas comparables. Ce ne sont ni les mêmes faits, ni les mêmes conceptions du temps et de l'espace, ni les mêmes causalités qui sont engagés dans les différentes représentations. Le tableau, page suivante, permet de synthétiser les informations permettant de caractériser les représentations.

A cette étape de la recherche, nous pouvons déjà constater l'existence de clivages marqués entre ces différentes représentations. Cette analyse sera enrichie dans quelques pages par de nouvelles dimensions comme les conceptions des nuisances induites par les éoliennes (nuisances sonores et paysagères pour l'essentiel). Ces travaux ont été conduits selon une autre méthodologie. Ils se fondent sur une enquête de terrain, permettant un contrôle plus serré des données. En effet, l'objectif de ces nouveaux travaux est d'articuler les différentes représentations entre elles par l'analyse des procédures de concertation et des mobilisations collectives pour comprendre leur dynamique. Il s'agira, en quelque sorte, de comprendre comment ces représentations sont appropriées par des acteurs sociaux pour les intégrer à leurs dynamiques. C'est cette seconde approche qui nécessite de mettre en œuvre une autre méthode d'enquête et d'analyse des données.

**Tableau de synthèse des représentations
du vent et de l'énergie éolienne**

	Pôle favorable	Pôle réglementaire	Pôle critique
- Type de structure	Association, parti politique, entreprise, agence nationale	Administration et collectivité territoriale	Association
- Objectifs de l'éolien	Lutte contre l'effet de serre, diversification des sources d'énergies, développement local	Remplir les obligations de l'Etat par rapport aux engagements européens	Ces deux objectifs sont remis en cause
- Place du vent dans le processus énergétique	Permet de naturaliser l'énergie éolienne avec l'approche technique	N'apparaît pas en tant que telle	N'apparaît pas en tant que telle
- Référentiel de société	(pour l'association) Local avec une cohésion assurée par la participation des acteurs locaux	Local dont la cohésion est assurée par la consultation des acteurs	National dont la cohésion est assurée par l'identification de dangers venant de l'extérieur
- Type de rapport au milieu naturel	Interférences nombreuses entre les activités humaines et un milieu naturel que l'homme peut dégrader	Interférences nombreuses entre les activités humaines et un milieu naturel que l'homme peut dégrader	Discontinuité marquée entre les sociétés humaines et le milieu naturel ne produisant aucune interférence hors contraintes réglementaires
- Dimension temporelle	Les sociétés et leur milieu s'inscrivent dans une dimension temporelle évolutive par l'emboîtement de différentes échelles	Conception évolutive des sociétés, mais à l'intérieur de champs plus restreints	Description statique des sociétés humaines et de leurs processus techniques
- Type de causalité	Multi-factorielle intégrant facteurs humains et naturels	Multi-factorielle Avec une conception plus hiérarchique des systèmes sociaux	Plus déterministe avec peu de facteurs naturels identifiés et des systèmes sociaux très hiérarchisés

[Faint, illegible text]

[Faint, illegible text]

[Faint, illegible text]

[Faint, illegible text]

[Faint, illegible text]

3. L'objet

3 L'objet

3.1 L'objet technique

FONCTIONNEMENT D'UNE BOULIE

- 1. L'objet technique est un système qui permet de réaliser une tâche.
- 2. L'objet technique est un système qui permet de réaliser une tâche.
- 3. L'objet technique est un système qui permet de réaliser une tâche.
- 4. L'objet technique est un système qui permet de réaliser une tâche.

Le fonctionnement d'un objet technique est un processus qui permet de réaliser une tâche. Ce processus est un processus qui permet de réaliser une tâche. Ce processus est un processus qui permet de réaliser une tâche.

L'objet technique est un système qui permet de réaliser une tâche. Ce système est un système qui permet de réaliser une tâche. Ce système est un système qui permet de réaliser une tâche.

3.1 L'objet technique



3.1.1. Object techniques

3.L'objet

3.1 L'objet technique

FONCTIONNEMENT D'UNE EOLIENNE

L'énergie récupérable par une éolienne est donnée par la formule de Betz :

$$P=0,37.S.V^3$$

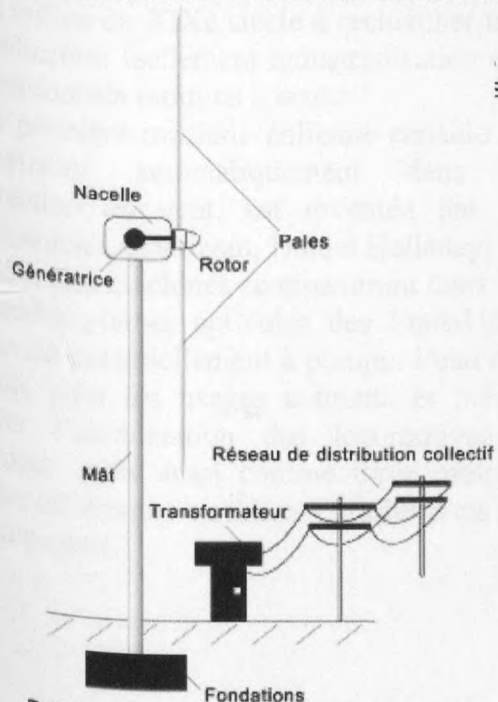
P : puissance récupérable (en W)

S : surface balayée par les pâles (en m²)

V : vitesse du vent (en m/s)

Une éolienne produit donc d'autant plus que les pâles sont longues et que la vitesse du vent est élevée. Le principe est de transformer l'énergie éolienne en énergie cinétique, via la rotation du rotor, puis en énergie électrique, via une génératrice d'électricité.

L'anémomètre et la girouette commandent le fonctionnement de l'éolienne. La girouette permet d'orienter la nacelle et le rotor face au vent quelque soit sa direction. Les pâles sont mises en mouvement lorsque le vent dépasse une certaine vitesse (5 Km/h environ) lorsque le vent est suffisant l'éolienne peut être couplée au réseau électrique elle

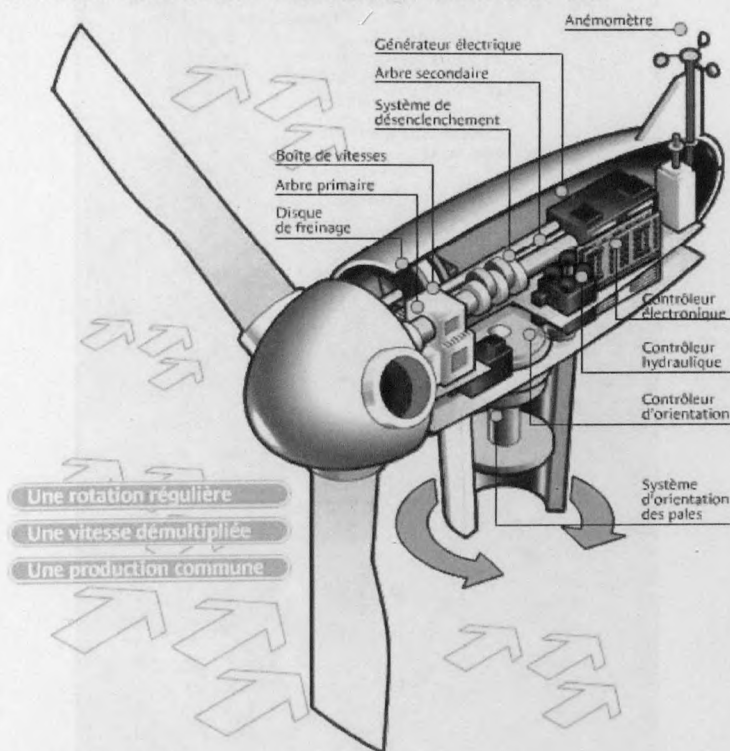


Principe de fonctionnement d'une éolienne

source :

<http://www.arehn.asso.fr/dossiers/eolienne/eole.php>

vent
les
s d'é



Une rotation régulière
Une vitesse démultipliée
Une production commune

Composants de la nacelle

source : <http://www.domsweb.org/ecolo/eole/eco-eolienne-shema.jpg>

3.2 Les grandes éoliennes

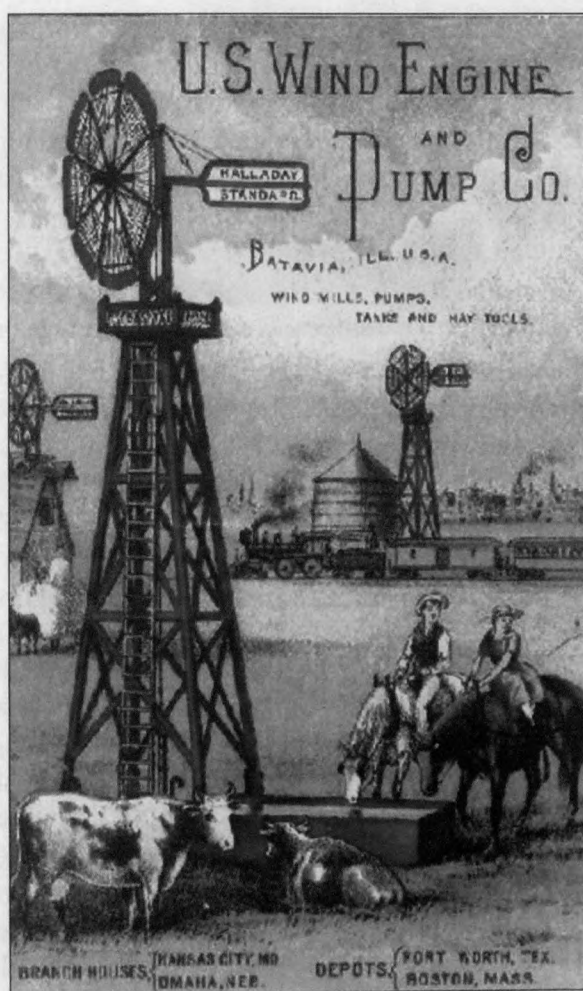
Gilles Guézo

Des machines technologiques d'implantation rurale ; la genèse d'une forme

Des machines motrices à usage agricole

La recherche d'une force motrice facile à installer partout où la nécessité s'en fait sentir dans les vastes espaces de l'Amérique du Nord, incite les inventeurs du milieu du XIX^e siècle à rechercher une application facilement industrialisation des traditionnels moulins à vent.

La première machine éolienne capable de s'orienter automatiquement dans la direction du vent, est inventée par un mécanicien américain, Daniel Halladay, en 1854. Ces machines se répandront dans les grandes plaines agricoles des Etats-Unis, servant essentiellement à pomper l'eau des puits pour les usages courants et même pour l'alimentation des locomotives à vapeur, mais aussi comme force motrice pour différentes machines utilisées dans les campagnes.





En France, Ernest Bollée, industriel au Mans, dépose en 1868 un brevet pour un moulin à vent qui s'inspire des machines américaines. Les éoliennes Bollée, mais aussi d'autres fabricants, seront largement diffusées et feront partie du paysage des campagnes françaises.

Le rapport du Jury International de l'Exposition universelle de 1878 à Paris⁵³, note la présence "d'un grand nombre de moulins à vents de systèmes assez variés sans qu'aucun d'eux présentât des dispositions bien neuves". S'y côtoient les moulins américains, "solides et bien construits" de l'United States Windmill Company et de Corcoran, la petite turbine à ailes en bois du fabricant parisien Lepaute, "d'une grande simplicité et d'un aspect fort élégant", et l'éolienne de M. Bollée, du Mans, qui "paraissait coûteuse en comparaison du travail qu'elle pouvait fournir". On trouve aussi, à côté de ces moulins à axe horizontal, des "pananémones" qui comme leur nom le signifie, fonctionnent selon toutes les directions du vent, sans avoir besoin d'être orientées. Ce sont des moulins à axe vertical qui présentent comme inconvénient que toutes leurs pales ne travaillent pas en même temps ; "ils présentent donc, à l'égard des moulins à vent proprement dit, la même infériorité que les roues à aubes par rapport à l'hélice pour la propulsion des navires".

Malgré cette présence notable, les moulins à vent ne peuvent concurrencer les machines à vapeur ni même les machines hydrauliques, pour fournir la force de travail que réclame l'industrialisation en cours.

L'exposition universelle de 1889 consacre une place encore plus restreinte aux moulins à vent. Le rapport du jury international⁵⁴ y consacre deux pages sur les quatre mille quatre cents concernant le groupe VI, "outillage et procédés des industries mécaniques". Ces deux pages constatent que les moulins à vent sont bien adaptés aux régimes des vents en Amérique où l'on "en construit de très grands, qui donnent quelques dizaines de chevaux de puissance par brise moyenne", et au relèvement de l'eau des polders en Hollande. On note que les systèmes à axe vertical ont été abandonnés, à cause de ce que nous appellerions aujourd'hui, un très mauvais rapport poids/puissance. Joseph Hirsch, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, et rapporteur de l'Exposition pour les machines motrices, prononce une conférence, le 17 août 1889 au Palais du Trocadéro⁵⁵, dans laquelle il ne dit "qu'un mot des moulins à vent, dont l'usage est assez restreint dans notre pays, ... On trouve cependant à l'Exposition quelques spécimens de ces machines réellement intéressants et qu'il peut être fort utile d'étudier ; ils sont installés sur la berge à côté du ponton des bateaux du Louvre".

⁵³ Groupe VI, classe 54, Rapport sur les machines et les appareils de la mécanique générale Ch VII, *air comprimé ou en mouvement*, Paris, imprimerie nationale, 1883, CNUM.CNAM.fr

⁵⁴ Groupe VI, classe 52, Outillage et procédés des industries mécaniques (3è partie), Ch VII, *compression et mouvement des gaz*, Paris, imprimerie nationale, 1890, CNUM.CNAM.fr

⁵⁵ LE GÉNIE CIVIL, 19 octobre 1889, p 619

C'est à l'Exposition de Chicago en 1893 que les moulins à vent retrouvent une place honorable parmi les machines motrices. Max de Nansouty, gérant du *GÉNIE CIVIL*, témoigne⁵⁶ que "la section consacrée aux moulins à vent et aux turbines atmosphériques constitue l'un des points intéressants de l'Exposition".

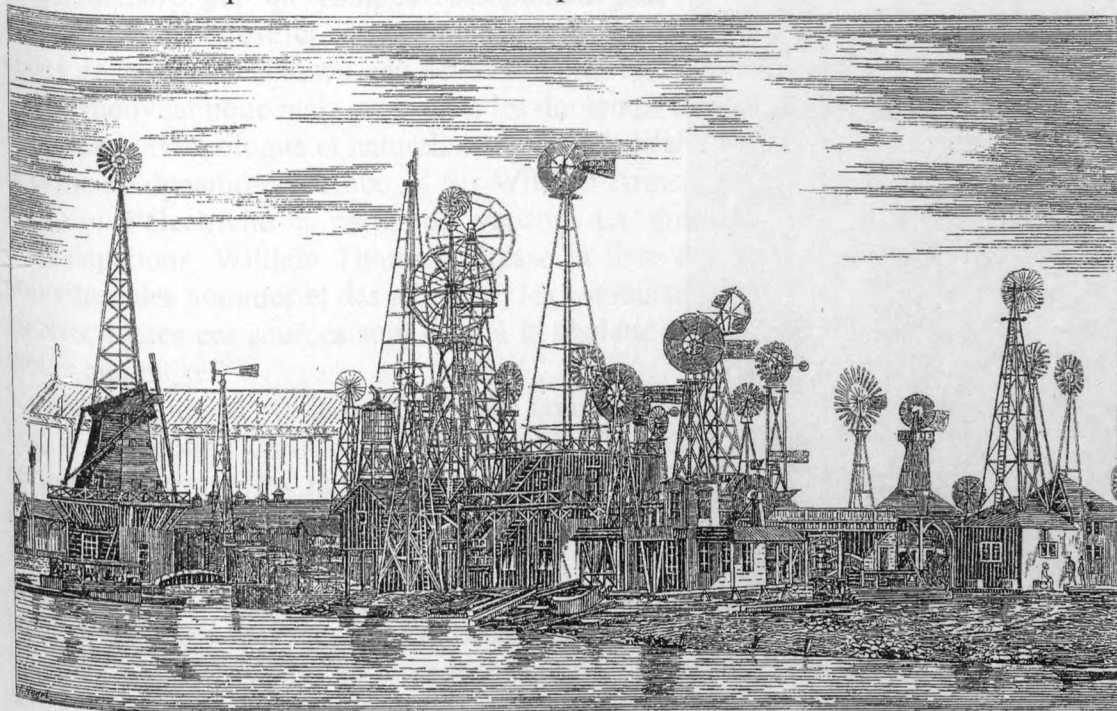


FIG. 1. — Vue d'ensemble de l'exposition des moulins à vent et turbines atmosphériques à l'Exposition universelle de Chicago.

À la suite de l'Exposition de Chicago, les moulins à vent vont trouver un regain d'intérêt en France grâce à des machines dont le rotor possède un plus grand diamètre, capte l'énergie d'un vent même faible avec une plus grande puissance. On peut ainsi alimenter en eau un village, une gare ou un camp militaire comme ci-contre le camp de Châlons⁵⁷. Des expériences menées en Autriche pendant deux ans, en 1890 et 1891, ont montré que la puissance développée croissait comme la surface du rotor, c'est-à-dire comme le carré de son diamètre. Mais les grandes dimensions du rotor le rendent sensible aux vents forts. Dans ce cas "la vanne régulatrice, qui reçoit aussi l'impulsion du vent, oblige la roue à s'obliquer et même à prendre une position parallèle à celle du gouvernail ; à ce moment, la roue n'a plus rien à redouter du vent, puisqu'elle ne le reçoit plus que sur sa surface la plus restreinte."

⁵⁶ LE GÉNIE CIVIL, 1^{er} juillet 1893, p 133

⁵⁷ LE GÉNIE CIVIL, 3 mars 1894, p 273

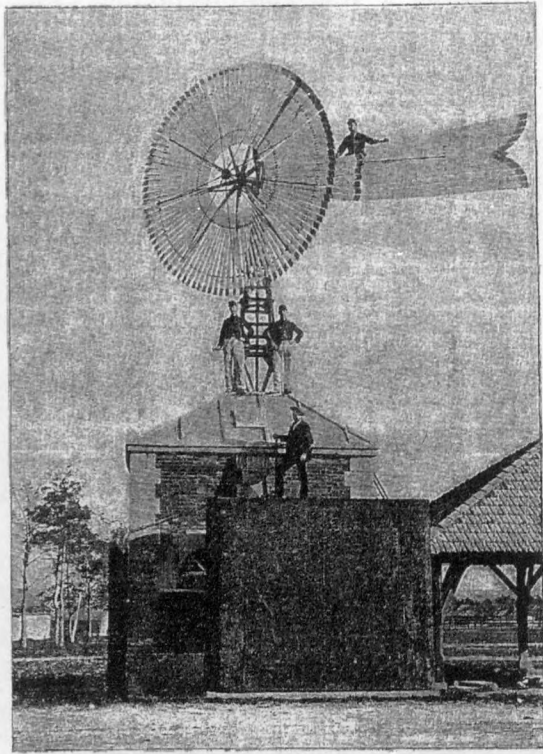


Fig. 1. — Moulin à vent de 1^m 50 de diamètre installé au camp de Châlons (d'après une photographie).

Poursuivant la même idée consistant à rechercher une plus grande surface à offrir au vent, M. Touzelin propose un moulin à quatre rotors⁵⁸.

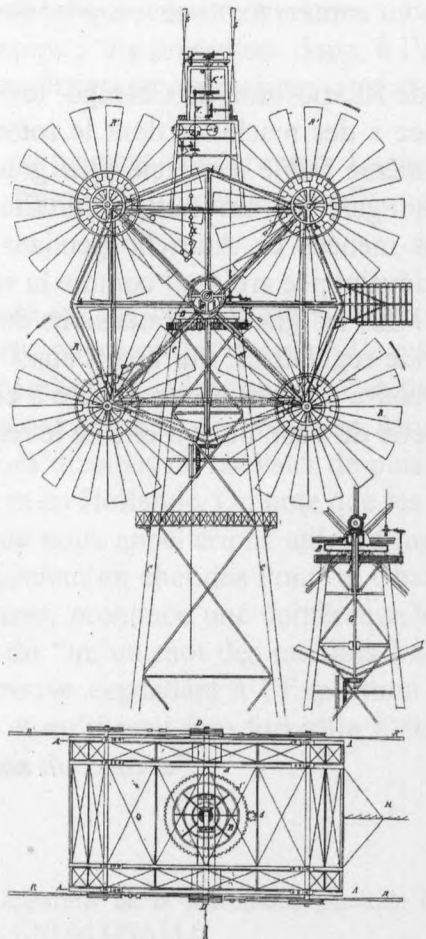


Fig. 8. — Élévation et plan d'un moulin à vent, à quatre rotors, de M. Touzelin et coupe du sommet de la tour et de l'arbre vertical de transmission.

⁵⁸ LE GÉNIE CIVIL, 1^{er} septembre 1894, p 277

L'électricité

La "British Association for the Advancement of Science" célèbre en 1881, à York, son cinquantième par un congrès rassemblant plus de 1600 personnes venues du monde scientifique et industriel international. Parmi les communications prononcées, on remarque celles de William Thomson, qui deviendra plus tard Lord Kelvin, bien connu pour ses travaux en thermodynamique mais aussi dans les domaines de l'électricité et du magnétisme, Sir John Lubbock anthropologue et naturaliste distingué, Werner Siemens qui avait découvert en 1866 le principe dynamo-électrique, et Sir William Armstrong inventeur dès 1842 d'un appareil à produire l'électricité à partir de vapeur. La question de l'énergie est au centre des préoccupations. William Thomson dresse la liste des sources disponibles : "les marées, la nourriture des hommes et des animaux, les combustibles, le vent et la pluie. À l'exception des marées, toutes ces sources sont dues à la chaleur solaire transformée d'une manière plus ou moins complexe"⁵⁹

Sir Lubbock insiste sur la ressource que constitue le vent, déplorant "le peu d'usage qu'on en fait, à l'exception de la navigation. La houille s'épuisera certainement tôt ou tard... Il est certain, alors, que les moteurs actionnés par le vent reparaîtront en grand nombre sur la terre"⁶⁰

Il ne semble pas que le naturaliste pense ici à produire de l'électricité avec le vent, mais réserve cette idée à l'énergie des chutes d'eau qui sont par nature souvent éloignées des besoins de force motrice. Sir Lubbock suggère dans ce cas, de recourir à l'idée de Werner Siemens "de transformer en force électrique les cascades et les chutes, puis de reconstituer la force au moyen de machines électro-motrices à mouvement renversé."⁶¹

Cette même année 1881, voit inaugurer au Palais des Champs-Élysées à Paris, l'Exposition Universelle d'Électricité qui rassemble les dernières nouveautés techniques. On peut s'y rendre, depuis la place de la Concorde voisine, à bord d'un tramway électrique de la maison Siemens. L'éclairage électrique illumine tous les stands, assuré par différentes sortes de lampes dont les nouvelles lampes à incandescence d'Edison. On y trouve surtout les différents modèles de machines magnéto-électriques et dynamo-électriques qui permettent désormais de transformer l'énergie mécanique en courant électrique, même alternatif. La question du transport de l'électricité sur des distances importantes est cependant encore loin d'être résolue.

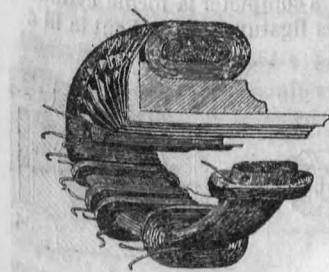


FIG. 20.

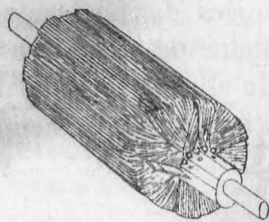


FIG. 21.

fig 20 et 21 : induit de Gramme et inducteur de Siemens (LE GÉNIE CIVIL 1^{er} octobre 1881)

⁵⁹ LE GÉNIE CIVIL, 15 septembre 1881, p 547

⁶⁰ ibid

⁶¹ ibid

Les premiers essais de production d'électricité à l'aide de moulins à vent

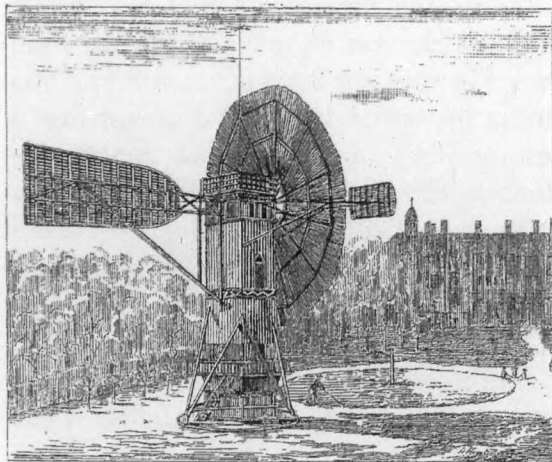


Fig. 4. — Tour avec turbine atmosphérique pour commande de dynamos.

En 1888, Charles Francis Brush⁶² (1849-1929), pionnier de l'industrie électrique américaine, construit dans le parc de sa résidence de Cleveland (Ohio, USA), une très grande turbine atmosphérique accouplée à une dynamo, dans le but de fournir l'énergie électrique nécessaire à son habitation. Ce premier aérogénérateur associe deux typologies, celle du moulin-à-vent traditionnel pour le support pivotant, et celle des éoliennes américaines à pales multiples pour le rotor.

Le diamètre du rotor, constitué de 144 pales de cèdre, atteint un diamètre respectable de 17 mètres.

Un système de courroies, communique à l'arbre de la dynamo une vitesse cinquante fois supérieure à celle du rotor. Un dispositif automatique évite les survoltages au delà de 90 volts.

L'engin malgré ses dimensions impressionnantes ne délivre qu'une énergie maximale de 12 kW, qui est stockée dans des batteries situées dans la cave de la maison. Chaque soir l'installation peut faire fonctionner une centaine de lampes sur les trois cent cinquante que comporte la maison et ses dépendances ; elle alimente aussi trois moteurs électriques. Cette installation, économiquement peu rentable, a fonctionné plusieurs années.

⁶² LE GÉNIE CIVIL 5 septembre 1891 et www.windpower.org

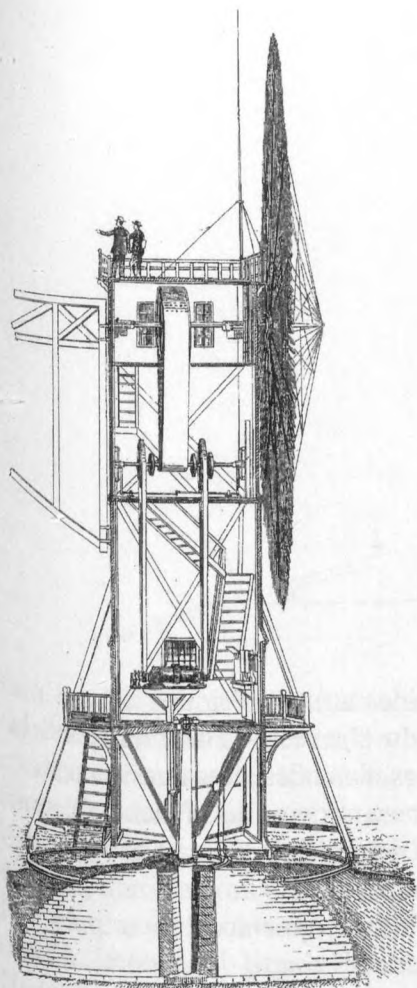


FIG. 3. — Coupe verticale de la tour.

En France, à peu près à la même époque, des essais ont lieu mais sans succès. On a tenté d'accoupler une turbine atmosphérique Dumont⁶³ à une dynamo sans parvenir à obtenir une vitesse suffisante pour produire du courant électrique.

⁶³ LE GÉNIE CIVIL, 16 août 1890, p246

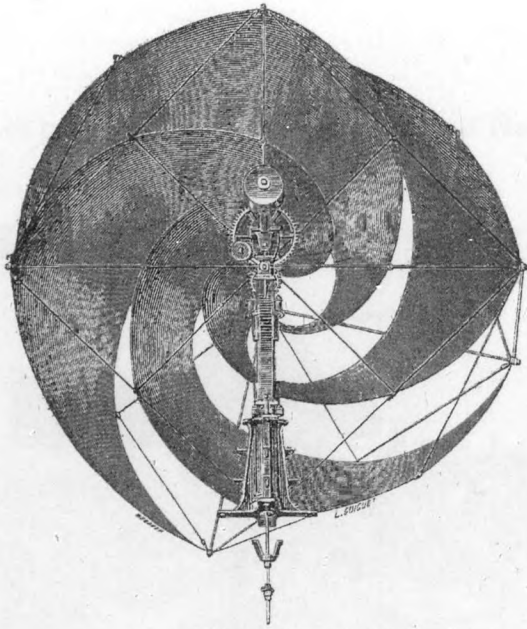


FIG. 1. — Turbine atmosphérique A. Dumont.

On a aussi tenté, d'éclairer un phare grâce à l'énergie de turbines atmosphériques à la pointe de la Hève qui marque l'embouchure de la Seine à l'ouest du Havre⁶⁴. Cette fois, c'est la violence des vents qui a eu raison des machines. On songe alors, dans des sites aussi exposés, "à canaliser les courants atmosphériques sur l'organe moteur au moyen de manches à vent analogues à celles qui servent pour l'aération de l'intérieur des navires".

Une autre expérience de couplage d'un moulin-à-vent et d'une dynamo a lieu près de Hambourg en 1909 et produit une cinquantaine de kilowatt. Il s'agit, là encore, d'une expérience individuelle privée.⁶⁵

Au début du vingtième siècle, les conditions ne sont pas encore réunies pour construire des aérogénérateurs qui puissent rivaliser avec les machines à vapeur, les turbines hydrauliques et même les moteurs à pétrole qui sont les nouvelles sources de force motrice.

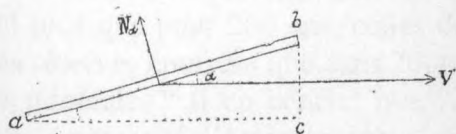
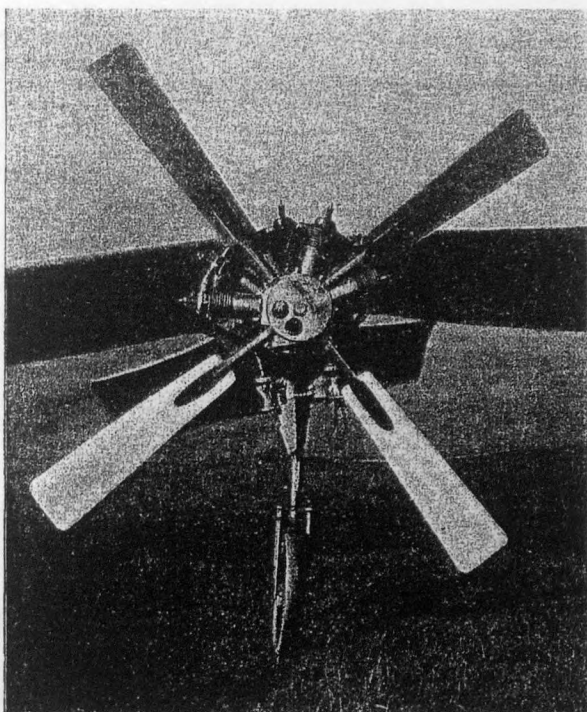
Les apports de l'aviation et de l'aérodynamisme

À la fin du XIX^e siècle l'aéronautique naissante se heurte à un déficit de connaissances dans le domaine de l'aérodynamisme. Les ingénieurs aéronautes s'intéressent aux phénomènes de portance d'une surface plane et tentent d'affiner les résultats issus des expériences de Borda en 1763, sur le mouvement oblique des plans par rapport à l'air⁶⁶. En 1893, le commandant Renard, aérostier de renom, fait effectuer des expériences pour mesurer la force portante d'une hélice en fonction de sa vitesse de rotation et de l'orientation de ses palettes. La représentation du phénomène de portance est très simplement géométrique, ce qui correspond au profil des ailettes de la grande majorité des moulins à vent en usage à cette époque mais aussi à la forme des premières hélices propulsives.

⁶⁴ LE GÉNIE CIVIL, 1^{er} juillet 1893, p134

⁶⁵ LE GÉNIE CIVIL, 20 février 1909, p287

⁶⁶ LE GÉNIE CIVIL, 21 mai 1892, p 43, Conférence de M. le Commandant Renard sur l'aviation



Des essais menées en Autriche par le professeur Wellner⁶⁷, montrent "que des surfaces courbes, dont la corde est horizontale, plongées dans un courant d'air dirigé suivant cette corde, se comportent d'une façon en apparence paradoxale, en ce sens qu'elles se soulèvent contre le vent." Des expériences nombreuses pour tester différents types de profils, mais aussi l'apport des travaux de Reynolds en hydraulique, vont accélérer la maîtrise des phénomènes en jeux, dans le domaine du calcul, mais aussi sur le plan pratique.

Les années qui suivront verront apparaître des hélices au profil convexe et surtout vrillé, comme la fameuse hélice Éclair inventée en 1916 par Marcel Bloch, futur Marcel Dassault, et Henri Potez, tous deux anciens élèves de l'École supérieure d'aéronautique et de construction mécanique. Cette hélice équipera de nombreux avions dont celui de Guynemer.

Les hélices de ce type sont constituées de planches de bois dur, acajou, noyer ou orme, collées entre elles et façonnées grâce à une machine spéciale⁶⁸.

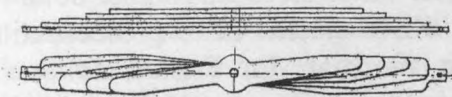


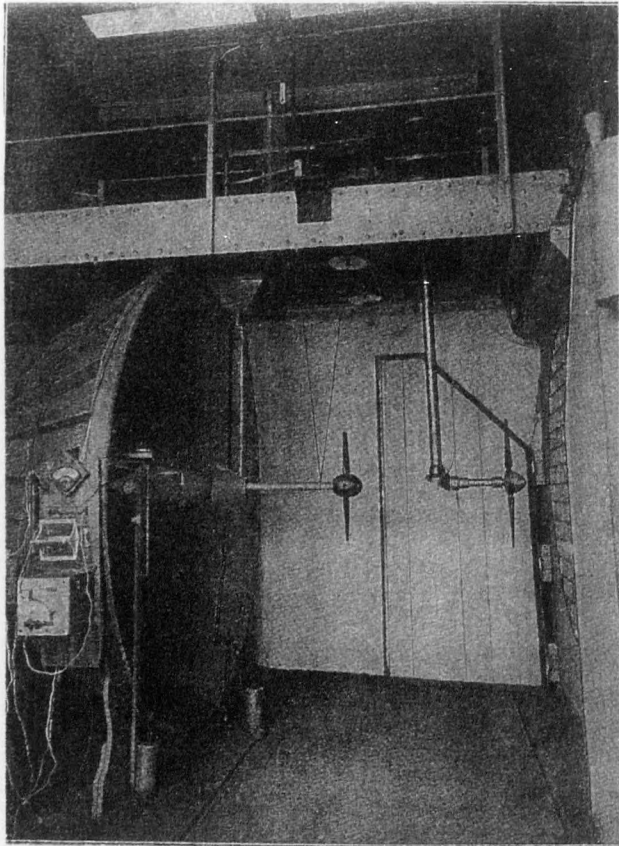
FIG. 4 et 5. — Élévation et plan d'une hélice ébauchée, prête à être façonnée.

Les expériences menées par Eiffel dans sa soufflerie d'Auteuil, apportent des précisions importantes sur les hélices. "Les hélices ont des rendements d'autant meilleurs que les pales sont plus étroites et il vaut mieux employer deux pales que quatre, quand il n'en résulte pas des hélices de diamètre excessif. Les profils plats ou convexes sont préférables aux profils creux"⁶⁹. Sur le plan strictement aérodynamique, plus le nombre de pales est faible et moins chacune d'entre elles est affectée par les perturbations de l'air produites par celle qui la précède. Sur le plan mécanique, à partir de trois pales, l'ellipsoïde d'inertie devient circulaire et les vibrations sont plus facilement évitées. La forme optimale des rotors des grandes éoliennes d'aujourd'hui en découle.

⁶⁷ LE GÉNIE CIVIL, 3 mars 1894, p279

⁶⁸ LE GÉNIE CIVIL, 2 février 1918, p77

⁶⁹ LE GÉNIE CIVIL, 3 avril 1920, p326



Le fonctionnement aérodynamique d'une hélice d'aérogénérateur n'est pas tout à fait semblable à celui d'une hélice propulsive ; l'une est capteur d'énergie, l'autre émetteur. Les hélices testées en soufflerie sont en situation d'être des capteurs et les résultats d'Eiffel sont directement applicables aux rotors d'éoliennes.

La recherche d'une source d'énergie d'appoint

L'inquiétude du monde industriel sur le stock disponible de la ressource énergétique fossile est déjà présente à la fin du XIX^e siècle. Cette préoccupation s'exprime à nouveau au lendemain du premier conflit mondial. En France, la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale, dans sa séance du 29 mai 1920⁷⁰, fait le bilan des ressources pétrolières existantes ou espérées dans le monde, et constate en le regrettant "qu'aucune de ces sources n'est contrôlée par des intérêts français car notre Gouvernement a toujours manqué d'une politique française du pétrole. Les Gouvernements britannique, américain et allemand, avant, pendant et après la dernière guerre, ont été beaucoup plus prévoyants et clairvoyants".

Le physicien et chimiste suédois, August Svante Arrhénius, prix Nobel de chimie 1903, prononce à l'Ecole technique supérieure de Dantzig, une série de conférences sur les disponibilités d'énergie mécanique dans le monde⁷¹. Il dresse un tableau complet des quantités d'énergie disponibles en une année.

⁷⁰ LE GÉNIE CIVIL, 19 juin 1920, p560

⁷¹ LE GÉNIE CIVIL 5 août 1922, p 139, compte-rendu d'un article de la ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE du 26 novembre 1921

TABLEAU I. — Valeurs des diverses sources d'énergie,
d'après Arrhénius.

	Billions de calories.
Rayonnement de chaleur du soleil (total annuel) . . .	3.10 ²⁴
Rayonnement de chaleur du soleil vers la terre, y compris sa couche atmosphérique	1330.10 ⁶
Rayonnement de chaleur du soleil à la surface de la terre	530.10 ⁶
Vaporisation de l'eau de mer et de celle des nuages. .	340.10 ⁶
Energie des gouttelettes d'eau des nuages.	28.10 ⁶
— de l'eau ruisselant à la surface de la terre.	55 000
— de l'eau des rivières (utilisables)	55 000
— des courants de l'air.	33.10 ⁶
— accumulée dans les plantes.	160 000
— du charbon consommé annuellement.	7 200
— totale du charbon fossile.	44.10 ⁶
— totale des huiles minérales.	100 000

On y note la faiblesse de l'estimation concernant le pétrole par rapport au charbon et au vent. Estimation confirmée par son commentaire : "...les réserves de charbon d'Angleterre ne suffiront plus que pour 200 ans, celles de l'Allemagne pour 700 à 800 ans ; l'Amérique ne verra ses réserves épuisées que dans 2000 ans. La génération actuelle verra la fin des réserves d'huiles minérales." Il en conclut que "l'utilisation de la houille blanche est une question vitale, vu la nécessité d'économiser nos réserves de charbon" et qu'on "devrait utiliser sur une grande échelle l'énergie des vents, qui est considérable, mais (qu')on se heurte à la difficulté d'accumulation de l'énergie, pour l'utiliser pendant des périodes de calme". Le savant pose un regard pessimiste sur l'épuisement des ressources terrestres. "Les sources de gaz naturel qui fournissent de l'hydrogène carburé ne sont pas assez nombreuses, de même que les huiles de schiste ne sont pas assez abondantes, pour remplacer le pétrole qui sera vite épuisé, si sa consommation continue de croître. Les réserves de métal s'épuisent également, mais on peut traiter les pièces usagées et récupérer le métal ; les métaux légers, très abondants, pourront aussi remplacer les métaux lourds." Si les prévisions d'August Svante Arrhénius se sont révélées fausses en ce qui concerne les ressources de matières premières, on reconnaîtra en lui un des premiers savants à s'inquiéter du réchauffement de la planète provoqué par la combustion des énergies fossiles.

L'énergie éolienne retrouve alors quelques soutiens dans la presse spécialisée et "le vrai moyen d'arriver à un résultat consiste dans la conjugaison d'une usine thermique avec un certain nombre d'installations actionnées par le vent"⁷². On pallie ainsi à l'irrégularité de fonctionnement des moteurs éoliens qu'il s'agisse de leur vitesse variable que de leur marche intermittente. "Les petites installations électriques autonomes alimentées par des moteurs à vent sont aussi utiles dans bien des cas, notamment dans des habitations isolées, et aux colonies"⁷³.

C'est encore et surtout en Amérique du nord que ce regain d'intérêt pour la production d'électricité éolienne se traduira dans les faits. Les fabricants proposent des modèles adaptés à diverses situations individuelles. Ces machines sont de taille modeste et s'inscrivent dans la continuité directe des moulins à vent du siècle précédent. Les rotors sont devenus des hélices, le plus souvent à deux pales et l'accent est mis sur la robustesse et le coût raisonnable.

⁷² LE GÉNIE CIVIL 21 mai 1921, p 428, compte-rendu d'un article de la REVUE GÉNÉRALE D'ÉLECTRICITÉ du 12 février 1921

⁷³ LE GÉNIE CIVIL, 26 novembre 1921, p 474, compte-rendu d'un article de la

Giant 32 Volt WINCHARGER

\$69⁹⁵

FACTORY DIRECT TO YOU

FREE ELECTRICITY FROM THE AIR

ELECTRIC LIGHT

RADIO

SEPARATOR

DUMP

VACUUM CLEANER

Made by Farmers for Farmers

Unheard-of Low Price

MANUFACTURED AND SOLD DIRECT TO YOU BY **WINCHARGER CORP.** SIOUX CITY, IOWA

DIRECT DRIVE

6-12-32-110 VOLTS

WIND ELECTRIC LIGHT & POWER PLANTS

"A SIZE FOR EVERY PURSE AND PURPOSE"

The World's most complete line of DIRECT-DRIVE windchargers, all built along the same lines, everyone will like the same outstanding characteristics and everyone using the famous patented "DIP THE WIND" governing principle. Tested and proven in the hands of thousands of thousands of actual owners throughout the world. The line ranges from the small 6-volt, 125-watt to the mighty 110-volt and 1100-watt wind plants.

110-Volt, 2500-Watt A 12' x 12' model of windmill with 110-volt output, 2500-watt capacity. Suitable for 110-volt lighting, heating, etc. Cost - \$100.00.	32-Volt, 600-Watt A 12' x 12' model of windmill with 32-volt output, 600-watt capacity. Suitable for 32-volt lighting, heating, etc. Cost - \$45.00.
110-Volt, 1250-Watt A 12' x 12' model of windmill with 110-volt output, 1250-watt capacity. Suitable for 110-volt lighting, heating, etc. Cost - \$75.00.	32-Volt, 600-Watt A 12' x 12' model of windmill with 32-volt output, 600-watt capacity. Suitable for 32-volt lighting, heating, etc. Cost - \$45.00.
32-Volt, 2000-Watt A 12' x 12' model of windmill with 32-volt output, 2000-watt capacity. Suitable for 32-volt lighting, heating, etc. Cost - \$65.00.	12-Volt, 600-Watt A 12' x 12' model of windmill with 12-volt output, 600-watt capacity. Suitable for 12-volt lighting, heating, etc. Cost - \$45.00.
32-Volt, 1250-Watt A 12' x 12' model of windmill with 32-volt output, 1250-watt capacity. Suitable for 32-volt lighting, heating, etc. Cost - \$55.00.	12-Volt, 125-Watt A 12' x 12' model of windmill with 12-volt output, 125-watt capacity. Suitable for 12-volt lighting, heating, etc. Cost - \$25.00.
32-Volt, 1000-Watt A 12' x 12' model of windmill with 32-volt output, 1000-watt capacity. Suitable for 32-volt lighting, heating, etc. Cost - \$50.00.	6-Volt, 125-Watt A 12' x 12' model of windmill with 6-volt output, 125-watt capacity. Suitable for 6-volt lighting, heating, etc. Cost - \$25.00.

NO COMPLICATED GOVERNORS
NO BRAKES
NO COLLECTOR RING BRUSHES
NO GEARS TO OIL OR HOWL
SIMPLE EFFICIENT DURABLE ECONOMICAL

En Europe, la production d'énergie électrique éolienne stagne à un niveau quasiment nul. En France, l'énergie hydraulique, captée grâce à la construction de nombreux barrages détourne l'attention des compagnies d'électricité et de l'État, de la ressource éolienne. La découverte de nouveaux gisements fossiles de gaz et de pétrole font le reste.

Au lendemain de la deuxième guerre mondiale, les besoins énergétiques ont encore augmenté, mais une nouvelle source d'énergie très prometteuse laisse espérer une électricité en abondance dans un avenir proche. La première pile atomique destinée à produire de l'électricité a été construite en 1951 à Arco (Idaho) aux Etats-Unis⁷⁴ ; elle ne produit qu'une faible puissance mais sera suivie d'autres installations plus puissantes. Cette nouvelle technologie se développe parallèlement en Grande-Bretagne, en France et en Union Soviétique.

La cinquième conférence mondiale pour l'énergie, qui se réunit à Vienne en juin 1956⁷⁵, "a pour objet essentiel l'étude des techniques relatives aux combustibles et à la production de la force motrice dans les conditions déterminées par les progrès récents de l'industrie et de la science". Les travaux consacrent une large part aux combustibles fossiles et à l'électricité d'origine thermique, aux grands projets hydrauliques de l'URSS, de la Chine et du Canada et confirment les espérances fondées sur l'énergie nucléaire. L'énergie éolienne n'est citée que dans un rapport général initial estimatif des ressources potentielles par pays.

Le rapport d'activité d'EdF en 1959⁷⁶ annonce que les 64,6 TWh consommés cette année là, ont été produits pour moitiés égales, par l'énergie thermique et l'énergie hydraulique. Les investissements sont allés vers ces deux sources d'énergie et vers les équipements nucléaires. Dans le secteur Études et Recherches, on apprend que "deux aérogénérateurs expérimentaux et une nouvelle turbine à gaz ont été couplés au réseau". Les deux aérogénérateurs sont les prototypes Best-Romani, expérimenté à Nogent-le-Roi en Eure-et-Loir, et Vadot-Neyrpic, testé à Saint-Rémy-des-Landes dans la Manche, qui atteindront une puissance d'1MW mais dont les programmes seront bientôt abandonnés.

L'énergie nucléaire occupe, pour la fin du XX^e siècle, le devant de la scène énergétique française et freine probablement les recherches dans le domaine des énergies renouvelables.

⁷⁴ LE GÉNIE CIVIL, 1^{er} juillet 1955, p258

⁷⁵ LE GÉNIE CIVIL, 15 novembre 1956, p414

⁷⁶ LE GÉNIE CIVIL, 15 octobre 1960, p434

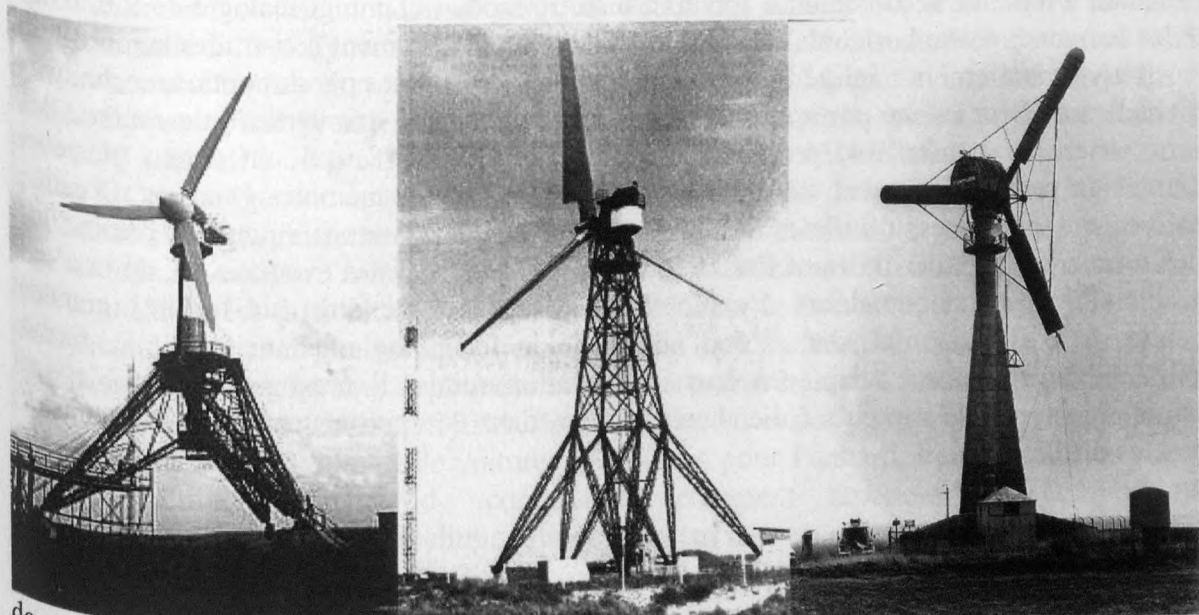
Vers une forme aboutie

Les travaux sur l'aérodynamisme menés en France et à l'étranger au début du XX^e siècle, ont donné les principales règles d'optimisation pour le rendement des hélices.

La suite de l'évolution des formes des rotors d'éoliennes, mais aussi des hélices d'avion et des rotors d'hélicoptères seront essentiellement liées aux contraintes mécaniques de fonctionnement et donc finalement à l'apparition de matériaux plus performants comme les matériaux composites.

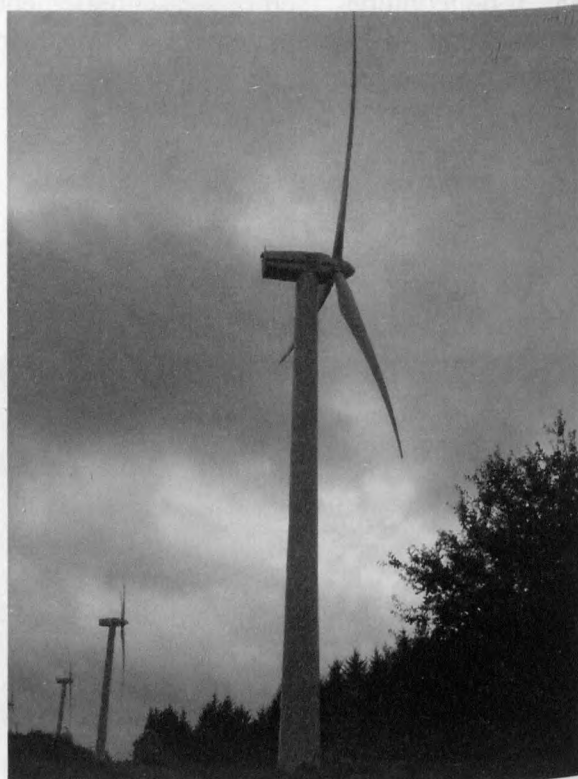


Les grands aérogénérateurs prototypes qui seront testés au milieu du vingtième siècle laisseront disparaître cette double filiation qui les relie aux moulins à vent et à l'aéronautique.



de gauche à droite : aérogénérateurs Best Romani (France, 1959), Vadot-Neyrpic (France, 1963), Gedser2 (Danemark, vers 1950)

Les aérogénérateurs de la fin du XX^e siècle recherchent la puissance maximale. Cette puissance est liée au diamètre du rotor qui va rapidement augmenter grâce aux performances des matériaux composites et en particulier à leur très bon rapport densité/résistance. La forme du fût de l'éolienne s'est optimisée sous la forme d'un cylindre, logique mécaniquement, aérodynamiquement et acoustiquement et facile à mettre en œuvre.



Conclusion

Cette étude a tenté de reconstituer à travers l'histoire moderne, une généalogie de forme des grandes éoliennes à axe horizontal et à rotor unique, majoritairement construites aujourd'hui. Ce récit a volontairement négligé les branches latérales constituées par des options techniques et formelles différentes, en particulier les machines éoliennes à axe vertical, descendant des pananémones, ou panémores, présentes à l'exposition de 1878, qui ont connu plusieurs tentatives de perfectionnement, notamment sous la forme des panémores Darrieus. D'autres tentatives ont été faites, d'utiliser des phénomènes aérodynamiques singuliers comme les voiles tournantes Flettner utilisant l'effet Magnus⁷⁷. D'autres pistes évoquées ici ou la n'ont pas connu de quelconque début d'exploration. On peut donc dire que les très grandes éoliennes à axe horizontal, dans l'état actuel de la technologie, connaissent une forme stabilisée, historiquement adaptée à leur implantation rurale. Il n'est pas impossible que d'autres archétypes de capteurs éoliens surviennent, dans une pertinence cohérente avec des contextes différents.

⁷⁷ LE GÉNIE CIVIL, 2 mai 1925, p425 et 9 mai 1925, p 453

3.3 La question des éoliennes pendant le premier choc pétrolier: l'état des lieux par un de ses spécialistes français, Lucien Romani (1909-1990).

Gilles Guézo

Un autodidacte indépendant

Scientifique autodidacte, ingénieur sans diplôme, inventeur infatigable, Lucien Romani (1909-1990) s'est intéressé à des domaines aussi variés que la physique, l'astronomie, la paléontologie, la géologie, la biologie mais aussi l'épistémologie et la logique. L'absence de tout diplôme universitaire a généré un parcours intellectuel atypique au cours duquel il a pu expérimenter des modes de raisonnement et des méthodes de travail qui s'exonèrent parfois de la bienséance souvent imposée par les institutions de la science officielle. De cette science officielle il a aussi exploré les marges en donnant son explication des objets volants non identifiés dans une note au CNES et à EDF ou en participant à une émission sur la télépathie à Radio-France (1978). Il revendique cet éclectisme dans son "curriculum subjectif" (1984): "Cyclothymique, je n'ai guère de discipline: je passe n'importe quand, à ma fantaisie, de la Physique à la Biologie, de la Biologie à l'Astronomie... Dans n'importe quel domaine, je n'ai qu'un but: atteindre la vérité. Tant pis si elle déplaît, tant pis si elle choque, tant pis si elle indispose! Même si elle n'est pas "bonne à dire", je la dis. J'essaie de me délivrer de toutes les idées préconçues même si elles sont à la mode. Je n'attache pas la moindre importance au consensus des mandarins et de leurs élèves ni de leur argument d'autorité. J'ai constaté qu'en cas de controverse c'est 9 fois sur 10, la minorité qui a raison. Quand je publie, je ne fais aucune concession, je ne pratique aucune autocensure. Je n'ai aucun maître à ménager, aucun cénacle à flatter - et j'en profite!"⁷⁸

Malgré de nombreuses publications dans les grands domaines qu'il a investi et de nombreux brevets d'invention, Lucien Romani est demeuré à ce jour dans un relatif anonymat.

Un ingénieur en aérodynamique fécond

Après le second conflit mondial et jusqu'au début des années 80, il consacre sa carrière professionnelle à l'aérodynamique en créant, à la libération, le bureau d'études privé BEST, puis en prenant la direction technique du Laboratoire Eiffel à partir de 1966. À la fin des années cinquante une première série de recherches et d'expérimentations sur les éoliennes pour EDF a abouti à la construction d'un aérogénérateur de 650kWh à Nogent le Roi (Eure-et-Loir). Cet aérogénérateur, qui a atteint en octobre 1959 la puissance de 1025kWh, a fonctionné pendant plusieurs années et permis d'étudier nombre de problèmes techniques. EDF abandonne la filière éolienne en 1963 au profit du nucléaire. Cette décision a sans doute pesé lourd dans les difficultés rencontrées en 1966 par le bureau d'études BEST. Romani continuera donc ses travaux sur les éoliennes au sein du Laboratoire Eiffel.

Parallèlement aux recherches appliquées sur les aérogénérateurs, il participe également avec Charles Deutsch, fondateur de la SERA, Société d'Etudes et de Réalisations Automobiles, à la mise au point de prototypes et de voitures de courses pour Panhard, Peugeot ou Porsche. La soufflerie Eiffel permettra de comprendre comment améliorer le comportement aérodynamique des véhicules en diminuant notamment le Cx.

⁷⁸ ACDS: Association pour la Création et la Diffusion Scientifique: <http://acdsweb.free.fr>

On peut aussi citer quelques études sur la ventilation des bâtiments industriels et la pollution atmosphérique engendrée par les rejets de cheminées d'usines (pour la sidérurgie notamment), l'aérodynamique interne des centrales nucléaires (pour EDF)...

C'est dans ce domaine de l'aérodynamique appliquée que Lucien Romani déposera de nombreux brevets entre 1947 et 1978. Ces brevets concernent souvent des améliorations apportées aux éoliennes et font de Romani le spécialiste reconnu de cette technologie au moment où la France se trouve, comme tous les pays industrialisés, confrontée à la crise pétrolière des années 70.

Un professeur occasionnel: les conférences à l'Université de Montpellier

Roger Romani est invité, en 1975, 1976 et 1977, à prononcer une conférence qu'il intitule "Le vent, source d'énergie".⁷⁹ Cette conférence développe les divers aspects de la science éolienne et de la technologie des aérogénérateurs sans oublier de faire quelques liens avec l'énergie solaire qui était l'"énergie nouvelle" porteuse des espoirs du moment.

Après un préambule rappelant que l'énergie du vent est utilisée par l'homme depuis la nuit des temps, Romani ouvre un premier chapitre consacré à la description du vent, expliquant les phénomènes irréguliers et aléatoires qui le régissent dans le temps et dans l'espace, livrant les quelques lois physiques, le plus souvent empiriques, et les mesures statistiques enregistrées en différents lieux permettant un début d'approche quantitative de ce fluide au comportement complexe. On sent derrière l'expression prudente du conférencier, l'expérience de l'ingénieur de terrain. Ainsi, pour expliquer le profil de hauteur du vent, c'est-à-dire la variation de sa vitesse en fonction de l'altitude, au dessus de la couche hyperturbulente où le vent est perturbé de manière anarchique par la "rugosité" du site:

"Pour $H \gg p$, on peut écrire, en première approximation:

$$(1) V/V_x = (H/H_x)^a \quad H > H_{min}$$

Entre la hauteur p et H_{min} , plus petite valeur de H pour laquelle la formule est applicable, on a approximativement: (2) $V = (H-p)k$, $k = Cte$

C'est-à-dire que la fonction $V(H)$ est sensiblement linéaire. Quand p est de l'ordre du mètre, ou moins, le raccordement (mal défini) des formules (1) et (2) se fait vers une dizaine de mètres. On prend généralement $H_x = H_{min} = 10m$ car la Météorologie a normalisé cette valeur pour hauteur d'installation des anémomètres, ce qui est plutôt trop faible. Tout ceci ne doit pas être pris à la lettre car les phénomènes peuvent fort bien conduire, transitoirement il est vrai, à des valeurs négatives de a .⁸⁰

On peut difficilement être plus prudent !

De cette difficulté à quantifier de manière sûre le comportement du vent, donc l'énergie qu'on peut en capter, Romani tire la conclusion qu'il faut procéder à des mesures de prospection sur site et que ces mesures elles-mêmes doivent utiliser des appareils qui ne se contentent pas de mesurer une vitesse du vent, valeur qui ne tient elle-même pas compte de ses irrégularités, mais l'énergie réellement récupérable: c'est le cas des anémomètres Ailleret, du nom de leur inventeur Pierre Ailleret, Directeur des études à EDF.

Le chapitre suivant de la conférence est consacré à "l'adaptation au site et à l'utilisation". Romani distingue deux grandes familles:

-d'une part les éoliennes isolées destinées à alimenter en énergie une installation spécifique dans un site imposé (des bouées en mer par exemple), qui doivent fonctionner aussi souvent que possible, ce qui ne peut se faire qu'au détriment de la puissance délivrée,

⁷⁹ texte et illustrations de la conférence du 26 avril 1976

⁸⁰ texte de la conférence du 26 avril 1976, pp6&7

-d'autre part les éoliennes reliées à un réseau de production plus important, où on recherchera la puissance maximale par la taille de l'aérogénérateur mais aussi bien sûr par le choix judicieux du site.

On notera que, dans ce deuxième cas, le conférencier considère l'éolienne comme "un simple économiseur de combustible"⁸¹ ce qui peut être une façon un peu péjorative de qualifier ce mode de production d'énergie par rapport à d'autres.

Le théorème de Betz (1929) indique le rendement maximal possible donc la fraction d'énergie du vent récupérable au maximum: cette valeur théorique est de $16/27=0,593$. Cette valeur maximale est ensuite grevée par les rendements respectifs des autres organes de la machine, hélice, multiplicateur, alternateur, transformateur, etc... A cette optimisation technologique viendra se confronter l'optimisation économique. "Une difficulté se produit pour les grandes machines: les tailles optimales des différents organes ne sont pas compatibles; ceci peut conduire à installer plusieurs capteurs indépendants sur un support commun."⁸² Romani évoque ici la piste des éoliennes à plusieurs hélices qu'il a commencé à explorer mais qui n'a pas connu de développement industriel à ce jour.

Le troisième chapitre de la conférence traite de l'ingénierie même de l'éolienne en abordant successivement la question du capteur, de la transmission de l'énergie, de son stockage et de l'infrastructure passive. En quelques rappels théoriques d'aérodynamisme, Romani définit notamment la qualité d'un obstacle par rapport au vent par sa "finesse", rapport $Cz(\text{portance})/Cx(\text{trainée})$, mais aussi le rapport U/V entre la vitesse U d'un point du capteur et celle du vent V . Ce préalable lui permet d'expliquer les avantages et les inconvénients des différents types de capteurs où il écarte successivement les alternatives à l'hélice pour concentrer son propos sur celle-ci. Les pales doivent, dit-il, présenter une assez grande finesse et un profil vrillé pour que l'angle formé en chaque point avec la direction du vent apparent reste favorable. "Tout ceci est très savant mais a été complètement étudié pour les hélices propulsives et, moyennant l'inversion de quelques signes, la théorie tourbillonnaire est disponible."⁸³

L'ingénieur insiste longuement sur le problème de la régulation car "il faut:

-éviter les grandes variations de régime et de couple malgré les variations formidables de la puissance du vent (un facteur 1000 de 4m/s à 40m/s!);

-maintenir la machine dans le lit du vent à $\pm 15^\circ$ près malgré les "sautes de vent".⁸⁴

Une partie de la solution de la régulation par vent fort réside dans le dessin des pales qui permet de les faire "décrocher", aérodynamiquement parlant, au delà d'une certaine vitesse.

Par vent faible, le protocole de couplage/découplage de l'hélice avec l'alternateur constitue aussi une partie de la réponse. "En résumé, le couplage de l'hélice la régule ipso-facto si les pales sont convenablement vrillées et calées."⁸⁵

Le choix du matériau constitutif des pales est un critère qui limite la mise en œuvre des connaissances théoriques. "Actuellement, la compétition est pratiquement limitée à trois catégories:

- le bois (si le rotor n'est pas trop grand),
- les alliages d'aluminium,
- les complexes de résines ou élastomères armés."⁸⁶

Lucien Romani sent bien que la voie d'avenir est celle des matériaux polymères composites, mais leur technologie n'en est qu'à des applications encore rares donc onéreuses: "les

⁸¹ id°, p12

⁸² id°

⁸³ texte de la conférence du 26 avril 1976, p17

⁸⁴ id°, p19

⁸⁵ id°, p20

⁸⁶ id°, p22

complexes moulés (...) permettent d'obtenir des pales idéales mais coûtent cher si la série est petite."⁸⁷

L'hélice tripale est préférable aux bipales car son ellipsoïde d'inertie a son axe confondu avec l'axe de rotation, ce qui limite les vibrations donc le bruit émis. On notera ici le seul moment où la question de la nuisance sonore semble prise en compte.

Les questions de transmission et de stockage sont essentiellement traitées sous l'angle du rendement énergétique et du coût. Romani constate aussi qu'il n'existe pas de solution vraiment satisfaisante pour le stockage de l'énergie; il fonde quelques espoirs sur la pile à combustible récemment expérimentée.

Quelques lignes suffisent pour traiter de l'infrastructure passive qui n'est manifestement pas la préoccupation centrale du conférencier!



Lucien Romani dresse un état des lieux des aérogénérateurs selon leur échelle de puissance: 1MW, 100kW et 10kW.

Dans la première catégorie, seules trois éoliennes avaient existé et fonctionné au moment de cette conférence :

-la machine Putnam (Grandpa' Knob, Vermont, USA, 1945), puissance installée 1250kW, pales fixes en tôle d'acier inoxydable,

⁸⁷ id°, p23



-la machine Best-Romani (Nogent-le-roi, Eure-et-Loir, France, 1959), puissance installée 1000kW (Romani dit avoir pris une marge de sécurité trop forte en annonçant 800kW...), pales fixes en alliage d'aluminium-zinc,



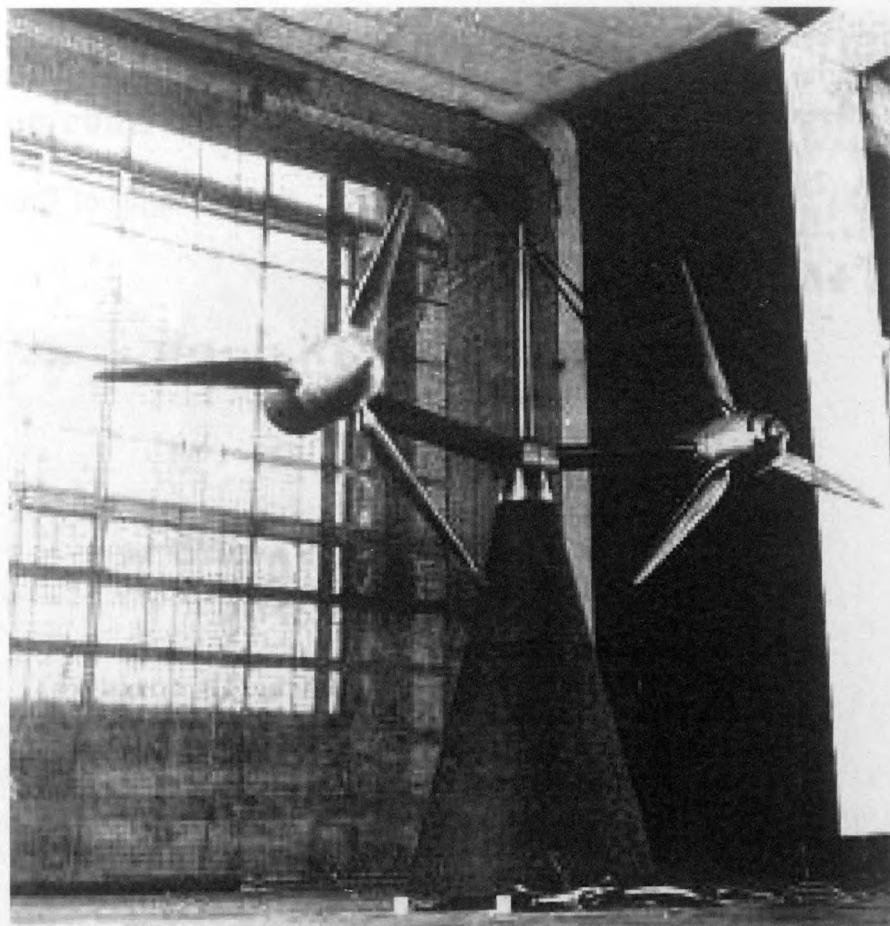
-la machine Vadot-Neyrpic (Saint-Remy des Landes, Manche, France, 1963), puissance installée 1000kW, pales à pas variable en résine synthétique armée.



On notera que ces trois éoliennes fonctionnaient "en girouette" c'est-à-dire sous le vent de leur pylône, ce qui rendait presque naturelle leur orientation par rapport au vent, mais devait provoquer des phénomènes de vibration gênants au passage des pales derrière le pylône. Aucune d'entre elles ne présente de profil vrillé.

Dans les années soixantes, juste avant qu'EDF abandonne la filière éolienne, la société Best Romani avait étudié une machine double d'une puissance de 2 x 1MW . Lucien Romani pensait, au moment de sa conférence, quelle pourrait être extrapolée à 4 x 2,5MW avec 4 hélices de 55m de diamètre. "Ces machines seraient entièrement automatiques et nécessiteraient seulement une ou deux visites annuelles"⁸⁸ : la foi de l'ingénieur!

⁸⁸ id°, p35



Constatant que "les deux énergies, solaire et éolienne, varient en sens contraires aussi bien dans le temps que dans l'espace géographique"⁸⁹, Lucien Romani ouvre ensuite un certain nombre de pistes pour coupler les deux. L'énergie solaire se prête mieux au chauffage, l'énergie éolienne à la production d'électricité.

La conclusion de la conférence est bien entendu un plaidoyer pour la défense de la filière éolienne et une critique des orientations prises dans les années soixante sur des critères économiques qu'il conteste. "Il est donc clair que le calculateur peut presque toujours obtenir le résultat qui l'arrange... Je ferais seulement remarquer que toutes les sources tendent à coûter le même prix pour la bonne raison que, si une source est chère, on s'attache à réduire son coût et que, si elle est par trop bon marché, ceux qui en profitent en augmentent impunément les prix."⁹⁰ C.Q.F.D.!

Conclusion

On cherchera en vain dans les préoccupations de Lucien Romani telles qu'il les a exposées dans sa conférence à l'université de Montpellier, une quelconque interrogation sur l'architecture ou le paysage. Mais le souci environnemental, même s'il n'est pas formulé explicitement apparaît dans sa conclusion : "il faudra bien, tôt ou tard, mettre en parallèle sans exception toutes les sources à la fois inépuisables et non polluantes qu'elles soient bon marché ou chères. D'ailleurs, les chères d'aujourd'hui seront bon marché demain et vice-versa."⁹¹ L'homme est encore de ces générations d'ingénieurs qui vouent une confiance sans

⁸⁹ texte de la conférence du 26 avril 1976, p37

⁹⁰ id°, p39

⁹¹ id°, p39

faillie à la science et à la technologie pour résoudre les questions les plus difficiles. On lui reconnaîtra le mérite d'avoir préfiguré nombre de caractéristiques des grandes éoliennes d'aujourd'hui.

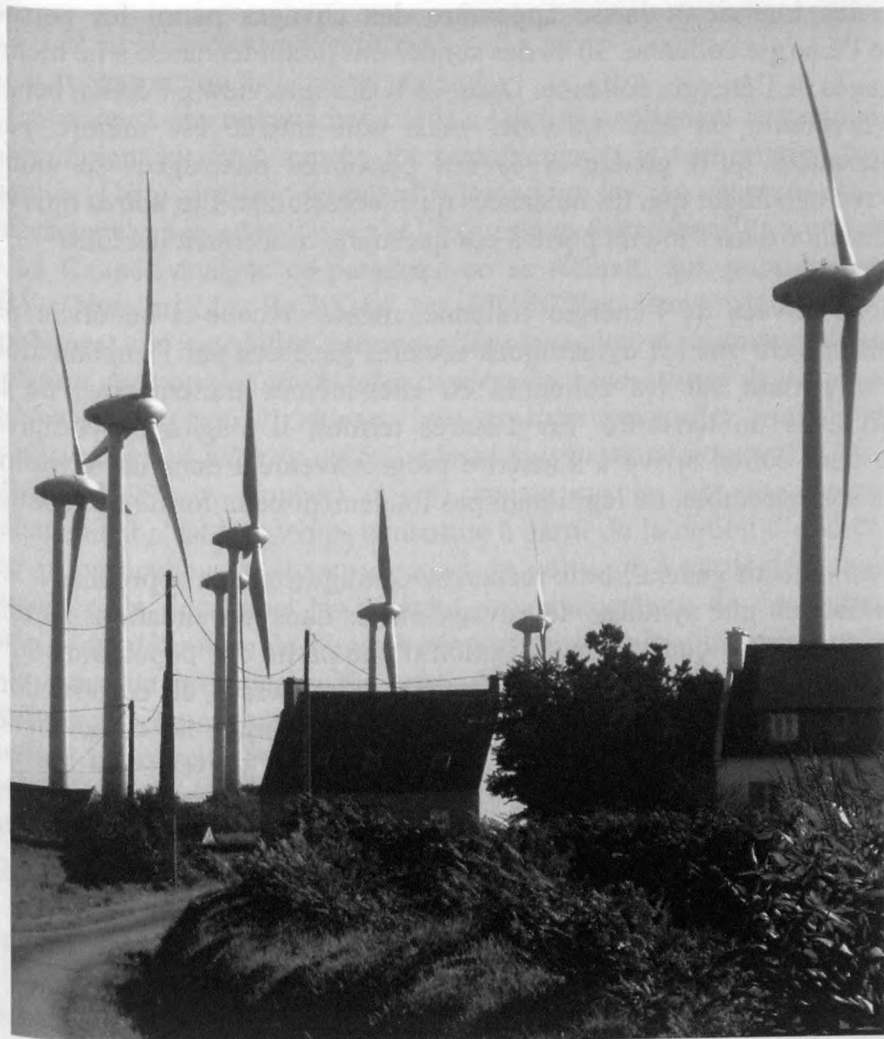


Bibliographie partielle de Lucien Romani:

- Structure des grandeurs Physiques*, Blanchard, Paris, 1989
- Théorie Générale de l'Univers Physique*, t1 et 2, Blanchard, Paris, 1975/1976
- La naissance du système solaire*, Blanchard, Paris 1982
- L'analyse dimensionnelle en Ontogénie et Phylogénie, Elaboration et Justification des modèles*, Maloine, Paris, 1980

3.4 Pour ou contre ? Éoliennes et mobilisations collectives

Véronique Van Tilbeurgh



Aérogénérateurs de Kerherhal à Plouguin

Les différents registres de l'argumentation identifiés précédemment pour justifier les choix énergétiques et, plus particulièrement, le recours à l'éolien semblent être largement partagés actuellement. En effet, selon une étude Louis Harris commandée par l'ADEME⁹², les EnR bénéficient d'une très bonne image. Selon 96 % des personnes interrogées, ces énergies sont bénéfiques pour l'environnement, considérées comme non polluantes et ne produisant pas de déchets pour encore 90 % des interviewés. Cette image d'énergies «propres» les inscrit dans les débats les plus contemporains. Ainsi, toujours pour 96 % des personnes interrogées, les EnR représentent une solution d'avenir, mais en complément d'autres sources d'énergies

⁹² Etude Louis Harris, *Les français et les énergies renouvelables*, Rapport final-étude quantitative, mai 2004.

dans 90 % des interviews. Toutefois, un certain nombre d'inconvénients sont identifiés : le coût élevé de leur mise en œuvre, leur manque d'esthétisme et les difficultés liées à leur mise en œuvre, sans que ces problèmes n'altèrent leur image.

Toutes les sources d'EnR ne jouissent pas, pour autant, de la même image. Ainsi, l'énergie solaire est celle pour laquelle la proportion de personnes interrogées prêtes à s'y convertir est la plus élevée (83 %). Concernant l'éolien, le taux d'acceptation est moins élevé. 62 % des personnes interrogées accepteraient l'implantation d'un parc éolien constitué de 8 à 10 aérogénérateurs dans un rayon d'un kilomètre autour de leur domicile. Plus précisément, l'analyse du contenu des interviews laisse apparaître des clivages parmi les personnes interrogées à propos de l'énergie éolienne. 30 % des sondés ont plutôt tendance à ne mettre en évidence que les avantages de l'énergie éolienne. Dans 42 % des interviews, l'éolien bénéficie plutôt d'une image favorable en tant qu'EnR, mais son intérêt est minoré par la reconnaissance des nuisances qu'il génère. 8 % des personnes interrogées se montrent opposées à l'éolien ne reconnaissant que les nuisances qu'il occasionne. Les autres interviews marquent une grande distance dans l'intérêt porté à ces questions concernant les EnR.

Ces représentations clivées de l'énergie éolienne, même si celle-ci bénéficie plutôt d'une bonne image, interrogent sur les dynamiques sociales générées par l'implantation de sites éoliens. L'analyse portant sur les éoliennes en elles-mêmes traitera ainsi de leurs modalités d'intégration dans un territoire. En d'autres termes, il s'agira de comprendre comment un projet de parc éolien arrive à s'inscrire progressivement dans un territoire, la population locale, dans son ensemble, ne légitimant pas totalement cette forme de production d'électricité.

Pour répondre à cet objectif général, cette recherche conjuguera deux approches :

- la première consiste en une synthèse de travaux menés dans des situations similaires où des projets d'équipement provoquent la mobilisation d'une partie des populations locales opposées au projet. Cette approche permettra d'identifier le processus de construction de l'intérêt général, les formes que prend la mobilisation collective comme les caractéristiques des procédures de concertation à l'origine des prises de décisions.

- la seconde correspond à une analyse de données empiriques recueillies dans une commune du Finistère-nord confrontée à l'implantation de deux sites éoliens depuis 2001. Cette enquête de terrain a pour objectif de tester les hypothèses élaborées à la suite de la synthèse des travaux de recherche.

Ces deux approches seront exposées successivement.

1. Sociologie et éoliennes

Une première lecture des revues et publications sociologiques montre globalement l'absence de programmes de recherche majeurs centrés sur les nouvelles thématiques énergétiques (appropriation collective des EnR, développement durable et production d'électricité, etc.). Dans ce contexte, il existe peu de références analysant les processus sociaux engendrés par le développement de l'énergie éolienne même dans les pays où elle constitue un enjeu socio-économique plus important qu'en France⁹³. La question centrale soulevée dans ces travaux concerne les dynamiques sociales induites par l'implantation d'éoliennes aboutissant la plupart du temps à des situations conflictuelles. Selon les auteurs, le choix des implantations est généralement l'objet de contestations de la part des riverains, plus ou moins directs (Cf. en particulier, E. Lyrette, M. Trépanier (2004) pour des projets au

⁹³ Toutefois, il peut être noté que les rares publications répertoriées datent de 2004, laissant à penser un début d'investissement dans ce champ.

Canada et C. Haggett and al. (2004) pour des projets au Royaume-Uni). Pour étayer l'analyse de ces dynamiques sociales, nous nous sommes donc référés à la littérature plus abondante consacrée à la contestation des projets locaux comme la construction d'autoroutes (J. Defrance, 1988, M. Tapie-Grime, 1997, V. Catherin, 2002, N. Molines, 2003) ou d'autres équipements (J. Lolive, 1997, D. Boullier, 2000, M. Mormont, A. Bertrand, 2001). La plupart de ces travaux fait porter l'analyse, dans un premier temps, sur le processus de construction d'un intérêt général ou de biens communs. C'est donc autour de ces questions que portera cette synthèse avant la présentation de la recherche de terrain.

1. Les mobilisations collectives

- La construction de l'intérêt général

Les auteurs des travaux consacrés à l'éolien soulignent le paradoxe entre le large crédit dont bénéficient les EnR auprès des populations et la contestation locale de l'implantation d'éoliennes. Cette situation se retrouve dans tous les cas observés qui ont été portés à notre connaissance alors que les formes et l'expression de ces conflits sont très variables. Le travail mené au Canada analyse ce paradoxe en se référant aux publications consacrées à l'effet NIMBY (Not In My BackYard ou PDMC/Pas Dans Ma Cour, pour les Canadiens francophones) qui est défini comme «*l'implantation d'équipements collectifs se heurtant à l'opposition des populations locales concernées pour causes de nuisances diverses, attestées, plausibles ou simplement craintes, inacceptables pour elles, mais parfaitement acceptables (pour elles) partout ailleurs où ces mêmes nuisances ne pourraient les toucher directement*» (D. Trom, 1999). A. Joubert (1998) insiste sur le fait que l'acceptabilité d'un projet d'aménagement s'est longtemps construite à partir de la notion d'intérêt général. Selon lui, en France en particulier, la décentralisation du politique à partir des années 1980 a eu comme conséquence de découpler les intérêts des aménageurs de ceux des élus locaux, faisant obstacle à une définition de l'intérêt général par les administrations et les élus locaux comme dans la situation précédente. En effet, depuis les lois de décentralisation, les élus locaux seraient perçus comme seuls responsables de l'ensemble des affaires de leur territoire, l'État se mettant en retrait (P. Duran, J.-C. Thoenig, 1996). Ainsi, ces enjeux d'aménagement deviennent des enjeux politiques localement et l' élu, attentif à un électorat de plus en plus diplômé donc maîtrisant ses codes culturels, doit assumer des divergences avec les aménageurs.

Appliquée à l'éolien, cette approche signifie que les conflits autour de l'implantation d'aérogénérateurs montrent l'impossibilité aujourd'hui de construire le développement de cette filière en intérêt général au sein des populations locales. C. Haggett and al. (2004) reprennent cette question en soulignant que les riverains peuvent voir, avec les entreprises éoliennes, une exploitation de leur territoire justifiée par des valeurs environnementales, sans qu'ils ne bénéficient directement de retombées économiques (contexte Britannique) tout en subissant des nuisances.

Plus généralement, P. Lascoumes et J.-P. Le Bourhis (1998) ont analysé le processus de construction de l'intérêt général. Selon ces auteurs, celui-ci n'est jamais donné *a priori*. C'est une construction collective «*indissociable du contexte dans lequel il est invoqué*». L'intérêt général résulterait de la confrontation d'identités d'action dans des relations d'échange. En effet, toutes les situations sont l'enjeu de qualifications diverses portées par les différents groupes sociaux, les schèmes d'expériences permettant la définition d'une situation n'étant pas partagés selon L. Quéré (1990). C'est par leur confrontation que se construit l'intérêt général.

- L'approche cognitive de l'action collective

Dans leur article, E. Lyrette et M. Trépanier (2004) se sont interrogés plus précisément sur le processus de mobilisation des contestataires se référant à la sociologie de l'action

collective publique à travers les travaux, en particulier, d' A. Schültz (1987), L. Quéré (1990) et V. Catherin (2002). Dans leurs travaux, ces auteurs mettent l'accent sur l'approche cognitive de l'action publique pour comprendre la mobilisation. Ils analysent le processus de constitution du sens de l'action publique par les individus, leurs modalités de compréhension et d'interprétation de leur environnement social. Cette approche cognitive de l'action collective nécessite d'articuler : le sens que les individus attribuent à leur action, l'analyse qu'ils proposent d'une situation, les représentations qu'ils développent à propos d'un événement et leurs modes de raisonnement. Plusieurs approches permettent de saisir ces indicateurs. V. Catherin a mobilisé, en particulier, les travaux de L. Boltanski et L. Thévenot (1991) sur les différents registres de la justification. Selon ces auteurs, nous devons donner un sens dans nos rapports aux autres et aux choses pour assurer la coexistence avec les autres. Les auteurs ont cherché à identifier ainsi les principes de la justification auxquels les acteurs en appellent dans leur relation avec autrui. Ils ont mis en évidence l'existence de six registres de la justification : le monde domestique (familiarité, espace privé), le monde inspiré (spiritualité), le monde de l'opinion (reconnaissance), le monde civique (intérêt général), le monde marchand (marché, acquisition de biens rares), le monde industriel (espace de travail, efficacité). Dans les articles sur l'éolien, par exemple, plusieurs de ces « principes communs » se confrontent (monde civique, monde marchand, monde inspiré etc.). Les médiateurs des processus de concertation sont ceux qui arriveraient à faire dialoguer ces différents registres (J.-E. Beuret, H. Floch, C. Mouchet, 1998). Cette approche permet de saisir et d'articuler les modes de raisonnement des individus en caractérisant les types de causalités et les catégories de justification des actions.

Concernant, plus précisément, les modes d'interprétation de l'environnement naturel, il a été noté par de nombreux auteurs de profondes divergences en fonction des caractéristiques sociales des individus. Dans l'ouvrage « *L'environnement, ce que les français en disent* » (2000), B. Maresca et P. Hébel montrent le clivage dans la population française entre deux façons de concevoir la nature : pour les uns, elle est « *issue de l'économie de subsistance (...) riche de ressources potentielles* ». Pour les autres, urbains ou rurbains pour la plupart, « *la nature et un espace de récréation, espace de loisirs* ». A l'intérieur de chacune de ces deux grandes interprétations tous les indicateurs du milieu naturel vont varier (le paysage, la protection de la biodiversité, la responsabilité des individus dans la protection etc.). Ces variations font apparaître l'existence de différentes catégories de pensée le milieu naturel et la capacité de l'homme à agir sur ce milieu (M. Thompson, R. Ellis, A. Wildavsky, 1990), soulignant l'absence de stabilisation univoque de l'interprétation de cet environnement. Par exemple, selon l'étude Louis Harris précédemment citée, il existe un clivage entre ceux qui conçoivent l'implantation des éoliennes dans les zones industrielles et le long des autoroutes pour ne pas dégrader les paysages et ceux pour lesquels la présence d'une éolienne ne porte pas atteinte à l'intégrité de ces mêmes paysages. Devant ces variations de la connaissance d'un environnement, l'action collective ne peut se comprendre que référée au sens que les acteurs lui attribuent.

- La mobilisation collective

L. Boltanski, Y. Darré et M.-A. Schiltz (1984) se sont attachés, plus précisément, à analyser le processus de mobilisation collective. Pour ce faire, ils ont étudié la relation entre la construction des causes et la formation des groupes. Selon ces auteurs, la capacité d'une cause à être légitimée par le plus grand nombre dépend, en première instance, de la position respective que les actants de la dénonciation (dénonciateurs, victimes et accusés) occupent entre le singulier et le général, entre le particulier et le collectif. En d'autres termes, une cause pour mobiliser ne peut directement concerner des intérêts particuliers contre ceux d'un collectif. Pour cela, il est nécessaire que les opposants mobilisent leurs ressources pour

traduire leur cause en enjeux collectifs. Cette opération est souvent effectuée au sein d'une association qui est créée pour structurer les opposants. Dans cet exercice, les individus fortement dotés en capital culturel ou social sont avantagés. Dans cette perspective, les auteurs ayant analysé la construction des sites éoliens soulignent les difficultés, pour les opposants aux projets, à sortir des enjeux particuliers en raison justement du crédit dont bénéficient les EnR. Selon L. Boltanski, Y. Darré et M.-A. Schiltz (1984), au cours de cette opération de dé-singularisation des relations entre une cause et ses défenseurs l'investissement des individus est très variable. Le rôle joué par les individus les plus impliqués renverrait à un processus de stabilisation de leur propre identité sociale. Les résultats de cette recherche montrent, en effet, que les individus les plus investis ont fréquemment une trajectoire instable ou déclinante comme des jeunes diplômés ou des jeunes retraités. Leur nouveau rôle leur permet ainsi de stabiliser une nouvelle identité.

Enfin, pour rendre compte de la variabilité dans la perception d'une situation L. Boltanski, Y. Darré et M.-A. Schiltz (1984) ont analysé le contenu même des dénonciations. Ils ont ainsi montré qu'ils existaient deux formes de persécutions dénoncées : l'une venant de l'extérieur (des coups reçus par exemple), la seconde internalisée voire incorporée où la persécution peut consister en des bruits insupportables ou des atteintes à l'état de santé des individus. Selon les auteurs, cette deuxième forme réalise plus sûrement la destruction du sujet, attaqué de l'intérieur. Leur recherche a montré que plus les persécutions sont proches plus les blessures sont endogénéisées en l'absence d'une prise en charge collective, c'est-à-dire qu'elles touchent à l'intégrité de la victime. D'après les articles sur les conflits éoliens, la plupart des arguments des opposants expriment des préoccupations endogènes (le bruit et les effets indirects des éoliennes sur l'état de santé des individus et/ou des animaux portant atteinte à leur intégrité), laissant à penser que les dénonciateurs éprouvent des difficultés à faire reconnaître par la collectivité les nuisances qu'ils dénoncent. Toutefois, les récentes modifications du discours public sur l'éolien serait peut être les prémisses indiquant une nouvelle prise en charge collective des nuisances supposées ou avérées des éoliennes.

- Le processus de concertation

Selon E. Lyrette et M. Trépanier (2004), le résultat de la contestation est très variable et ne relève pas uniquement de critères quantitatifs concernant le nombre d'opposants mobilisés. Comme il vient d'être vu, son échec ou son succès dépendrait plutôt «des ressources dont disposent les opposants». Ces ressources doivent être comprises comme étant à la fois politiques, culturelles, économiques et sociales, inégalement réparties selon les individus en fonction de critères sociaux. Elles déterminent la capacité des opposants à «traduire» des préoccupations individuelles en enjeux collectifs pour les rendre socialement acceptables (M. Callon, 1986, B. Latour, 1989). Cette traduction permet ainsi la mobilisation collective en dessinant un espace public (J. Candau, 1999) dont la controverse, se précisant et se solidifiant progressivement, limite les contours. En effet, depuis les lois de décentralisation, en particulier, les décisions ne s'imposent plus aux citoyens par une relation hiérarchique entre les élus et les administrations (M. Crozier, J.-C. Thoenig, 1975). Les questions environnementales sont ainsi traitées dans des espaces de négociation rassemblant des acteurs plus ou moins proches, redessinant le politique dans un territoire (C. Claeys-Mekdade, 2001). C'est au cours de ces négociations que le contenu de l'action environnementale est stabilisé. Dans les procédures d'enquêtes publiques, par exemple, l'Etat définit des lieux de résolution des problèmes en organisant des échanges entre les acteurs locaux. En d'autres termes, les politiques publiques sont activées «pour créer des offres de rencontre entre des problèmes, des ressources et des acteurs» (P. Duran, J.-C. Thoenig, 1996).

Les arènes publiques ainsi constituées doivent permettre d'aboutir à un accord par la concertation (D. Cefai, 1999). Pour ce faire, les acteurs élaborent une définition commune de la situation pouvant être le constat d'un désaccord (J. Defrance, 1988). Comme le montre A. Strauss (1978) cet accord dépend, à la fois, de la conduite des négociations (le contexte des négociations) et du cadre général à l'intérieur duquel se déroulent ces négociations (le contexte structurel), celui-ci imposant aux négociateurs des contraintes, limitant leur capacité d'action, tout en offrant des opportunités d'action aux différentes parties par la mobilisation de leurs ressources. L'exemple le plus illustratif du rôle du contexte structurel dans la formation de l'accord est donné dans l'article d'E. Lyrette et de M. Trépanier. Les auteurs montrent que lors de négociations aboutissant au rejet d'un projet éolien, les opposants avaient de plus grandes ressources sociales que l'autre partie. En effet, la traduction de préoccupations individuelles en enjeux collectifs fut effectuée sur le registre de la dégradation d'un paysage construit comme un bien commun par un plasticien de renommée internationale résidant à proximité du site. Celui-ci a mobilisé ces collègues à travers le monde pour défendre l'intégrité du paysage sans éoliennes. Les ressources des porteurs du projet éolien ne permettant pas de faire face au poids de cette mobilisation internationale, le projet a échoué.

Enfin, d'autres auteurs, focalisant leur recherche sur le processus de concertation en lui-même, ont analysé les principales variables influençant son résultat. Ainsi, selon Y. Renaud (2001) un processus de concertation a d'autant plus de chances d'aboutir qu'il est débuté très en amont de la prise de décision définitive, que les décisions arrêtées collectivement sont bien celles mises en œuvre (M. Tapie-Grime, 1997), que tous les groupes sociaux ont eu accès au débat public et que tous les points de vue exprimés ont été pris en compte (E. Doidy, 2003) et pour terminer que tous les participants aient été légitimes (J.-E. Beuret, H. Floch, C. Mouchet, 1998). Ces conditions ne seraient pas assurées dans bien des cas, ce qui expliquerait l'effet NIMBY. En effet, selon P. Lascoumes (1994), M. Tapie-Grime (1997) et D. Trom (1999), cette forme de protestation ne ferait qu'exprimer un déficit de concertation dans la prise de décision, les porteurs de projet préférant décrédibiliser un point de vue minoritaire plutôt que de prendre en compte les positions défendues par les opposants.

Cette approche de l'action collective face à l'implantation d'équipements montre que la perception d'un objet technique en lui-même renvoie à des processus sociaux (intégration/exclusion, traitement de l'inégalité sociale locale, etc.). C'est en les considérant comme des grilles de lecture des mobilisations collectives que l'on peut comprendre le processus d'intégration des équipements au sein des collectivités locales. Nous analyserons donc les dynamiques générées par la construction des parcs éoliens en adoptant ce point de vue.

2. *Modèle d'analyse et présentation du terrain*

Cette synthèse des publications sur les mobilisations collectives et les procédures de concertation permet de dégager quelques constats :

- La formation de l'intérêt général, reposant aujourd'hui sur la confrontation de «schèmes d'expériences» ou «d'identités d'action» portés par les acteurs sociaux, pose la question de la cohésion de la collectivité locale.

- La compréhension de l'action collective se fonde sur le sens que les individus attribuent à leur environnement social.

- La mobilisation collective passe par une traduction d'intérêts particuliers en intérêts plus collectifs, les préoccupations dénoncées, incorporées, témoignant de la difficulté de leur prise en charge collective.

- L'investissement des individus dans les mobilisations collectives est lié à leur identité sociale.

- Les mobilisations collectives définissent un espace de négociation au sein duquel l'accord doit être recherché. Pour ce faire, chaque partie mobilise ses ressources contribuant à faire avancer, puis à stabiliser, ses positions.

Ces constats montrent, en particulier, que les mobilisations collectives se situent à l'articulation de trajectoires individuelles, expliquant l'investissement dans les mobilisations, et de processus plus collectifs engageant des structures sociales. L'analyse doit donc intégrer ces deux perspectives.

Concernant, plus précisément, l'analyse des dynamiques générées par l'implantation de parcs éoliens, il peut être constaté, tout d'abord, l'impossibilité de construire l'éolien en intérêt général en raison, en particulier, des différents sens attribués par les individus à leur environnement et à la capacité de l'homme d'agir sur ce milieu. D'autre part, il est observé depuis quelque temps une mobilisation de structures portant un regard critique ou défendant l'énergie éolienne. Celles-ci inaugurent des arènes publiques élargies dans lesquelles se négocie directement ou non l'implantation des futurs parcs éoliens. Chaque partie trouve ainsi à disposition des ressources pouvant être mobilisées dans le débat public pour renforcer ses positions. Cette opération de mobilisation est effectuée par un individu ou un groupe d'individus assurant le glissement entre le particulier et le collectif pour permettre les mobilisations collectives. Enfin, dans ce débat public, les nuisances sonores induites par les éoliennes sont souvent citées pour justifier une opposition au projet d'implantation, mais l'argument central reste la dégradation des paysages.

Ces constats résultent, pour la plupart, de recherches empiriques. Un certain nombre d'hypothèses doivent permettre de les interpréter. L'hypothèse centrale pose l'existence d'un lien entre les mobilisations collectives et la cohésion des collectivités locales. Plus précisément, les mobilisations collectives dans une collectivité donnée traduiraient un déficit d'intégration des opposants. Par extension, on peut supposer, dans une seconde hypothèse, que la procédure de concertation reflète cette intégration différentielle, les négociations menées par les collectivités locales et, le plus souvent, par les équipes municipales, réactualisant ces questions d'intégration. L'absence de prise en compte d'un point de vue défendu par un groupe d'opposants dans les procédures de concertation pourra être justifiée, par ceux qui mènent les négociations, en convoquant l'effet NIMBY grâce auquel il devient légitime de ne pas tenir compte d'une position. Dans ce contexte, les opposants déploieront toute une activité pour traduire leurs préoccupations en enjeux plus collectifs par la mobilisation de ressources. Il peut être fait l'hypothèse que l'intégration plutôt récente des contestations du développement de l'éolien dans le débat public coïncide avec la structuration de ressources, par les opposants, aux projets d'implantation d'éoliennes. Cette opération de traduction repose, en grande partie, sur sa prise en charge par des individus articulant le singulier et le collectif dans le réexamen de leur identité sociale.

Ces hypothèses ont encadré le travail empirique. Ainsi, nous avons choisi de conduire nos investigations autour d'un site éolien pour lequel l'implantation d'aérogénérateurs s'est traduite par des tensions au sein de la collectivité locale entre des riverains, mais pas nécessairement les plus proches, et la municipalité. L'enquête empirique s'est structurée autour de deux axes prioritaires :

- Evaluer la cohésion de la collectivité locale et, en particulier, l'intégration sociale des plus fervents opposants au projet d'implantation d'éoliennes,
- Comprendre le processus de construction des ressources permettant de traduire des positions singulières en enjeux collectifs.

Ces deux axes ont été explorés en partant du sens que les individus attribuent à leur action. Nous avons porté ainsi une attention soutenue aux différents registres de la

justification des mobilisations et à la variation des représentations de l'environnement naturel et de la capacité de l'homme à agir sur ce milieu.

La recherche empirique a été effectuée à Plouguin, commune du Nord Finistère (Cf. carte page suivante), sur le territoire de laquelle deux parcs éoliens sont implantés, le premier étant une source de conflits plus importants que le second. Cette commune fut retenue pour différentes raisons. Ce travail empirique ne pouvait porter que sur un site éolien déjà réalisé depuis un certain temps pour permettre de saisir la dynamique du processus de concertation. De plus, pour comprendre la façon par laquelle des ressources pouvaient se structurer, il nous a semblé plus pertinent de sélectionner un projet dans une zone où de nombreux parcs éoliens voient le jour, permettant de «rentabiliser» les investissements effectués (création d'associations, mobilisation des médias, par exemple)⁹⁴.

Le travail d'investigation s'est essentiellement déroulé en juin et juillet 2005. Deux méthodes de collecte des données furent utilisées :

- Une enquête reposant sur la consultation de documents d'archives, d'articles de presse, de dossiers administratifs (les demandes de permis de construire, par exemple) ou plus généraux (le dossier technique des éoliennes, par exemple), de données statistiques (INSEE et Agreste, statistiques agricoles) auxquels il faut ajouter l'ensemble des documents cités dans la première partie sur les représentations du vent et de l'énergie éolienne.

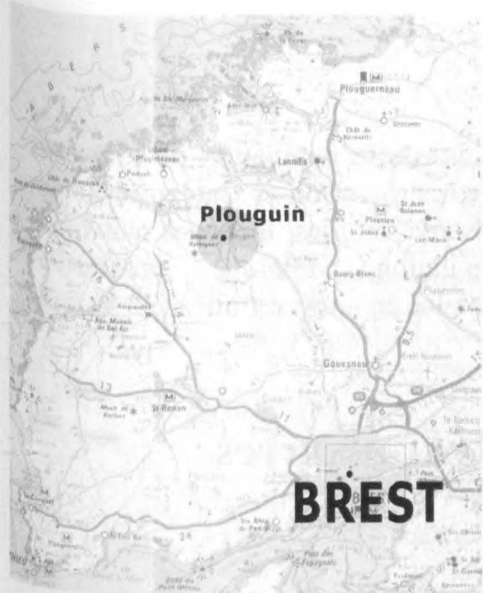
- Une enquête par entretiens semi directifs auprès des principaux acteurs locaux des négociations, les opposants au parc (certains riverains et des responsables associatifs), des membres de l'équipe municipale, un propriétaire de parcelles sur lesquelles des éoliennes ont été érigées, le responsable de l'entreprise éolienne et un responsable d'une association promouvant l'éolien.

Avant d'aborder le processus de concertation en lui-même, nous analyserons le contexte dans lequel les dynamiques sociales se structurent localement. En effet, l'environnement social d'une procédure de négociations interfère dans la formation des accords (A. Strauss, 1978). On ne peut donc comprendre la formation de l'accord qu'en le référant au contexte structurel organisé, en particulier, localement. Pour le comprendre, nous fonderons notre analyse sur l'évolution de la composition de la population.

⁹⁴ La plupart des communes non littorales autour de Plouguin et sur le territoire desquelles il n'existe pas de contraintes particulières ont dû instruire une demande de permis de construire de parc éolien. Les communes situées à l'ouest (Ploudalmezeau) et au sud ouest (Plourin) ont une instruction en cours. Le parc de la commune de Lanrivoaré, au sud, est déjà commencé tandis que le permis de construire d'éoliennes sur le territoire de la commune à l'est de Plouguin (Coat-Méal) a déjà été refusé.

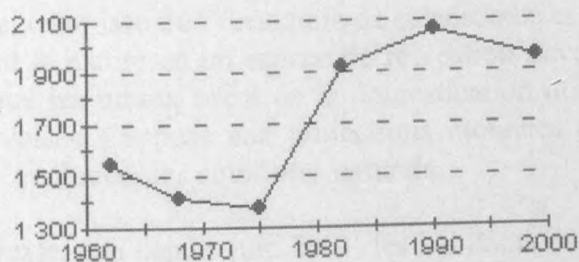
Localisation de Plouguin

Source : J. Jallouli



Depuis les années 1970, deux évolutions semblent se dessiner au sein de la population de Plouguin. On observe, tout d'abord, une augmentation de la population totale de la commune. Au recensement de 1999 (INSEE-Bretagne⁹⁵), cette collectivité comptait 1 955 habitants pour une superficie totale de 31 km². En 1975, 1 373 habitants y avaient été recensés pour 420 résidences. Après une forte croissance de la population entre 1975 et 1982 due à la construction des premiers lotissements, celle-ci s'est stabilisée autour de 2 000 habitants. La croissance du nombre de résidences à partir de 1982 (635 en 1982 et 728 en 1999) s'effectue donc au détriment du nombre d'individus par habitation. Autre caractéristique de l'évolution de la population totale, la proportion d'actifs travaillant et résidant à Plouguin est en diminution constante (- 24,8 % uniquement entre 1990 et 1999). Aujourd'hui, 73 % des actifs ont un emploi à l'extérieur de la commune dans le bassin d'emploi de Brest principalement (65 %).

Evolution de la population



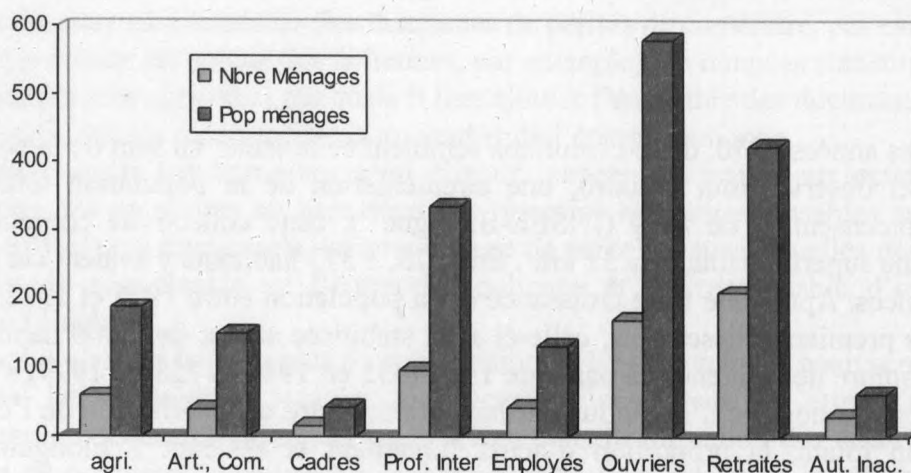
Source : Recensement 1999/INSEE-Bretagne

⁹⁵ Tous les chiffres qui suivent proviennent du recensement de 1999. Ils ont été fournis par l'INSEE-Bretagne.

La seconde évolution concerne la composition sociale de la population de Plouguin. L'analyse de la répartition des habitants en fonction de leur Profession et Catégorie Socio-professionnelle (PCS) laisse apparaître une forte représentation des ménages suivants : agriculteurs (environ 10 % de la population totale), professions intermédiaires/ouvriers/employés (54 % de la population totale) et, enfin retraités (22 % de la population totale).

Répartition de la population de Plouguin selon les PCS

Source : Recensement de 1999, INSEE-Bretagne,

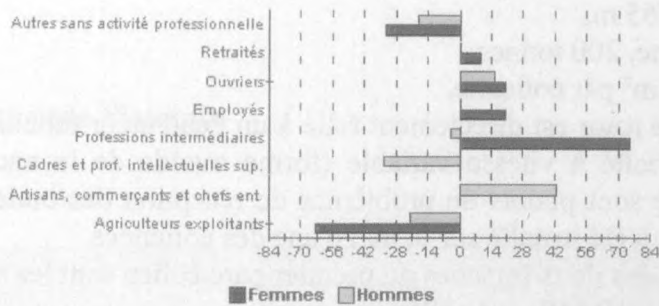


Là aussi, les caractéristiques sociales des habitants de Plouguin se sont transformées depuis le recensement de 1990 avec une forte arrivée d'hommes artisans ou commerçants et de femmes exerçant une profession intermédiaire. Parallèlement, la proportion des femmes et des hommes agriculteurs, des «sans activité professionnelle» ainsi que des hommes cadres a fortement diminué. Cette évolution se traduit également dans l'augmentation du niveau de diplôme avec une forte croissance des diplômes bac plus 2 (+ 127,1 % entre 1990 et 1999) et ceux d'un niveau supérieur (+ 108,3 % entre ces mêmes dates). Dans le même temps, la proportion d'individus peu ou pas diplômés décroît (sans diplôme -34,9 % et titulaire d'un CEP -24,7 %).

Evolution des 15 ans ou plus

entre 1990 et 1999 - en %

Par sexe et catégorie socioprofessionnelle



Source : Recensement de 1999, INSEE-Bretagne,

Pour synthétiser ces informations, il peut être observé une transformation de la population de Plouguin renvoyant à des phénomènes observés à plus grande échelle. Cette commune, après avoir été largement agricole voit des actifs travaillant en dehors y établir leur résidence alors que le nombre d'actifs agricoles diminue. Cette arrivée de nouveaux résidents se traduit, en particulier, par une augmentation du niveau moyen du diplôme. En revanche, la particularité du phénomène de rurbanisation tel qu'il s'exprime à Plouguin est d'être porté plutôt par des catégories sociales populaires (ouvriers et employés), même si elles sont mieux diplômées qu'auparavant. La distance entre cette commune et le premier grand centre urbain, Brest, ainsi que l'absence de liaison directe, induisant un coût plus modeste qu'ailleurs de l'immobilier, expliquent cette situation.

Cette évolution n'est pas sans conséquences sur le débat public local concernant les thématiques environnementales. En effet, dans leur ouvrage B. Maresca et P. Hébel (2000) analysent, plus spécifiquement, les particularités du rapport à l'environnement de ces publics nouveaux ruraux. Selon ces auteurs : «*la structuration de l'espace résidentiel des sociétés constitue le support matériel, le cadre principal de la vie quotidienne à partir duquel se fonde l'idée d'environnement*». Ainsi, la forme résidentielle de la périurbanité secrète une culture spécifique de la relation à l'environnement, centrée sur le «*jardin et l'animal de compagnie, marquée par la phobie des nuisances urbaines, cultivant la sensibilité aux sites naturels et aux harmonies paysagères*». Ces espaces résidentiels suscitent de nombreux groupes associatifs de défense de l'environnement «*qui cherchent dans un même mouvement à contenir la colonisation urbaine et à sauvegarder les vestiges culturels et naturels d'une ruralité défunte*». Dans ces communes «*rurbanisées*» s'exprime ainsi une tension entre les deux rapports à la nature, celui issu de l'économie de subsistance et le second, inventé par les urbains, qui transforment la nature en un espace de récréation devant être protégé. Ainsi, la confiance quotidienne que les ruraux tirent de la domestication des ressources d'une nature depuis longtemps apprivoisée s'oppose aux projections inquiètes des urbains diplômés, en particulier, à propos de l'évolution des équilibres naturels.

C'est dans ce contexte, que depuis juin 2001, les habitants de Plouguin sont confrontés à l'implantation de deux sites éoliens. Une fois l'ensemble des travaux achevé, le parc total de Plouguin se composera de 11 éoliennes. Quand cette recherche a été menée seul le premier site était opérationnel, celui de Kerherhal situé à l'ouest du bourg. Cette recherche s'est donc focalisée sur ce premier parc qui est, actuellement, un des plus puissants installé en Bretagne. Dans un premier temps, 5 éoliennes ont été érigées. Puis, cet été 2 nouvelles éoliennes ont été construites. Les caractéristiques techniques des machines sont les suivantes :

- modèle utilisé, Enercon 66/20_70,
- puissance de chaque éolienne, 2 000 kW,
- diamètre du rotor, 70 m,
- hauteur de la tour, 65 m,
- poids d'une machine, 200 tonnes,
- emprise au sol, 50 m² par éolienne.

Sur ces éoliennes, le rotor est directement relié à un générateur tubulaire. Elles peuvent ainsi produire de l'électricité à vitesse variable (forme ovoïde de la nacelle). Après leur montage, des habitants se sont plaints de problèmes de réception des ondes radio/TV. Pour pallier cela, un réémetteur a été installé sur le mât d'une des éoliennes.

Les caractéristiques des deux tranches du premier parc éolien sont les suivantes :

- puissance nominale, 10 MW + 4 MW,
- surface totale des rotors, 19244 m² + 7698 m²,
- production électrique pour 5 machines, 22,65 millions de kWh
- investissement pour 5 machines, 12,6 millions d'euros pour un total de 18 millions d'euros,
- CO2 évité par 5 machines, 30 000 tonnes/an⁹⁶.

L'entreprise exploitante pour les 5 premières éoliennes est la société «*JUWI énergie éolienne Sarl*»⁹⁷ et, pour les secondes, «*SNC_Eolienne_Kerherhal*».

Le représentant de la société «*Juwi*» a déposé un premier dossier en mairie en juin 2001. La première tranche d'éoliennes a été inaugurée en octobre 2004 et la seconde est opérationnelle depuis octobre 2005 après la mobilisation de certains riverains. Des recours ont ainsi été déposés auprès du tribunal administratif de Rennes. Depuis la mise en exploitation des éoliennes, cette mobilisation contre les aérogénérateurs reste présente.

Les éoliennes du second parc, celui de Lescoat situé à l'est de bourg de Plouguin, ne sont toujours pas opérationnelles actuellement. Leur mise en service est annoncée pour décembre 2005, mais leur construction aurait été une nouvelle fois arrêtée par décision du tribunal administratif. Une fois terminées, ces éoliennes mesureront 121,4 mètres de hauteur pour un rotor de 70 mètres. Ce sont également des ENERCON E-66, d'une puissance équivalente à celles de l'autre parc. Au total, ce second site devrait développer une puissance de 8 MW. La société à l'origine du projet est «*VSB-énergies nouvelles*», filiale française de «*WSB-neue energien*»⁹⁸. Puis ce projet a été cédé à «*Eoliennes de Plouguin SAS*». Enfin, depuis mai 2005, c'est une multinationale canadienne «*Borex inc.*»⁹⁹ qui a repris le dossier. La procédure administrative de demande de permis de construire a été effectuée aux mêmes dates que pour le projet précédent. En revanche, l'ouverture des travaux a eu lieu plus tardivement, le 25 août 2004, et la durée des travaux a été plus longue. Les changements

⁹⁶ Chiffre fourni par la CIELE.

⁹⁷ F. Jung et M. Willenbacher ont fondé, en 1996, la société «*Jung et Willenbacher Windenergie GmbH*» qui deviendra *juwi GmbH* basée en Allemagne. En 2001, la filiale française «*Juwi énergie éolienne Sarl*» se charge de développer des projets en France.

⁹⁸ Le profil de l'entreprise «*WSB-neue energien*» est assez proche de celui de *Juwi*. Entreprise récente, créée à la fin des années 90, elle se spécialise dans la production d'EnR. Son siège est également en Allemagne.

⁹⁹ Comme les autres, *Borex inc.* est une entreprise spécialisée dans la production d'électricité. Elle concentre ses activités dans quatre types de production (énergie hydroélectrique, énergie thermique ou de cogénération à base de gaz naturel ou de résidus de bois, énergie éolienne). Cette société a développé une expertise reconnue et axée sur EnR. Elle emploie plus de 250 personnes et possède dix-sept centrales au Québec, aux États-Unis et en France, regroupant une capacité totale installée de près de 252 MW. Une fois réalisés tous ses projets éoliens en France, *Borex* y produira plus de 150 MW, (Source : Extrait du site : www.borex.com).

d'opérateurs semblent avoir joué un rôle important dans la longueur de la phase d'installation des éoliennes.

2- Les éoliennes de Plouguin



Le bourg de Plouguin et les aérogénérateurs de Kerherhal

Dans une première partie, nous décrivons les grandes étapes de l'implantation des deux parcs éoliens à Plouguin. Dans la seconde partie, nous analyserons la stratégie des acteurs locaux soutenant ou, au contraire, se mobilisant contre les éoliennes. Les descriptions porteront ainsi sur le jeu des acteurs locaux et les facteurs permettant de comprendre leurs choix.

1. Le déroulement de la procédure

La procédure d'implantation d'éoliennes à Plouguin débute en juin 2001. En l'espace d'un mois, trois propositions de construction de parcs éoliens sont déposées à la mairie. Cette concentration des propositions dans un temps très bref s'explique par le contexte juridique et financier. En effet, c'est autour de cette date que le tarif de rachat de l'électricité éolienne est fixé. Ce prix avantageux rend plus rentable certains sites, permettant d'envisager leur exploitation. Auparavant, les sites côtiers étaient ceux qui offraient les meilleures garanties de rentabilisation de l'investissement, mais la zone côtière est saturée le long du littoral finistérien. Grâce à l'augmentation du prix de rachat de l'électricité éolienne, les entreprises ont commencé à chercher des terrains moins ventés à l'intérieur des terres. Enfin, à cette date la procédure pour obtenir le permis de construire ne comprenait pas une enquête d'utilité publique, mais différents signes avaient été donnés par le législateur indiquant qu'une évolution de la réglementation était nécessaire pour la rendre obligatoire à court terme¹⁰⁰. La

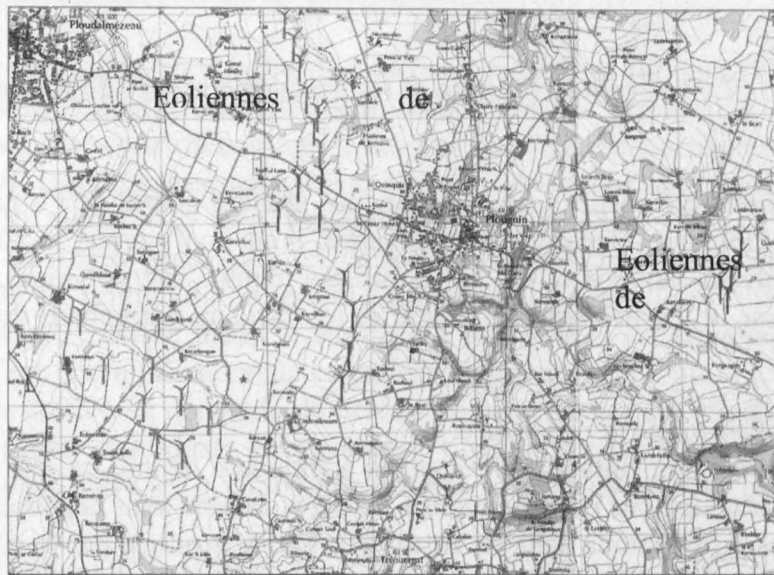
¹⁰⁰ Ce qui fut réalisé en janvier 2003.

conjonction de ces deux facteurs explique le nombre de demandes déposées sur la même commune dans une période très brève (Cf. carte page suivante).

Pour répondre à ces nombreuses sollicitations, la mairie de Plouguin organise une réunion publique au cours de laquelle les trois entrepreneurs doivent exposer leur projet. L'une des trois entreprises n'ayant pas convenu, il ne restait plus que deux projets en concurrence. A la suite de cette réunion, la première demande de permis de construire d'un parc éolien fut déposée à la mairie le 08/04/02 par la société Juwi pour le parc de Kerherhal. A cette demande y était inclus l'accord des quatre propriétaires des parcelles sur lesquelles seraient érigées les éoliennes. Ces accords furent signés entre le mois d'octobre 2001 et mars 2002. Les propriétaires furent sollicités individuellement par la société éolienne à la suite d'une prospection effectuée par leur service et reposant sur plusieurs critères (évaluation du vent sur le site, distance des habitations, affectation des terres, etc.). Les parcelles pressenties pour l'implantation des éoliennes étaient des terres agricoles de moyenne qualité voire même de médiocre qualité. L'une des parcelles n'était plus exploitée. Par ailleurs, ces parcelles se localisent sur un plateau à vocation agricole. Aucun espace sensible et/ou remarquable de la commune (la vallée des moulins par exemple) ne se situe à proximité du parc éolien. Les propriétaires résident ou travaillent à proximité de ces parcelles.

Carte des projets initialement envisagés

Source : carte de l'APSA



En même temps qu'un accord est recherché avec les propriétaires, les premières études d'impact sont financées. La première étude d'impact paysager date de novembre 2001 et celle sur l'environnement et la santé humaine de mars 2002. L'étude paysagère se limite, principalement, à mettre en évidence les lieux à partir desquels les éoliennes seraient visibles à différentes échelles. Pour ce faire, des unités paysagères sont identifiées. L'insertion des éoliennes dans le paysage est évaluée en fonction de ces unités. Au terme de ce travail, des recommandations sont proposées pour limiter au maximum l'emprise du chantier, et plus généralement, celle du parc sur le paysage comme, par exemple, l'intégration des transformateurs dans les éoliennes pour qu'aucun élément d'infrastructure ne soit visible. Il

est, toutefois, souligné que les éoliennes étant situées au sommet d'un plateau, elles pourront être visibles en de nombreux endroits.

La seconde étude d'impact a pour objectif de cerner l'impact des éoliennes sur l'environnement et la santé humaine. Dans un premier et deuxième chapitres, ce sont les caractéristiques du «milieu physique» (climatologie, géomorphologie, hydrologie...) et «naturel» (la faune et la flore) qui sont évaluées. A cet égard, il est souligné que le site ne présente aucune population faunistique ou floristique exceptionnelle. Citant les travaux de l'ADEME, une simple mise en garde est effectuée concernant les oiseaux utilisant des ascendants thermiques, lesquels rendraient particulièrement hasardeuse la correction des trajectoires des oiseaux pris dans les turbulences générées par les aérogénérateurs. Le troisième chapitre traite de l'impact des éoliennes sur l'occupation du sol et les activités humaines (PUL, routes, habitat, réception des émissions de TV, ...). Il est, en particulier, relevé la distance entre les premières habitations et le parc. Les chapitres suivants abordent les nuisances sonores (état initial et bruit prévisible en fonction de la distance aux éoliennes) et les différents types de pollution pouvant être craintes (l'eau, l'air et les sols). Le chapitre six dresse un inventaire des contraintes dues à des monuments et espaces classés, patrimoine culturel et naturel. Celui-ci se conclut rapidement sur le constat qu'il n'existe aucune contrainte particulière s'appliquant au site pressenti. Enfin, après avoir identifié les servitudes techniques (radioélectriques, aéronautiques, réseaux en particulier), le rapport se continue sur un huitième chapitre traitant des risques pour la santé humaine (risques liés à la pollution de l'eau, de l'air, des sols, aux nuisances sonores, aux accidents pour les riverains, pour reconnaître que le courant sortant à 20 000 volts, il n'existe aucun risque lié aux champs magnétiques). Dans un ultime chapitre, c'est le risque pour la santé animale qui est évalué.

En mai 2002, la mairie de Plouguin demande à la société Juwi de compléter le dossier, en particulier, d'enrichir l'analyse de l'impact paysager. A la fin du mois de juillet, une étude paysagère complémentaire est déposée à la mairie. Des images de synthèse y ont été ajoutées, permettant d'évaluer plus concrètement l'insertion des éoliennes dans le paysage. Entre temps, le maire a envoyé pour «demande d'avis ou d'accord» un dossier : au Commandement de la région aérienne nord (avis favorable au projet car les éoliennes sont implantées sur un site ne dépassant pas 243 mètres d'altitude permettant le guidage des avions de Landivisiau), à la Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales (DDASS), à la Direction Départementale des Services Vétérinaires et au Service Equipement des collectivités locales (Quimper).

C'est également en mai 2002 que la demande de permis de construire du second parc éolien, celui de Lescoat, est déposée à la mairie. Les parcelles pressenties pour l'implantation des éoliennes sont là aussi des terres agricoles éloignées des espaces remarquables de la commune. Les quatre propriétaires sont les plus proches riverains. Une première étude d'impact est jointe à la demande. Elle sera complétée deux mois plus tard. Cette étude reprend les mêmes questions que la précédente, mais en approfondissant certains points comme l'insertion paysagère des éoliennes où leur impact sonore. La demande de permis de construire se conclue par une énumération des points favorables pour l'obtention du permis de construire :

- Site suffisamment venté,
- existence d'un poste source à proximité pour évacuer l'électricité produite,
- accès facile, ne nécessitant pas de lourds travaux,
- la première habitation se localise à plus de 375 mètres de la plus proche éolienne et le premier village à 2 kms,
- aucune contrainte aéronautique,
- aucune zone protégée ou remarquable,

- aucun faisceau hertzien,
- le site se localise sur des zones de faibles enjeux patrimoniaux (flore, faune etc.),
- le projet bénéficie de l'accord des propriétaires,
- aucune opposition locale particulière.

Une fois les dossiers complétés, les porteurs des deux projets sont auditionnés par la commission d'attribution des permis de construire de la préfecture de Quimper le 11 septembre 2002. Le maire de Plouguin, présent lors des délibérations, y explique la position de la municipalité qui soutient le projet de l'entreprise Juwi, mais pas le second. Pour l'équipe municipale, il ne faut pas dépasser le nombre de 10 éoliennes sur la commune. Or, avec les deux projets ce sont onze éoliennes qui seraient érigées. Concernant plus spécifiquement le premier projet, la DDE demande une étude complémentaire sur le bruit laquelle sera notifiée le 16 septembre. A la suite de cette audition, les projets sont examinés par la commission des sites le 24 septembre 2002. Cette instance relève que les deux parcs éoliens sont situés en dehors des 43 unités paysagères recensées comme emblématiques et qu'ils sont en cohérence avec les autres projets éoliens envisagés à proximité en cours d'instruction à cette date (Ploudalmézeau, Lanrivoaré et Plourin).

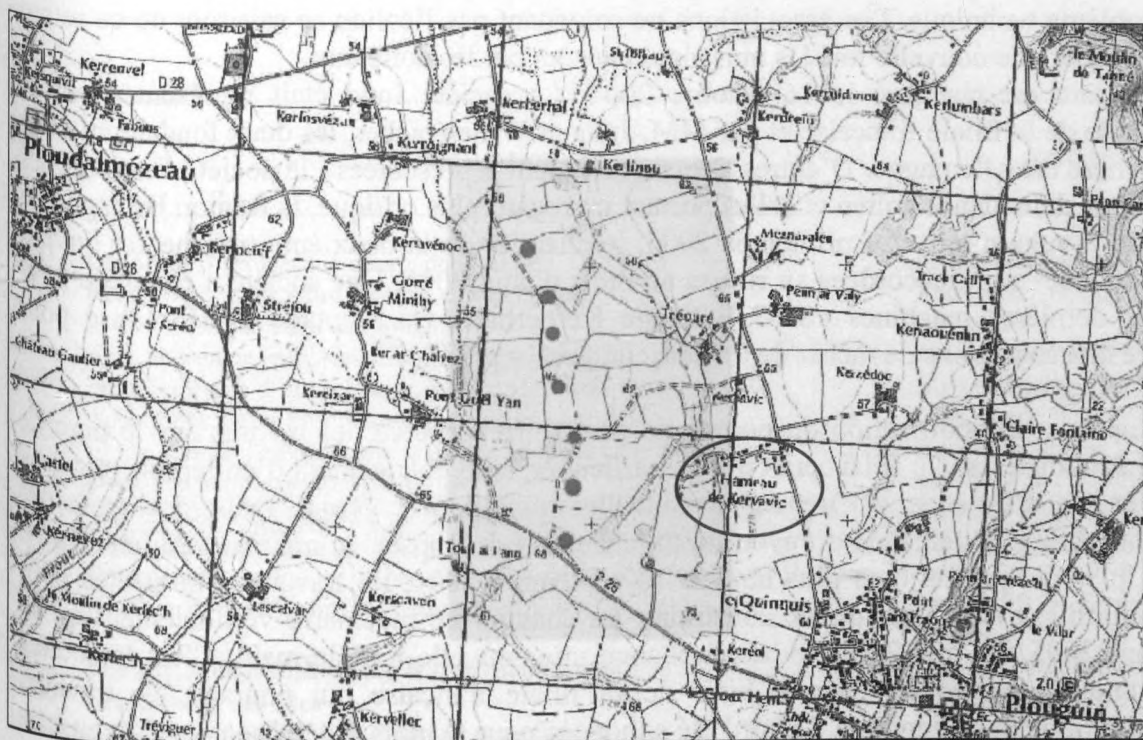
Le 2 octobre 2002, la mairie de Plouguin donne officiellement son accord pour le premier projet de Kerherhal, mais refuse le second avec 3 arguments : la priorité est donnée au projet porté par l'entreprise Juwi, il ne faut pas plus de 10 éoliennes sur la commune et la hauteur des éoliennes est trop élevée (118 mètres à cette date). La préfecture de Quimper donne son accord pour la construction des deux projets éoliens quelques jours plus tard. Il est officiellement notifié aux différentes parties engagées le 24 octobre 2002. Dans son argument central pour justifier cet accord, la préfecture souligne le caractère banal du milieu et du paysage. Le 17 octobre, une convention est signée entre la mairie de Plouguin et l'entreprise Juwi pour fixer *«les engagements du porteur du projet vis-à-vis de la commune dans le cadre des travaux afférents à la réalisation du parc éolien»*.

Quelques mois plus tard, les deux entreprises introduisent une demande de modification de leur permis de construire. Cette demande est motivée par un changement de modèle de machine. L'entreprise Juwi demande, en effet, une autorisation pour des machines plus puissantes, avec une vitesse de rotation du rotor moins élevée, donc des machines plus silencieuses. La seconde raison de cette demande de modification du permis de construire renvoie à la politique d'EDF. Pour répondre aux conditions d'achat de l'électricité, l'entreprise devait fractionner son raccordement au réseau. Sa demande était donc de construire le parc en deux tranches (5 + 2). Le nouveau modèle d'éoliennes demandé par la seconde entreprise était plus puissant (de 1,8 MW à 2 MW), mais surtout les aérogénérateurs étaient plus élevés (de 118 mètres à 121,4 mètres). Ces modifications sont accordées en avril et mai 2003.

C'est au mois d'avril 2003 qu'un premier questionnement sur l'opportunité des parcs éoliens commence à voir le jour au sein de la commune. Cette interrogation est portée par les habitants du hameau de Kervavic situé à l'est du parc éolien de Kerherhal. A l'occasion d'une réunion à la mairie pour régler un contentieux concernant leur hameau, les résidents présents demandent des précisions sur le projet de parc éolien devant se construire à proximité de leur habitation. Après l'explication du maire sur l'état d'avancement de la procédure, ils demandent à rencontrer l'entrepreneur pour avoir des précisions. Une réunion est donc organisée entre les habitants du hameau et l'entrepreneur. Les éclaircissements apportés par l'entreprise Juwi ne satisfont pas l'ensemble des habitants dont certains vont commencer à se mobiliser pour s'opposer au projet. D'après les textes juridiques, il restait deux semaines pour contester la modification du permis de construire (nous reviendrons en détails sur cette mobilisation dans la deuxième partie).

Les éoliennes de Kerherhal et le hameau de Kervavic

Source : www.suivi-eolien



La notification d'ouverture de chantier par l'entreprise Juwi est datée du 08/09/03. Les travaux ont débuté peu de temps après. A la suite d'un premier rejet de recours gracieux déposé en préfecture, les opposants au parc poursuivent leur mouvement en déposant une requête auprès du tribunal administratif de Rennes. Le 19 novembre 2003, le juge des référés, faisant droit à la demande des plaignants, a suspendu l'exécution de l'arrêté de la préfecture du Finistère autorisant la société Juwi à construire les éoliennes. L'objet de la plainte portait sur l'affichage du permis de construire sur le chantier, les plaignants demandant l'arrêt des travaux car l'autorisation n'était pas portée clairement sur chacune des parcelles concernées. Ce manque d'information constituait, toujours selon les plaignants, une manœuvre ayant pour objet de priver d'effet la mesure de publicité prescrite par le code de l'urbanisme. La société Juwi fait appel de cette décision auprès du Conseil d'Etat avec le ministre de l'équipement, des transports, du logement, du tourisme et de la mer. Toutefois, à la suite d'un incident survenu sur le chantier, le 18 décembre 2003 la mairie de Plouguin fait arrêter les travaux le temps de sécuriser les abords du chantier. Le 23 février 2004, le Conseil d'Etat annule l'ordonnance du juge des référés du tribunal administratif de Rennes et condamne les plaignants à verser solidairement la somme de 3050 euros à la société Juwi.

Cette opposition aux travaux incite la mairie à effectuer un avenant à la convention signée en octobre 2002 dans laquelle sont précisées les voies d'accès au chantier et l'usage public de ces chemins privés. Dans les annexes de cette convention, les modalités de règlement des conflits sont établies concernant la perturbation de la réception des émissions de radiodiffusion et de télévision et les bruits de voisinage. Pour mieux structurer l'opposition, début juin 2004, l'association «*Bien vivre à Plouguin*» est fondée à l'initiative d'un des plus fervents opposants aux éoliennes. Elle se fixe comme objectif de protéger l'environnement, le paysage naturel, la faune et la flore de Plouguin. Les travaux des 5 premières éoliennes s'achèvent début septembre 2004. Elles fonctionnent dès la mi-septembre. Dès leur mise en route, des plaintes s'élèvent pour dénoncer les nuisances qu'elles

occasionnent dans la réception des ondes de télévision. Conformément à la convention signée entre Juwi et la mairie de Plouguin, l'entreprise charge la société SFE (Société Française d'émetteur) de l'étude technique et de la mise en place d'un réémetteur sur une des éoliennes. La société SFE a répondu à cette demande avec un délai plus important que prévu à la suite d'un problème technique. Les associations ne soutenant pas l'éolien se saisiront de ce retard pour dénoncer une nouvelle fois les nuisances causées par les éoliennes.

Le parc est inauguré le 16 octobre 2004. La société Juwi était représentée par le responsable de la filiale française et par MM. Jung et Willenvacher, les deux fondateurs de la maison-mère en Allemagne. D'autres structures étaient représentées : la société Enercon, les associations défendant l'éolien et celles portant un regard plus critique, la Région Bretagne, la mairie de Plouguin etc.. Au printemps 2005, le chantier de la deuxième tranche est ouvert. Les 7 éoliennes sont raccordées au réseau au mois d'août 2005. Une société a été créée pour les deux dernières machines «SNC_Eolienne_Kerherhal». Ce montage a été réalisé pour répondre aux conditions de rachat de l'électricité posées par EDF.

Une fois la modification du permis de construire acceptée, les travaux sur le parc de Lescoat sont différés. Ce délai serait dû, en particulier, à un changement d'entreprise porteuse du projet. Ce n'est plus VSD-énergies nouvelles qui pilote le projet, mais «Eoliennes de Plouguin SAS». La demande d'ouverture du chantier est déposée en mairie le 25 août 2004. Un peu plus de quinze jours plus tard, le 14 septembre 2004, les travaux sont arrêtés pour non-conformité avec le permis de construire. Le chantier ne redémarre véritablement qu'au printemps 2005. En mai 2005, le projet change une nouvelle fois de main. C'est la société canadienne «Boralex inc.» par le biais de sa filiale française qui poursuit les travaux. L'inauguration des éoliennes a d'abord été annoncée pour le mois d'octobre pour être ensuite reculée au mois de décembre. Ce projet est moins contesté que le précédent, les seuls riverains étant les propriétaires des parcelles.

Dat
06/0
10/0
10/0
11/0
03/0
03/0
04/0
05/0
07/0
09/0
09/0
09/0
10/0
10/0
01/0
04/0
09/0
11/0
12/0
02/0
06/0
08/0
09/0
10/0
05/0
08/0

Récapitulatif du calendrier de réalisation des deux parcs éoliens

Date	Réalisation	Acteurs
06/01	Dépôts de 3 projets à la mairie de Plouguin	les entrepreneurs, la mairie
10/01	Réunion publique entre les trois entrepreneurs, le CM et les habitants de Plouguin	Entrepreneurs, mairie, habitants
10/01	Accord d'un des propriétaires pour le projet Juwi	Juwi, propriétaires
11/01	Première étude d'impact paysager pour le projet Juwi	Juwi et sous traitant
03/02	Accord des autres propriétaires pour le projet Juwi	Juwi, propriétaires
03/02	Etude d'impact environnement et santé pour le projet Juwi	Juwi et Ptolémée
04/02	Demande permis de construire Juwi	mairie, préfecture et Juwi
05/02	Etude d'impact projet VSB et dépôt en mairie du dossier de demande de permis de construire	VSB et sous traitant
07/02	Complément du dossier de permis de construire pour les deux entreprises	mairie, Juwi et VSB
09/02	Audition à la préfecture des deux entreprises	Juwi, VSB, préfecture, mairie
09/02	Etude de bruit demandée par la DDE pour le projet Juwi	DDE, expert et Juwi
09/02	Commission des sites	DIREN, Juwi, VSB
10/02	Avis favorable du CM de Plouguin pour Juwi Défavorable pour VSB	mairie, Juwi et VSB
10/02	Les permis de construire sont accordés par la préfecture	préfecture, Juwi et VSB
01/03	Demande de modification du permis de construire	mairie, préfecture, Juwi et VSB
04/03	Réunion avec le maire, début d'une opposition au projet Juwi	riverains, mairie et Juwi
09/03	Ouverture des travaux de la première tranche	Juwi
11/03	Arrêt des travaux après la décision du TA de Rennes, mais appel	riverains, tribunal, mairie et Juwi
12/03	Arrêt des travaux par la mairie pour sécuriser le chantier	mairie, habitants et Juwi
02/04	Annulation de la décision du TA de Rennes par le Conseil d'Etat	Juwi, riverains, Conseil d'Etat
06/04	Création de l'association « <i>Bien vivre à Plouguin</i> »	riverains et habitants
08/04	Ouverture des travaux du chantier de Lescoat	Eoliennes de Plouguin SAS
09/04	Arrêt des travaux du chantier de Lescoat	Eoliennes de Plouguin SAS
10/04	Inauguration de la première tranche (5 éoliennes)	Juwi
05/05	Reprise du projet par Boralex inc.	Boralex inc.
08/05	Mise en service de la seconde tranche (2 éoliennes)	Juwi

2. Le jeu des acteurs locaux¹⁰¹

Dans la conduite des projets, en dehors des entreprises concernées, le rôle déterminant a été joué par l'équipe municipale derrière son maire. Pour expliquer, les arguments défendus par les uns et les autres durant la procédure de concertation, il est nécessaire de prendre en compte les caractéristiques de l'équipe municipale et, plus globalement, celles du pouvoir politique dans cette commune. Même si les agriculteurs ne représentent plus la majorité de la population et que les membres du conseil municipal exercent différentes professions, l'équipe municipale reste très attentive aux préoccupations du monde agricole. Pour cette équipe, la place de l'agriculture s'explique par le fait que les agriculteurs entretiennent la quasi-totalité du territoire communal hors bourg. En effet, dans cette commune, seuls les terrains du bourg où ceux situés à sa proximité immédiate sont constructibles. Le reste de ce vaste territoire est affecté à l'agriculture. Les principales productions agricoles sont le lait, le porc et les céréales. Or, les modalités de production de ces trois produits sont très fortement contraintes.

Concernant la production laitière, elle est depuis plus de 20 ans limitée par les quotas laitiers. Si un agriculteur veut augmenter sa production, il doit d'abord trouver une solution pour bénéficier de nouveaux quotas en rachetant une exploitation par exemple. Pour le porc, le canton de Plouguin est classé en Zone d'Excédant Structurel (ZES), ce qui correspond aux cantons dont la charge en azote d'origine animale est supérieure au plafond de la directive nitrates, c'est à dire 170 kg d'azote organique épanchés par an par hectare épanchable. Les exploitations excédentaires d'un canton situé en ZES doivent mettre en œuvre tout moyen utile pour résorber leur excédent par différents moyens dont le traitement des déjections, la réduction des quantités d'azote à la source, c'est-à-dire la diminution des intrants alimentaires, la réduction du cheptel, etc.. Cette législation contraint fortement les possibilités d'augmentation de la production porcine. La production céréalière est contrainte elle par les surfaces disponibles. Or, à Plouguin le marché de la terre agricole est extrêmement tendu, les terres s'arrachant à prix fort et rapidement.

Situation de l'agriculture à Plouguin

Source : Recensement agricole 2000

Nombre d'exploitations	68
dont exploitations professionnelles	52
Nombre de chefs d'exploitation et de coexploitants	88
Nombre d'actifs familiaux sur les exploitations	123 personnes
Nombre total d'actifs sur les exploitations	115 UTA (équivalent temps plein)
Superficie agricole utilisée des exploitations	2058 ha
Terres labourables	1789 ha
Superficie toujours en herbe	269 ha
Nombre total de vaches	269
Rappel : Nombre d'exploitations en 1988	113

C'est dans ce contexte contraignant pour l'agriculture que les projets de parcs éoliens ont été initiés. Dans la procédure, la mairie est intervenue à un double niveau : l'instruction administrative du dossier et l'animation du débat public. C'est à la mairie que l'entrepreneur a déposé la demande de permis de construire, le maire instruisant ce dossier en fonction d'une procédure réglementée. Cette intervention correspond aux fonctions attribuées aux maires en

¹⁰¹ Pour respecter les engagements d'anonymat pris envers les informateurs, le traitement des entretiens ne sera jamais nominatif.

tant que représentants des pouvoirs publics. Mais le maire doit également représenter la collectivité locale. A ce titre, c'est lui qui organise directement ou indirectement les débats publics qui ont lieu dans la commune¹⁰². Quand les demandes de permis de construire des parcs éoliens ont été déposées, la procédure réglementaire n'imposait pas de concertation officielle par la tenue d'une enquête d'utilité publique. La municipalité s'est donc retrouvée sans cadre réglementaire pour organiser cette concertation. Dès la première réunion publique, qui a eu lieu en octobre 2001, une des entreprises n'a pas pu répondre d'une façon satisfaisante à cette demande. Elle a été (où s'est) éliminée rapidement de la procédure. De plus, selon l'équipe municipale les deux projets restant semblaient d'inégales qualités. Dans les six mois qui ont suivi, les deux entreprises ont sous-traité les études d'impact pour répondre aux exigences du dossier de permis de construire. La municipalité a explicitement demandé que les éoliennes soient les plus discrètes possibles. L'objectif n'était pas de les «esthétiser» pour les faire mieux accepter, mais au contraire de les fondre dans le milieu.

En dehors des entreprises, les propriétaires des parcelles retenues pour l'implantation des éoliennes ont participé activement, par leur soutien au projet, à l'instauration d'un débat localement. Globalement, les propriétaires, des agriculteurs pour la plupart, ont plutôt été facilement convaincus de l'intérêt de l'implantation d'une éolienne sur au moins une de leurs parcelles. Concernant un des deux projets, après une première proposition de l'entreprise, les loyers des terrains ont été réévalués (de 1000 à 2000 euros par an et par éolienne). D'après les entretiens, une fois l'accord passé, certains propriétaires ont été visités des sites éoliens pour se rendre compte de la situation. Toujours selon les entretiens, la première justification de l'acceptation reste le montant des loyers. Avec les éoliennes, les agriculteurs propriétaires constituent un revenu complémentaire sans augmenter lourdement les contraintes d'exploitation. Ainsi, les agriculteurs peuvent continuer à travailler dessous, les bêtes comme les plantes ne subissant pas de désagréments particuliers d'après les agriculteurs propriétaires. Le deuxième argument utilisé pour justifier l'acceptation des éoliennes renvoie au débat sur les EnR. C'est le fait que l'électricité éolienne soit une source d'énergie propre qui a motivé l'accord.

Quand le dossier fut déposé à la mairie, il a été instruit et des pièces complémentaires ont été demandés devant les lacunes de certains volets des études d'impact. Une fois les dossiers complétés, s'est ouverte une discussion au sein du conseil municipal, mais également entre les habitants de Plouguin, sur l'opportunité de l'implantation d'un tel équipement sur le territoire de la commune. Le maire a été invité par la préfecture pour donner l'avis de la commune. Puis, selon la procédure administrative, le conseil municipal a dû débattre officiellement et arrêter un avis sur les demandes de permis de construire. Au sein du conseil municipal, cet avis n'a pu se prendre qu'à la suite d'une série d'accords partiels devant tous être argumentés. Selon les entretiens, ces accords partiels n'ont pas été conclus les uns à la suite des autres, mais ils seront exposés successivement pour faciliter la compréhension (le débat public n'impose pas la linéarité narrative de l'écrit).

Le premier accord, qui conditionnait les autres, devait permettre de reconnaître l'intérêt de l'implantation de parcs éoliens sur le territoire de la commune. Ce premier débat portait sur l'intérêt du développement des EnR et sur la participation de la commune à ce mouvement. L'argument central concernait la disparition annoncée des énergies fossiles et la nécessité, dans ce contexte, de diversifier les sources de production de l'électricité. Cet argument a été ensuite décliné selon différentes modalités :

- la Bretagne a refusé l'implantation de centrales nucléaires (les combats, de Plogoff en particulier, furent rappelés), il est donc nécessaire de trouver d'autres possibilités de diversification énergétique,

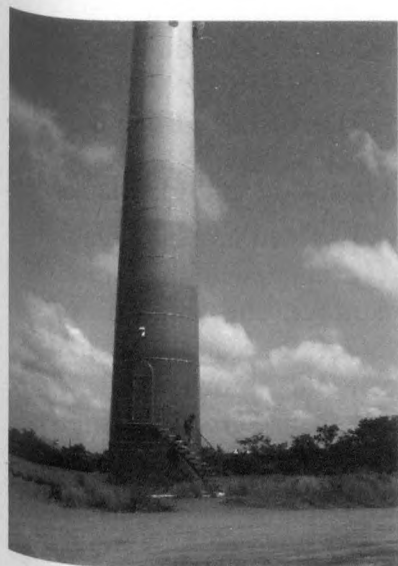
¹⁰² Ce double niveau renvoie aux compétences du maire qui est, à la fois, le représentant du pouvoir central et une autorité locale.

- la Bretagne doit assumer aujourd'hui ces choix anti-nucléaires en s'engageant dans la production d'électricité. En montagne cette production est assurée par les torrents avec l'énergie hydroélectrique. En Bretagne, l'énergie disponible est celle fournie par le vent. La Bretagne doit donc s'engager dans cette production.

Dans ce débat, les EnR ont été considérées comme représentant l'avenir, plus précisément, comme une des possibilités pour trouver des solutions à la question posée par l'épuisement des ressources naturelles. Le débat sur la sortie du nucléaire ne fut jamais introduit, ce qui s'explique par le type de problème qui était posé aux EnR. Selon les entretiens avec l'équipe municipale, l'intérêt des EnR dans le débat énergétique aujourd'hui renvoie au fait qu'elles permettent de responsabiliser les individus en faisant reporter le débat énergétique sur la participation active de chacun. Au terme de ce débat, il a été décidé que la commune s'engagerait dans les EnR et, plus particulièrement, dans l'éolien. Dans la présentation qui nous a été faite de ce débat, il a été précisé que les participants se sont beaucoup engagés dans ces discussions, parlant de la responsabilité des individus dans l'avenir de l'humanité, par exemple. La densité et le contenu de ces réflexions aboutissent aujourd'hui à les construire en intérêt général. En d'autres termes, ce débat aurait permis de dégager un intérêt général autour de la participation de la commune à la production d'électricité renouvelable. Mais plus généralement, ce qui a été institué par cet accord, c'est l'engagement de la commune dans des pratiques plus respectueuses de l'environnement grâce à une convergence entre les conceptions des agriculteurs (voyant dans l'éolien une source complémentaire de revenus) et les autres habitants de Plouguin attentifs aux grands problèmes environnementaux.

Une fois le développement de l'éolien posé en termes d'intérêt général restait à décider l'ampleur que devait prendre ce mouvement. L'équipe municipale se mit d'accord pour refuser que le territoire de la commune ne se transforme en champs d'éoliennes. Le débat posé en ces termes, il fallu donc s'interroger sur le nombre d'éoliennes tolérables pour la commune. Un autre accord fut trouvé pour reconnaître que 10 éoliennes était un nombre suffisant qui ne devait pas être dépassé. Les deux projets dépassant ce chiffre, il fut décidé de privilégier un des deux dossiers. Encore une fois, c'est le projet de l'entreprise Juwi qui fut priorisé. L'argumentation justifiant cette préférence reposait sur plusieurs facteurs :

- le projet était en zone rurale,
- cette zone était bien desservie par un réseau de chemins,
- les éoliennes proposées étaient esthétiques et répondaient à l'objectif de «camouflage» dans le milieu par la coloration du pied de la tour, en particulier,
- le représentant de l'entreprise était connu localement, introduit dans les réseaux locaux d'interconnaissance, *a priori* les gens lui faisaient confiance,
- à cette date, il n'y avait aucune opposition connue au projet.



Pied de tour d'une éolienne de Plouguin

Cet habillage est celui du modèle standard proposé par le constructeur Enercon comme le montre le document ci-contre.

Source : www.enercon.de



L'avis de la mairie ne fut donc favorable que pour ce parc. En revanche, le refus du deuxième parc par le conseil municipal, mais son acceptation par la préfecture provoque toujours une indignation et des récriminations envers cette administration trois ans plus tard. Cette position se comprend pour deux raisons :

- l'équipe municipale a eu l'impression d'être trompée, le préfet demandant son avis, les conseillers ont pensé qu'il en serait forcément tenu compte : «*Quand on prend l'avis des gens, on en tient compte, sinon on le fait pas*», (Réflexion d'un membre de l'équipe municipale).

- dans ce jeu, le maire a perdu de son crédit en tant que représentant des pouvoirs publics, médiateur entre eux et la collectivité locale, car il n'a pas pu faire prévaloir l'avis de la municipalité.

Pour le maire, le coût politique de cette «concertation» a donc été élevé. Au lieu de le renforcer dans ses prérogatives, elle a entamé le crédit dont il bénéficiait dans sa circonscription.

Après l'attribution des permis de construire, les autorisations ont été affichées en mairie durant la période prévue par les textes réglementaires. Cette décision était contestable pendant une période de deux mois. Après ce délai, les deux entreprises ont demandé et obtenu la modification de leur permis de construire. Une fois la notification de l'acceptation de la modification, quiconque le voulait pouvait à nouveau contester le permis de construire modifié durant une période de deux mois et c'est ce qu'il se passa. Jusqu'à présent, aucune contestation ne s'était structurée autour des éoliennes. C'est environ un an après que les entreprises aient pris contact avec la mairie et après avoir obtenu les permis de construire que va se cristalliser progressivement une opposition, essentiellement autour du premier projet.

En avril 2003, la mairie organise avec les habitants du Hameau de Kervavic une réunion pour régler un contentieux sur l'affectation de terrains du lotissement. A la suite des précisions apportées à la demande des habitants du Hameau, une réunion est organisée rapidement entre l'entrepreneur et les riverains, sans la présence du maire. D'après les entretiens, c'est au cours de cette rencontre que les habitants ont pris connaissance, pour la première fois, du projet de parc dans le détail (son emplacement exact, la puissance des éoliennes, la surface occupée, etc.). Certains riverains s'étaient déplacés lors de la réunion de la mairie organisée quelques mois plus tôt, le permis de construire avait été affiché en mairie, des informations paraissaient régulièrement dans le journal communal, ce projet était débattu dans la commune lors de rencontres informelles, sans que ces démarches ne provoquent une

mobilisation. L'explication donnée par les opposants est double : au début du processus, l'image de l'énergie éolienne était bonne, il n'y avait donc pas de raisons de s'y opposer. Puis, le parc éolien a toujours été identifié comme étant le parc de Kerherhal. Or, ce hameau se situant à 1,5 km de celui de Kervavic, ses habitants n'ont donc pas pensé que les éoliennes seraient érigées à proximité de leur habitation.

A la suite de cette réunion avec l'entrepreneur, une nouvelle rencontre est organisée, destinée aux habitants du Hameau de Kervavic pour décider d'une position commune. L'APSA avait déjà envoyé des documents aux riverains. Mais surtout, une des familles du lotissement connaissait la présidente de l'association «Les Abers», avocate débutante et farouche opposante au site qui devait s'implanter à Plouvien (commune proche). C'est à la suite de son intervention que les habitants décident d'envoyer un recours gracieux au préfet pour qu'il sursoie à l'exécution du permis de construire.

La décision de s'opposer au parc repose sur différentes raisons plus ou moins explicites selon les entretiens. Ainsi, la proximité avec le plus proche des aérogénérateurs interrogeait les habitants. En effet, celui-ci se trouverait à moins de 400 mètres des habitations, les riverains s'inquiétaient à propos des nuisances induites comme la perturbation des images TV et des ondes radio. D'autre part, l'impact visuel des éoliennes dans le temps a été soulevé en questionnant leur processus de vieillissement et pas celui de la dégradation du paysage. Enfin, d'autres questions portaient sur la fiabilité des entreprises porteuses des projets. Puis, quelque temps plus tard, une des deux associations critiques à l'égard de l'éolien a effectué une simulation pour montrer aux habitants ce qu'ils percevraient à l'intérieur du hameau une fois les éoliennes érigées. Cette simulation aurait joué un rôle déterminant dans la mobilisation (Cf. Photos page suivante).



Simulation des éoliennes



Les éoliennes construites

Autre raison invoquée, les contentieux entre, d'une part, ce hameau et ses habitants et, d'autre part, la mairie et les agriculteurs, voisins immédiats. Ce lotissement a une histoire particulière. C'est le premier construit dans les années 1970, à l'origine de la croissance de la population de la commune. D'après les entretiens, c'est un agriculteur qui aurait vendu ses terres à un entrepreneur lequel aurait fait faillite avant son achèvement. Pour la municipalité, ce hameau est une erreur d'urbanisme, situé au milieu des terres agricoles. D'après les entretiens avec des membres de l'équipe municipale, avec ce conflit ils subiraient aujourd'hui les conséquences d'une erreur commise il y a plus de trente ans. De plus, en raison de la faillite de l'entrepreneur, la mairie a été sollicitée à différentes reprises, au sujet des voiries par exemple. Face à ces sollicitations, les réponses des équipes municipales ont contribué à

développer un contentieux entre les habitants et la mairie. Ainsi, pour certains habitants du Hameau, la découverte tardive du parc éolien est due à l'attitude de la mairie qui ne les a pas informés d'une manière satisfaisante de l'avancement du projet. Dans ces entretiens, la responsabilité du parc et des nuisances générées est reportée quasi exclusivement sur l'équipe municipale. Enfin, la question des compensations financières a été également abordée à différentes reprises. Seuls les propriétaires des parcelles bénéficient de compensations financières sous forme de loyer. Or, les relations entre les agriculteurs riverains, propriétaires de parcelles sur lesquelles les éoliennes ont été érigées, et les habitants du Hameau sont tendue depuis de nombreuses années. Cette situation a débuté avec la vente des terres agricoles pour construire le Hameau laquelle n'aurait pas rencontré l'assentiment des agriculteurs riverains. Ce fut même l'objet d'un conflit d'importance équivalente à celui suscité par le remembrement qui eut lieu peu avant. Depuis, ces relations ont perduré. L'accord des propriétaires agriculteurs à l'entrepreneur éolien a été interprété à travers cette grille de lecture, les habitants du Hameau, ne recevant de compensations financières directes, ont pu voir dans les éoliennes un moyen de nourrir le conflit à leur dépend.

Les différentes représentations de l'environnement et des éoliennes ont également joué un rôle. Ainsi, un des leaders de l'opposition est venu habiter dans ce Hameau après avoir séjourné dans un grand centre urbain. Il a choisi d'habiter à Plouguin car il cherchait une résidence à la campagne, proche de la nature, une résidence bénéficiant d'un environnement calme et «naturel». Cette conception du lieu de résidence doit être partagée car l'intérieur du Hameau a été aménagé autour de cette idée. Grâce à un pépiniériste habitant le lotissement, un espace vert a été créé (Cf. Photo ci-dessous). L'abondance de la végétation et l'absence de traces évidentes d'artificialisation de cet espace concourent à la représentation d'un Hameau situé «en pleine nature».

Espace vert à l'intérieur du Hameau de Kervavic



Dans ce contexte, les éoliennes ont été interprétées comme étant des objets industriels, n'étant pas à leur place dans ce milieu naturel et, en toute logique, le dégradant par le simple fait de leur présence. Les éoliennes sont ainsi considérées comme une pollution, une souillure, au sens anthropologique du terme, c'est-à-dire comme témoignant d'une confusion entre deux catégories de pensée, l'une définissant le naturel et l'autre l'artificiel, l'industriel. L'environnement du Hameau de Kervavic est conçu comme un morceau de nature que vient polluer un objet industriel. Cette conception renvoie à l'existence d'une discontinuité marquée entre ce qui relève de la nature, du naturel, et ce qui relève des sociétés humaines.

Le 22 juillet 2003, le préfet rejette la demande de recours gracieux. Les opposants ont alors à nouveau deux mois pour réagir à ce rejet. De nouvelles réunions sont organisées. Puis, la déclaration d'ouverture des travaux est déposée en mairie. Après consultation de l'association «Les Abers», les opposants poursuivent la procédure judiciaire par un référé auprès du tribunal administratif de Rennes contre l'entreprise éolienne. D'après les entretiens, c'est un juriste de l'association «Les Abers» qui a trouvé les éléments pouvant être attaqués : l'absence d'affichage pendant deux mois consécutif du permis de construire sur «*chacune des parcelles cadastrales composant le terrain d'assiette du chantier*¹⁰³» et sur les accès de ce terrain depuis la voie publique. Pour financer le recours juridique, les membres les plus opposés au projet, huit au total, se tournent vers leurs assurances. Quatre compagnies d'assurances acceptent de prendre en charge la totalité des frais engagés par leur assuré, deux autres ne remboursent que la moitié des frais engagés et les deux dernières refusent de participer financièrement aux poursuites. Le référé est déposé, le tribunal administratif de Rennes donne raison aux plaignants et condamne la société Juwi à payer une amende de 1 000 euros pour les frais de dossier. L'entreprise Juwi et le ministère des transports ayant fait appel de cette décision, le conseil d'Etat a jugé en leur faveur le 23/02/04. Les opposants au projet doivent s'acquitter, cette fois, d'une amende de 3 050 euros pour les frais engagés. Après ce jugement, un certain nombre de membres opposés se sont démobilisés.

Au début de la mobilisation lors des réunions organisées par les opposants, entre 10 et 20 personnes se déplaçaient (cette fourchette résulte d'une approximation effectuée par différents informateurs). Ce public résidait pour l'essentiel au Hameau de Kervavic, mais déjà tous les habitants ne s'étaient pas mobilisés. De plus, après le jugement du Conseil d'Etat, des opposants du lotissement ont abandonné le mouvement protestataire. L'historique du lotissement, retracée précédemment, pose le processus d'intégration locale de ses habitants comme facteur explicatif de cette mobilisation. Cependant, il doit être nuancé pour rendre compte de cette mobilisation «différentielle». Selon les leaders de la mobilisation, la raison invoquée pour expliquer ce processus de sélection des opposants a été justement le degré de leur inscription locale. D'après ces entretiens, ce sont les habitants intégrés localement à des réseaux, soit politique (un conseiller municipal résidant à proximité de la plus proche des éoliennes), soit économique (un entrepreneur local), soit familiale (appartenance à la famille d'un agriculteur propriétaire), qui ont abandonné le mouvement ou qui ont toujours refusé toute mobilisation. Cette intégration différentielle des habitants a fait voler en éclats les solidarités à l'intérieur du lotissement. Ainsi, avant le conflit une fête était organisée au printemps rassemblant tous les membres du Hameau. Depuis cette année-là, il n'y a plus eu aucune fête.

En juin 2004, les opposants au parc éolien fondent une association «Bien vivre à Plouguin» qui a pour objectif de protéger l'environnement, le paysage naturel, la faune et la flore. Selon un article du Télégramme¹⁰⁴ : «*[Cette association] entend attirer le regard de la population, sur les agressions et nuisances de toutes natures portant atteinte à l'équilibre environnemental et à la santé des personnes. (...) Elle souhaite également œuvrer pour la sauvegarde des sites, des monuments, chemins et sentiers*». Cette association a été créée alors qu'un projet d'usine de traitement du lisier était discuté. Ce dernier projet a été conduit comme celui des éoliennes. Un entrepreneur a sollicité des propriétaires pour construire cet équipement. Une fois leur accord obtenu, un dossier a été déposé à la mairie. Cette question a

¹⁰³ Extrait du jugement du Conseil d'Etat statuant au contentieux n°262430, mentionné aux Tables du Recueil Lebon, lecture du 23 février 2004.

¹⁰⁴ Le Télégramme du 5 juin 2004.

divisé la commune. Ce sont essentiellement les agriculteurs qui s'y sont montrés favorables. Ce conflit a abouti à une manifestation sur la place centrale de la commune le 26 juin 2004, confrontant les agriculteurs défendant l'usine de traitement du lisier et les opposants aux éoliennes et à l'usine. L'équipe municipale a refusé l'arrivée de cette usine quelques jours plus tard, pour absence de fiabilité du processus technique. Le projet a été abandonné. Pour les membres de la municipalité, ce dossier a renforcé l'opposition au parc. Les réunions organisées par l'association «Bien vivre à Plouguin» fédéraient riverains du parc et de l'usine.

L'inauguration du parc a eu lieu le 16 octobre 2004. Lors de cette cérémonie, toutes les associations concernées par l'éolien étaient présentes. Dans son discours, le maire a rappelé l'intérêt général tel que le conseil municipal l'avait défini. Il souligna ainsi l'importance du défi qui devait être relevé : «*la mise en place d'EnR et non polluantes pour un environnement propre*»¹⁰⁵. A cela, il ajouta que ces EnR devaient venir en complément de l'énergie nucléaire. A cette occasion, il réaffirma également que la demande de permis de construire du second parc a été accordée sans l'accord de la municipalité.

L'APSA n'a pas joué un rôle direct essentiel dans le conflit à Plouguin. C'est l'association «Les Abers» qui a structuré la mobilisation contre le parc en mettant à disposition des opposants de Plouguin un savoir-faire juridique et logistique. Ainsi, la présidente de l'association a assisté à différentes reprises aux réunions organisées à Plouguin pour partager son expérience. L'APSA est plutôt perçue par les opposants comme une association plus généraliste que celle des «Abers». Par l'information qu'elle diffuse auprès des riverains de parcs éoliens, elle participe à la mobilisation, mais sans proposer de prise en charge aussi importante que l'association «Les Abers». Cette différence s'explique par les objectifs respectifs des associations. L'APSA défend, tout d'abord, les paysages. Pour ce faire, son lien avec de grandes associations régionale, nationale et internationale est souvent mentionné. Ainsi, l'APSA adhère, en particulier, à la Société pour la Protection des Paysages et de l'Esthétisme de la France (la SPPEF), présidée par Paule Albrecht¹⁰⁶. Un groupe de travail a été créé au sein de cette association en 2001, «*Paysages en Péril*» présidé par Joël Retière-Lehideux, qui a pour objectif de «*répondre aux lourdes menaces que le développement de l'éolien faisait peser et fait toujours peser sur notre patrimoine paysager et bâti*»¹⁰⁷. Le président de ce groupe de travail est également celui de l'APSA. Le mode d'action privilégié de cette association est d'articuler les revendications aux échelles locale, régionale, nationale et même européenne par l'intermédiaire de l'association «*Europa nostra*»¹⁰⁸. En d'autres termes, c'est la capacité à mobiliser des réseaux allant des communes aux ministères en passant par les médias qui singularise son mode d'action. Ainsi, par exemple, dans les articles mettant en question l'intérêt de l'énergie éolienne publiés dans les

¹⁰⁵ Le Télégramme du 17 octobre 2004.

¹⁰⁶ Les deux autres associations auxquelles est fédérée l'APSA sont : «L'association Bretonne» (créée en 1843 sur le modèle des sociétés savantes, son activité est centrée sur l'étude de l'histoire de la Bretagne) et «L'UMIVEM» (L'Union pour la Mise en Valeur Esthétique du Morbihan qui a pour but la défense et la mise en valeur du patrimoine morbihannais. Il ne s'agit pas de «défendre le passé pour le passé, mais prouver que sens du présent et respect du passé ne sont pas incompatibles», extrait du site www.chez.com/univem).

¹⁰⁷ Extrait du site : www.sppef.free.fr

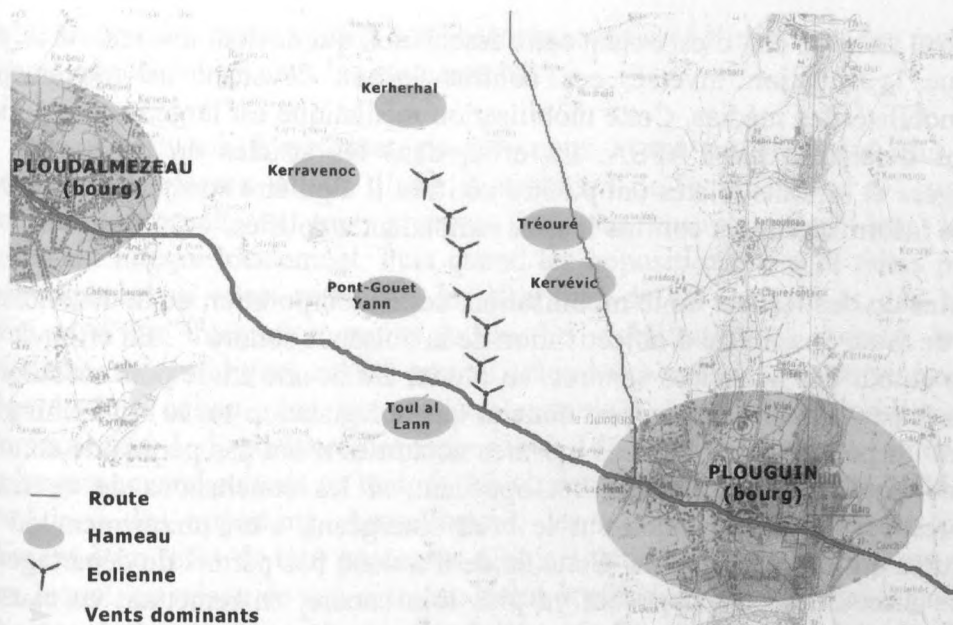
¹⁰⁸ Créée en 1963, Europa Nostra est une fédération pan-européenne représentée dans trente-cinq pays, et regroupant plus de deux cents organisations non gouvernementales dédiées au patrimoine. Son Président est le Prince Consort de Danemark, le vice-président français est le comte Denis de Kergorlay. La présidente de la SPPEF est membre de son conseil.

grands quotidiens nationaux (Le Monde et Le Figaro) comme dans les hebdomadaires (Le Point) ou les quotidiens régionaux (Ouest-France et le Télégramme), l'action de la SPPEF, celle de son groupe de travail «*Paysages en péril*» ou de l'APSA est toujours citée. Dans un bilan de l'activité du groupe de travail, le président reconnaît d'ailleurs l'impact de leur action auprès des médias. L'autre aspect de l'action de ce groupe de travail est la rédaction de documents comme celui de 2004, transmis aux députés et sénateurs lors du débat sur la loi d'orientation de l'énergie, pour exposer leurs demandes. Ce groupe a également participé au débat national sur l'énergie, à Rennes, dont le document sert de trame pour la rédaction de l'argumentaire sur l'énergie éolienne signé par l'APSA et commenté dans la première partie de cette recherche. En d'autres termes, alors que l'association «Les Abers» apporte un soutien bénéficiant au mouvement de mobilisation locale, l'action de l'APSA est plus tournée vers des opérations de lobbying auprès des pouvoirs publics et des médias.

Grâce à cette mobilisation réticulaire, les arguments de l'APSA sont largement diffusés. Ils sont exposés dans le débat public à Plouguin où un des leaders des opposants en reprend certains (comme l'irrégularité du vent nécessitant la construction de centrales thermiques ou le coût de l'énergie éolienne) tout en soulignant l'intérêt de l'ensemble de cet argumentaire. Cette prise de position oblige les défenseurs de l'intérêt général, tel qu'il a été défini, à se positionner par rapport aux principaux arguments défendus dans ce document. L'éolien devient ainsi une énergie en complément du nucléaire, sans faire diminuer pour autant les actions de la dizaine d'opposants.

Après l'inauguration du parc, et une fois réglé le problème de la perturbation de la réception des ondes TV et radio, ce sont les nuisances sonores qui seront mises en avant par les opposants. L'identification de ce problème inaugure une nouvelle étape dans les mobilisations collectives. Pour les opposants, le bruit généré par les éoliennes est jugé intolérable. Les opposants qui rejoignent la mobilisation, à cette date, ne sont pas exclusivement les plus proches riverains, mais ils habitent sous le vent du parc dans les hameaux situés entre Kerherhal et Kervavic. Ces derniers arrivants sont, en règle générale mais pas dans tous les cas, peu intégrés localement pour des raisons professionnelles, familiales ou autres. Selon les entretiens, les accusations portées à l'encontre des éoliennes sont vécues, pour les opposants, comme une atteinte à leur intégrité. Pour un des leaders de l'opposition ce bruit est considéré comme quelque chose qui détruit son existence, l'empêchant de mener les activités qu'il souhaiterait (Cf. Encadré 3). Pour les autres riverains non mobilisés, ce bruit a été intégré à leur mode de vie de façon routinière. Certains déclarent ne pas être dérangé par ce bruit, voire même ne plus l'entendre du tout.

Les principaux hameaux autour du parc



Désignation du hameau	Distance à la première éolienne
Kerkerhal	384 mètres
Kerravenoc	435 mètres
Pont-Gouet Yann	487 mètres
Toul al Lann	410 mètres
Hameau de Kervavic	653 mètres
Kervavic	769 mètres
Tréouré	641 mètres

Encadré 3 : Le bruit des éoliennes

Extrait d'un entretien avec un des principaux opposants

«D'habitude, je mange tous les midis dehors. Là, je n'ai même plus envie de sortir. C'est affreux par moment. On en a plein la tête, mais au sens ou c'est lancinant. Puis, c'est des bruits plutôt sourds, celui des pales devant le mat. Les moteurs on les entend rarement. Il y a des moments, je mets de la musique toute la journée parce que je les entends doucement. On a l'impression de sentir tout ça sur soi.»

Le problème posé par les nuisances sonores induites par les éoliennes a été largement médiatisé dans la presse écrite et audio-visuelle. Certains leaders opposants ont ainsi été interrogés par les journalistes des journaux télévisés des principales chaînes nationales. De même, leurs propos sont cités dans des articles comme celui du Figaro daté du 09/12/04 : « On n'a plus le droit de savoir ce qu'est le silence. » Au bout de son jardin, Joseph Guivarc'h désigne les cinq éoliennes de 100 mètres de haut inaugurées en septembre. La plus proche est exactement à 480 mètres de son pavillon, à l'écart du bourg de Plouguin au nord de Brest. Pourtant, ce matin-là les pales ronronnent doucement. « C'est vrai car il n'y a pas de vent. Lorsque ça tourne à 18 tours/minute, c'est l'enfer. » Répond ce jeune retraité de 58 ans qui redoute les caprices de la météo. A certains moments, c'est comme un vrombissement d'un réacteur sur une piste d'aéroport. » Dans ces articles, l'APSA est toujours mentionnée,

son action présentée. Dans ce cas, c'est autant cette association qui devient une ressource pour les opposants que la situation inverse, ces conflits locaux devenant un moyen pour l'association de mobiliser les médias. Cette mobilisation médiatique est largement bénéfique pour les positions défendues par l'APSA. En effet, dans les articles où les propos des personnes interrogées et les faits relatés ont pu être vérifiés, il a pu être constaté, qu'à travers la présentation des informations, les conflits locaux semblaient amplifiés.

Pour au moins un des leaders de la mobilisation, cette incorporation de la dénonciation abouti à un refus de toute possibilité d'objectivation de la nuisance sonore¹⁰⁹. En effet, devant les cristallisations autour des nuisances sonores, en février 2005, une étude pour mesurer cet impact est organisée par la mairie. Le rapport conclut que la législation sur le bruit émergent est respecté durant les périodes diurnes. Les mesures nocturnes n'ont pas permis de conclure en raison de problèmes techniques. Pour cet opposant, si les conclusions de ce travail reconnaissent le respect de la législation sur le bruit émergent, c'est uniquement dû aux résultats des mesures qui ont été falsifiés. Cette étude n'a donc pas permis de départager les positions. Mais le discours de cet opposant va plus loin encore, en remettant en cause le jugement du Conseil d'Etat. Selon ses propos, le dossier de Plouguin devait être jugé en même temps que deux autres contentieux éoliens locaux, celui de Plouvien et celui de Ploudalmezeau. Or, au dernier moment, il a été annoncé aux parties que seul le dossier de Plouguin serait examiné. Pour l'opposant, ce fait est interprété comme révélant les pressions exercées sur la justice pour que ce dossier aboutisse, que les éoliennes soient construites. Certes, le Conseil d'Etat leur a donné tort, mais uniquement en raison des pressions subies. Le rôle du maire est également contesté. Là encore, tout en reconnaissant que le maire les informait de l'avancement des procédures, l'opposant remet en cause son rôle. Selon lui, depuis le début, le maire est favorable au projet. Il a donc tout fait pour que les éoliennes soient construites. Cette position l'a conduit à introduire une procédure de destitution du maire auprès du préfet. De même, les plus fervents opposants au parc pensent maintenant porter plainte au pénal pour que l'affaire soit jugée sur le fond et que justice leur soit enfin rendue.

Comme on peut le constater, cette incorporation des nuisances aboutit à un refus de toutes possibilités de leur objectivation en dehors d'une décision de justice. Toutefois en désignant des coupables, cette institution risque de cristalliser des conflits qui nécessiteraient, à l'inverse, une prise en charge plus collective de leurs enjeux pour les désamorcer.

Face à ce conflit, les membres de l'équipe municipale interrogés soulignent que les habitants seraient, dans leur grande majorité, plutôt indifférent à l'égard du parc éolien alors que d'autres apprécient l'esthétisme de l'objet, n'hésitant pas à revendiquer une appropriation identitaire des éoliennes. Ces représentations clivées laissent des traces au sein de l'équipe municipale. Tout d'abord, des animosités à l'égard des administrations, la sous-préfecture en premier lieu, qui l'a laissée se débrouiller avec ce problème une fois les décisions prises alors que, pour au moins une d'entre elle, l'avis du conseil n'avait pas été respecté. Désarroi face à cette mobilisation qui est qualifiée d'effet NIMBY, les revendications montreraient les incapacités de certains à dépasser leurs intérêts particuliers pour construire un intérêt général. Amertume à l'égard de l'entrepreneur dont les intérêts économiques auraient été défendus avec fermeté, ne facilitant pas la formation d'un accord au sein de la collectivité. Surprise, enfin, face à certains arguments utilisés par quelques administrés, les éoliennes ayant été

¹⁰⁹ Au-delà du problème posé par leur bruit, la rotation des rotors est également accusée d'avoir des conséquences sur la santé humaine. En particulier, les infrasons émis par les éoliennes seraient responsables des insomnies chez les adultes. Les opposants ont ainsi expliqué qu'un d'entre eux ne dormait plus depuis que les éoliennes fonctionnaient.

accusées de tous les maux (l'effet stroboscopique causant l'inversion des matrices de vaches, des peurs incontrôlables chez les animaux, etc.).

Par rapport aux hypothèses posées, nous avons pu constater que la mobilisation collective a pris forme autour d'une contestation de la procédure de concertation. Cette opposition concernait, en tout premier lieu, des riverains dont leur lotissement était difficilement intégré localement. Puis quand les oppositions se sont faites plus virulentes et plus incorporées, il n'est resté que les habitants de ce Hameau et des hameaux voisins bénéficiant d'une intégration moins locale. La mobilisation et, surtout, le mode d'action choisi (le recours juridique) ont été permis grâce à des associations portant un regard critique à l'égard de l'éolien, ces associations cumulant savoir-faire juridique, logistique et idéologique mis à disposition des opposants. L'équipe municipale, après avoir tenté de répondre aux revendications en tentant des objectiver, convoque l'effet NIMBY stigmatisant les positions des opposants. Actuellement, les accusations de plus en plus incorporées aboutissent à un refus de tout processus d'objectivation des nuisances pour au moins un des leaders lequel, en raison de son nouveau statut professionnel, se construit une identité sociale locale autour de son action contre les éoliennes. Ces conclusions provisoires devront être confirmées dans la dernière partie de cette recherche qui traitera du grand absent de ce conflit tel qu'il est décrit jusqu'à maintenant : le paysage et sa dégradation par les éoliennes.

Le premier de ces aspects est celui de la structure sociale. On observe une hiérarchie marquée, avec une élite qui se distingue par son éducation et ses ressources. Cette élite est souvent issue de familles traditionnelles ou de la bourgeoisie naissante. Elle exerce une influence prépondérante sur les décisions politiques et sociales. Le reste de la population est divisé en couches sociales distinctes, chacune avec ses propres préoccupations et modes de vie. Les tensions entre ces différentes couches sont une source constante de conflits et de débats.

Le second aspect concerne l'économie. Le pays est en transition, passant d'une économie traditionnelle basée sur l'agriculture et le commerce local à une économie plus moderne et industrialisée. Cette transition est lente et inégale, avec certaines régions ou secteurs qui progressent plus vite que d'autres. Les problèmes de chômage, de sous-emploi et de précarité sont devenus des préoccupations majeures pour une grande partie de la population. Les politiques économiques adoptées ont des impacts significatifs sur le bien-être des différents groupes sociaux.

Le troisième aspect est celui de la culture et des valeurs. On assiste à une hybridation des cultures, où les traditions locales se mélangent avec les influences étrangères, notamment occidentales. Cette hybridation crée une identité culturelle complexe et en constante évolution. Les valeurs traditionnelles, souvent liées à la religion et à la famille, sont mises en question par de nouvelles idées et modes de vie. Cette tension entre le traditionnel et le moderne est au cœur de nombreux débats intellectuels et artistiques.

Enfin, le quatrième aspect est celui de la politique. Le régime en place est souvent contesté, que ce soit pour des raisons démocratiques, économiques ou sociales. Les citoyens réclament plus de transparence, de responsabilité et de participation dans les affaires publiques. Les mouvements sociaux et les ONG jouent un rôle de plus en plus important dans la vie politique. Les élections sont devenues des moments clés de la vie démocratique, mais elles sont souvent marquées par des irrégularités et des contestations.

Ces différents aspects sont étroitement liés et interagissent les uns avec les autres. Par exemple, les transformations économiques influencent la structure sociale et la culture, tout comme les changements politiques ont des répercussions sur l'économie et la vie sociale. Cette complexité rend l'analyse de la situation du pays un défi de taille. Cependant, il est clair que le pays traverse une période de grands bouleversements et de profondes mutations. L'avenir dépendra de la capacité des dirigeants et de la population à relever ces défis et à construire une société plus juste, plus prospère et plus démocratique.

1. Sur la question de la structure sociale, voir les travaux de [nom] et [nom], qui ont analysé les dynamiques de la bourgeoisie naissante et de la décadence de l'ancienne élite.

4. Le paysage

4.1 Objets singuliers et évènementiels

Dominique Lamandé



4. Le paysage

4.1 Objets singuliers et évènementiels

Propos sur les éoliennes Dominique Lamand

Les éoliennes dans leurs grandes majorités ont une forme et une gamme chromatique identique, probablement due à un souci de «neutralité», donnant à la perception de cet objet une perception «fonctionnelle», technique. L'approche que je cherche à conduire, est de considérer l'objet éolien comme un objet pouvant être un objet «spectacle», un ensemble créatif, étonnant, en contraste avec son environnement, donnant à celui-ci non pas un «fond» sur lequel l'éolienne tend à disparaître, à se faire oublier, mais au contraire où l'éolienne se révèle !

AXES DE RECHERCHE

1. Recherche graphique, picturale sur l'implantation des éoliennes.

Comment transformer ces machines à produire de l'énergie en éléments caractéristiques du paysage et en faire un élément attractif à fort impact visuel.

2. Recherche Plastique, nocturne des éoliennes.

Approche sur la transparence, sur la «peau» des machines, sur la mise en lumière des éoliennes.

3. Recherche sur l'utilisation différente du vent comme force motrice.

Propositions sur une autre optimisation de l'énergie du vent et, sur «l'encombrement visuel» des éoliennes dans un paysage.

La forme actuelle des éoliennes semble s'être stabilisée. Du type moulin à vent, sa forme tient autant de l'utilisation traditionnelle de la motricité du vent, que de l'industrialisation de la fabrication. Pourtant cet état de fait de l'utilisation motrice du vent pourrait être mis en question. Le vent peut être considéré comme un fluide, qui par nature est multi-directionnel, il est donc très plastique spatialement. Les pales qui entraînent le rotor de l'éolienne sont placées de façon frontales au vent, ce qui implique un diamètre important de ces pales. Un champ d'éoliennes a donc par voie de conséquence, un «encombrement» non négligeable dans le paysage.

APPROCHE DIURNE, PICTURALE ET VISUELLE

- Analyse des constituantes visuelles du site.
- Confrontation des éléments
- Analyse de la pertinence des éléments visuels entre eux
- Recherche des éléments forts, graphiques et picturaux
- Proposition graphique et /ou chromatique pour une meilleure appréhension, lisibilité des objets éoliens sur le site.

Le propos est donc de faire une approche analytique des données existantes, afin de fonder la proposition picturale sur une logique de processus et non sur «une subjectivité».

La perception de la forme d'une éolienne doit autant à ses propres caractéristiques qu'à celles de son environnement. C'est la perception de l'objet et de sa lecture complexe qui pose la question de la forme et du fond : comment une «forme» est «perçue» par rapport à un fond, naturel de surcroît.

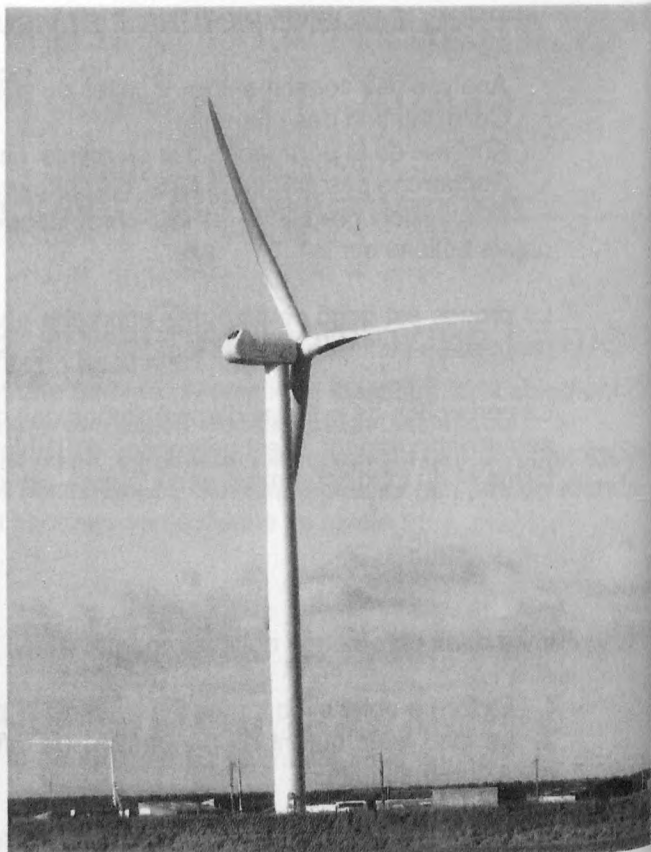
Il y a deux paramètres qui s'affrontent :

1. La forme objet avec toutes les variabilités possibles de lectures
2. Le fond avec autant de paramètres de différenciations, graphiques, de contrastes, de données chromatiques.

Dans le cas des éoliennes de Bouin, le «fond» est constitué par le ciel et ses composantes que sont les nuages dans leurs grandes diversités.

Le pylône reposant sur le sol «paysage, celui-ci joue également dans la lecture que nous avons d'un ensemble d'éolienne. Mais le «fond» sur lequel l'objet se détache reste le(s) ciel/ciels.

En partant d'un premier postulat que la forme d'une éolienne est issue des lois de l'aérodynamique et constitue de ce fait une invariante, (cependant la forme varie de par la mobilité d'approche du site, tant du point de vue de l'échelle que de celui des perspectives différentes) il est donc important de s'attacher en premier lieu à l'analyse de ce «fond».



- Il y a dans un premier temps à réaliser une typologie du fond tant du point de vu du graphisme que de celui des données chromatiques. La notion de saisons doit avoir aussi son importance, car les lumières sont très contrastées d'un bout à l'autre de l'année.

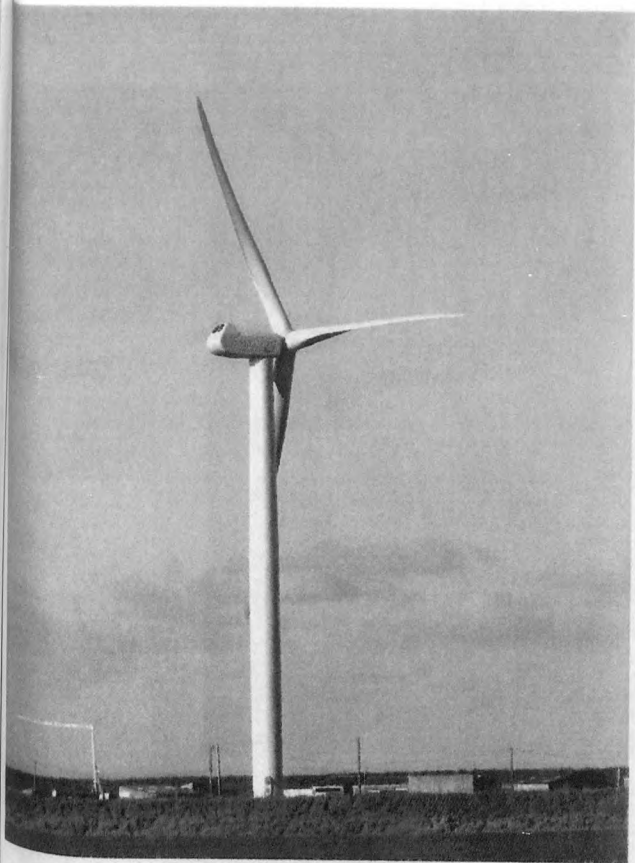
- Dans un deuxième temps, analyse des perceptions différentes du site d'éoliennes ; l'appréhension d'un site de quelques éoliennes varie beaucoup dans la manière dont on peut l'approcher, et «l'image» varie selon l'éloignement, selon que l'on aborde les éoliennes par la «face», le côté...etc, selon que l'on aborde le lieu à pieds, en vélo, en voiture ou en bateau !

- Dans un troisième temps, confrontation des différentes données entre elles.

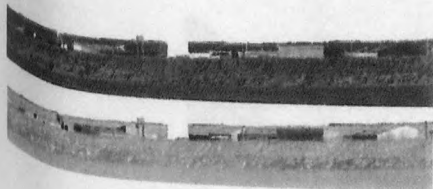
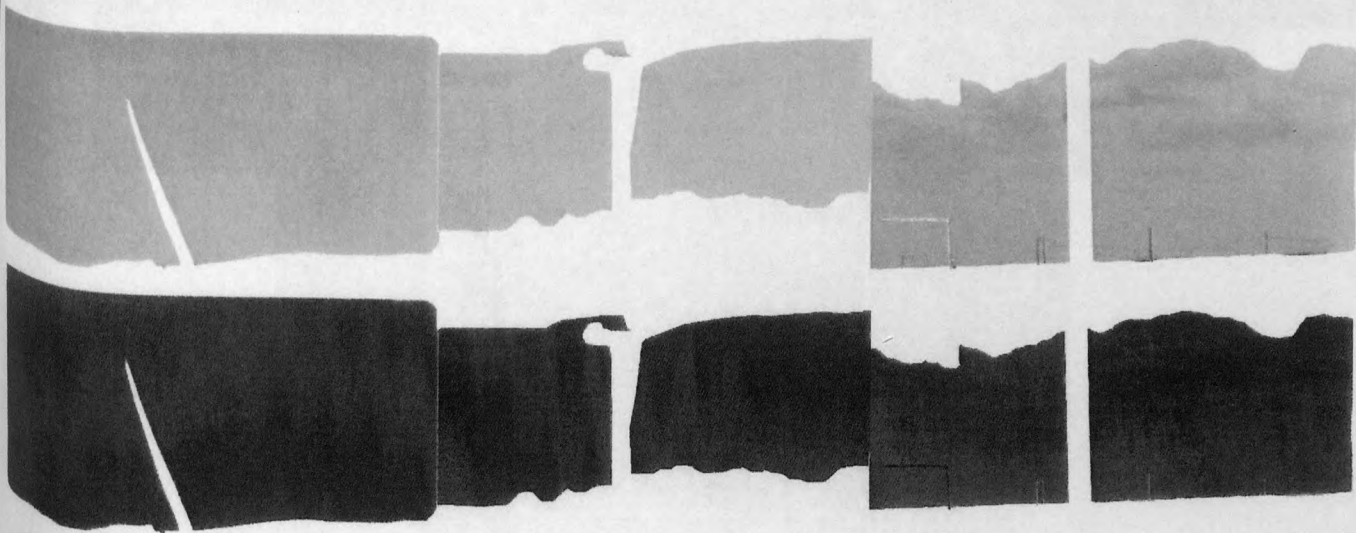
Une typologie des «forces» du vent sur une année serait également nécessaire, afin de disposer d'une banque de données sur les différentes caractéristiques du vent dans la région de Bouin.



RECHERCHE D'UNE GAMME CHROMATIQUE



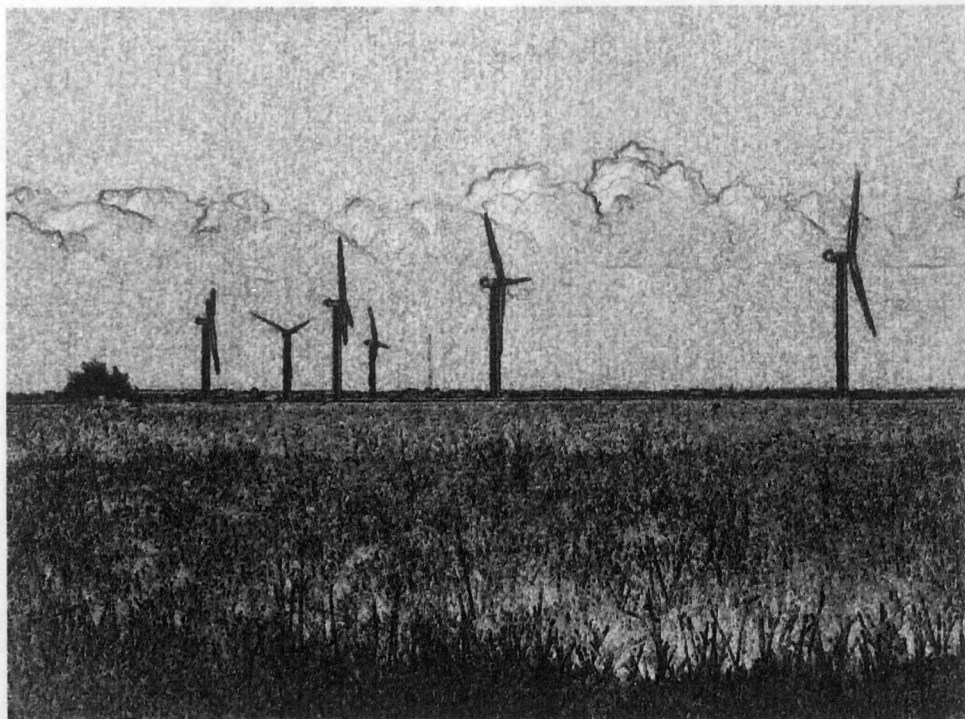
L'élaboration de palettes chromatiques, c'est effectuée à partir d'un cliché témoin du site, en divisant la hauteur de la photo par un nombre égale de case (29), et en les remplissant avec un échantillon de couleur correspondant à cette hauteur. Une inversion de couleur a donné la gamme opposée. Mais ce type d'analyse n'est pas très satisfaisant, la gamme inversée ayant donnée des valeurs de «terre», pas de couleurs vives. On peut constater que la gamme froide est très largement dominante et que les couleurs ne sont pas très contrastées, mais c'est probablement l'origine du document qui provoque cette sensation, un cliché numérique. C'est déjà d'une transformation, une interprétation de la réalité.



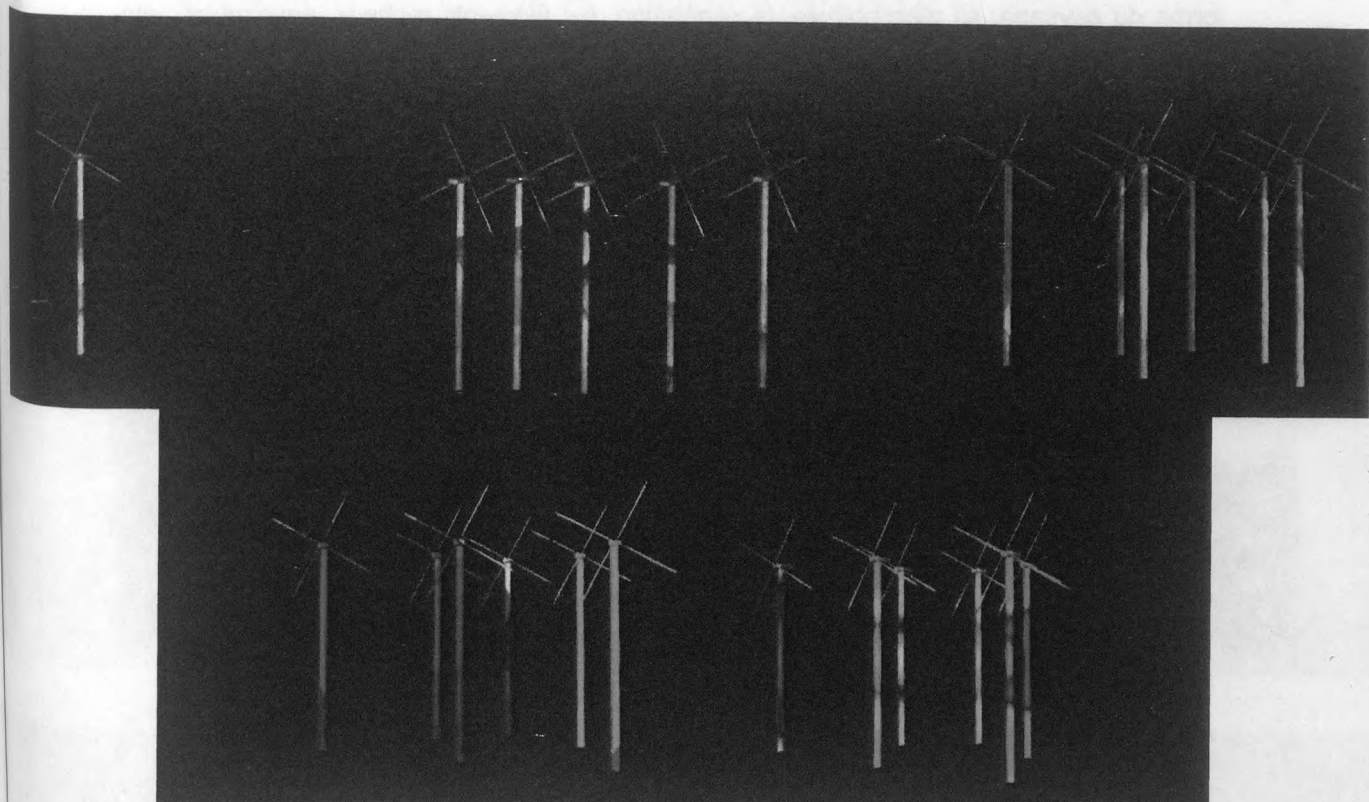
Une autre approche peut être envisagée en prenant «des zones» dans la photo.

La palette de couleur est «sourde», pas très visuelle.

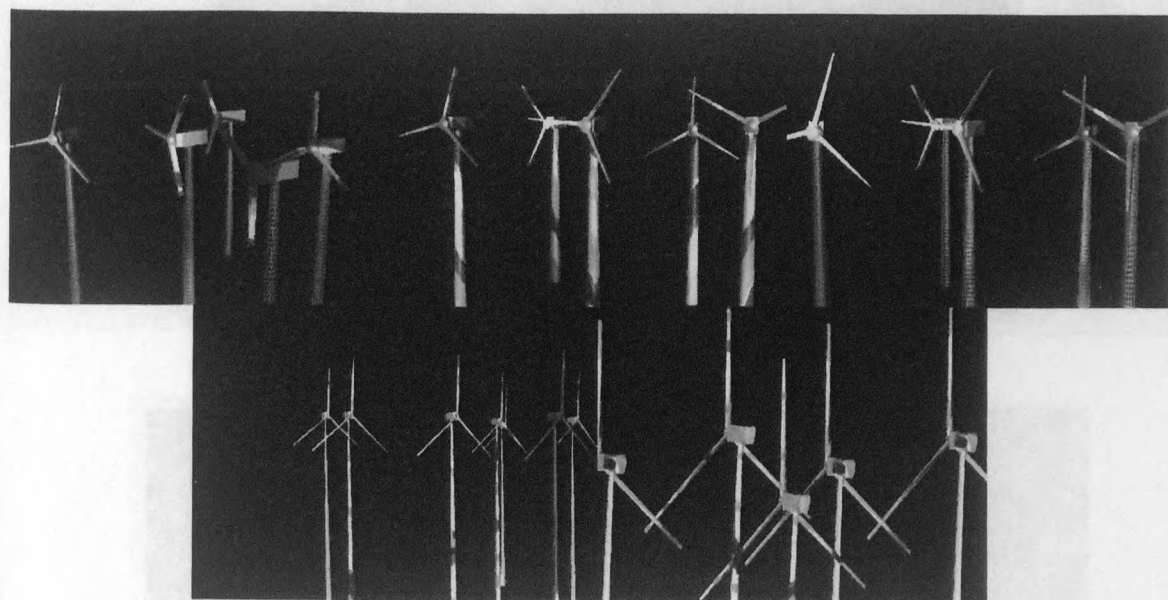
RECHERCHE DE CONTOURS - FORMES et FOND



La modélisation dans un logiciel 3Ds de machines a permis de faire les premières élaborations picturales sur un ensemble d'éoliennes et de visualiser les interventions possibles en couleur.



Les premiers essais de modélisation sont très rudimentaires, mais ils ont permis de se familiariser avec le logiciel 3D



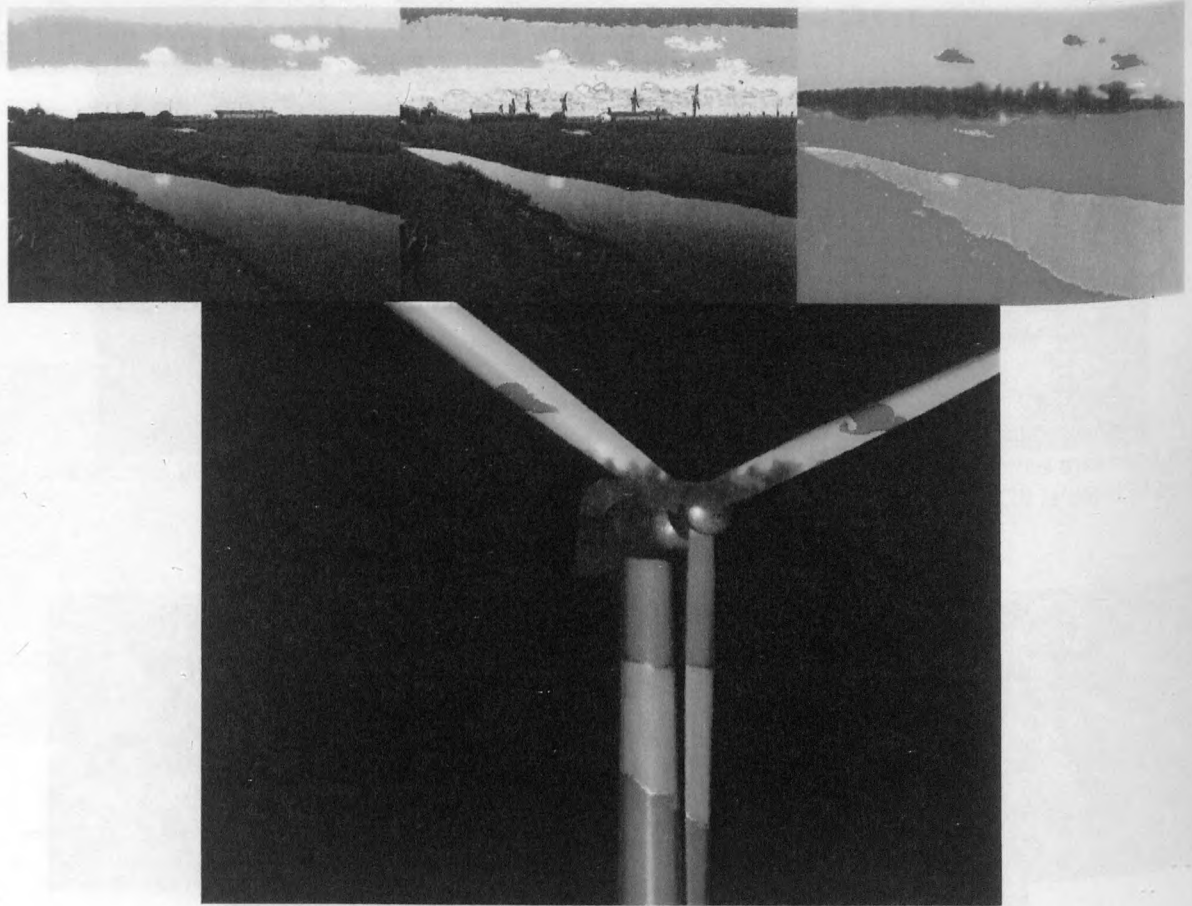
Le mappage des fuselages c'est fait à partir de «peintures» abstraites.



1.1 : Recherche de motifs graphiques naturels.

1.1 a) La première approche d'élaboration de motifs graphiques à partir de matériels naturels permet, de différencier le matériel de type statique, les constructions, la forme du paysage, sa morphologie, la végétation, les éléments rocheux, aquatiques...etc. Ce matériel étant spécifique à chaque lieu d'implantation d'éoliennes.

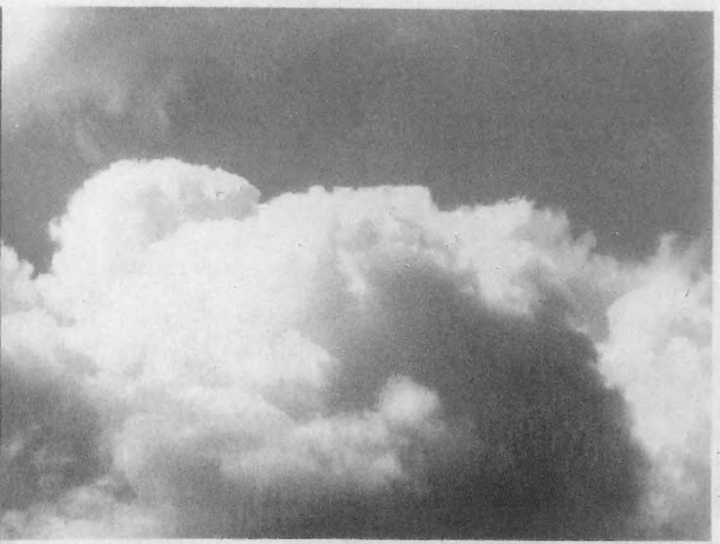
Le site de référence de Bouin, une ancienne zone marécageuse, n'offrant pas suffisamment d'éléments exploitables pour élaborer un travail, cette approche sera laissée au profit d'un matériel plus prometteur.



Recherche d'après un motif «naturel» du site.



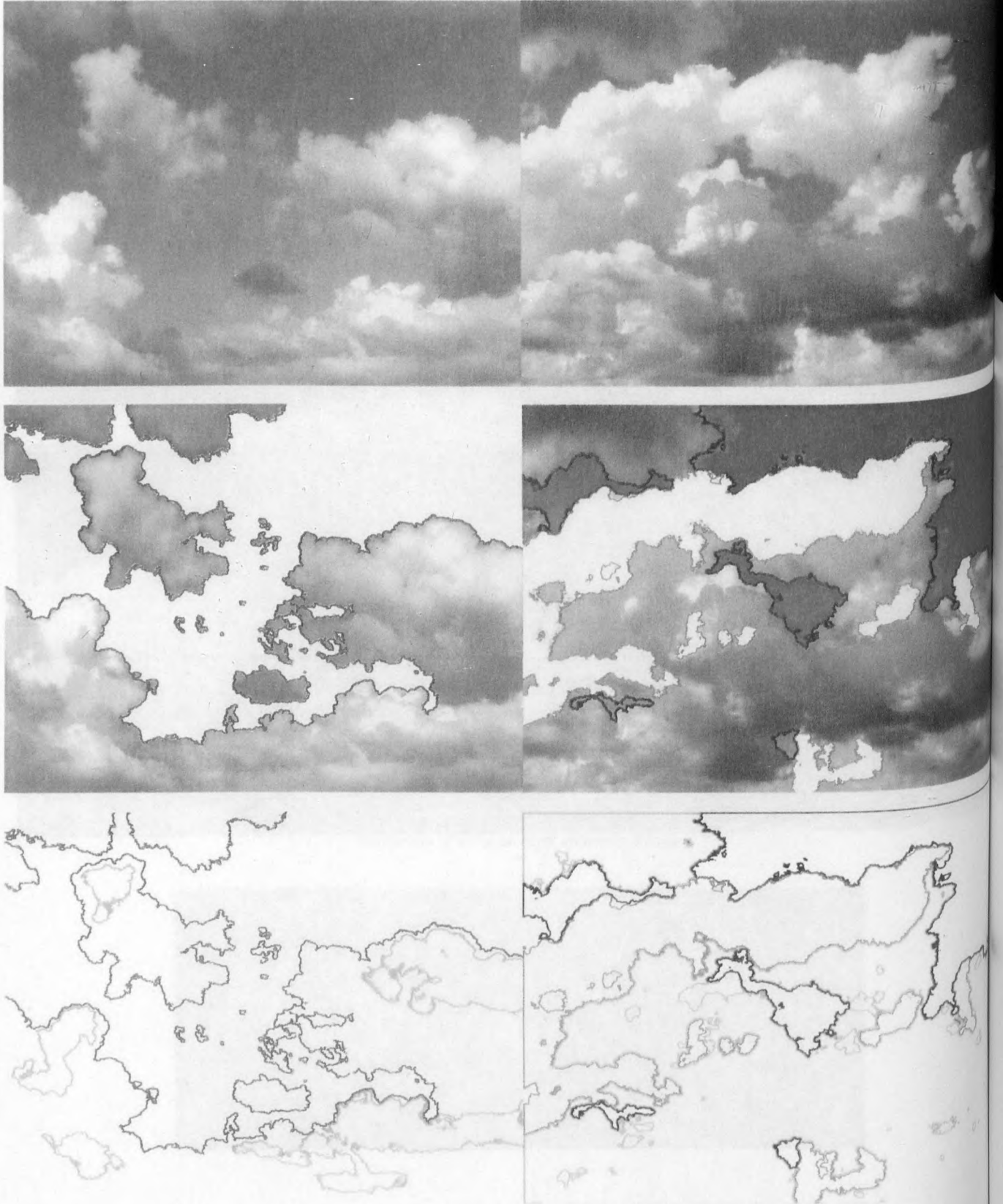
1.1 b) La seconde approche se fonde sur les éléments aléatoires, non statiques du site, les éléments du ciel et ses variables : le(s) vent(s) et une de ses traductions, «les nuages».



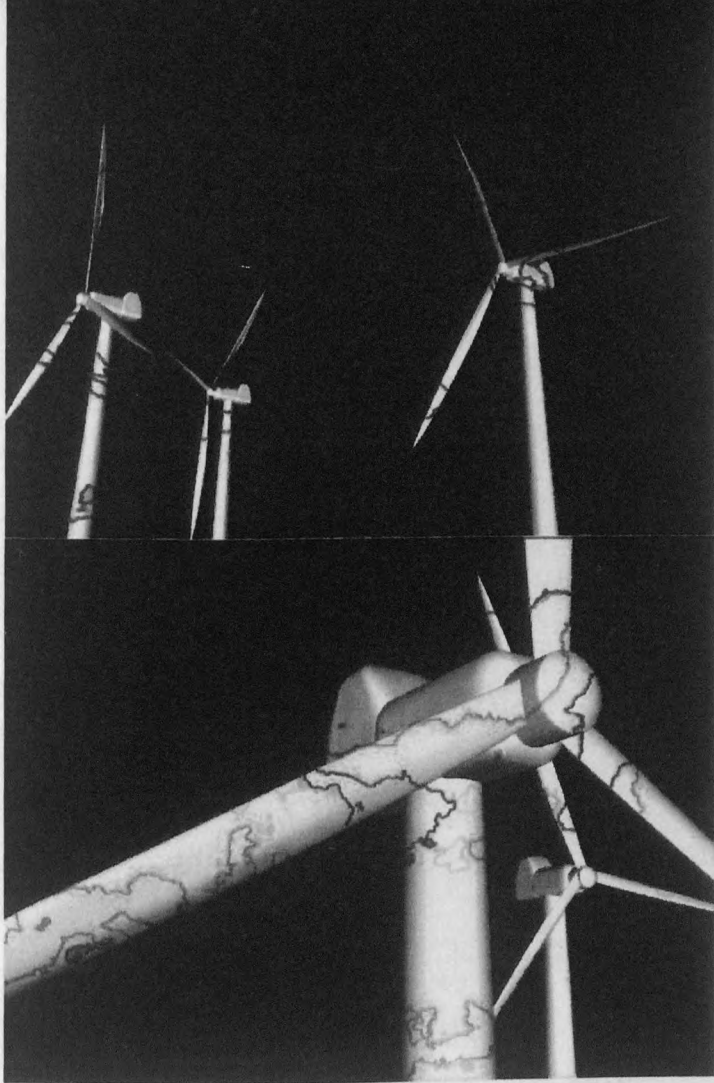
1.1 b
Méthode

Dans un logiciel de retouche d'image, à l'aide du selectionneur de pixels, on peut isoler les plages de couleur de même valeur, de mêmes intensités, ainsi que les pixels contigus.

On peut ainsi matérialiser les contours de cette sélection par des pixels dans une gamme chromatique unie, ou dégradée, pour en faire un motif de maillage.



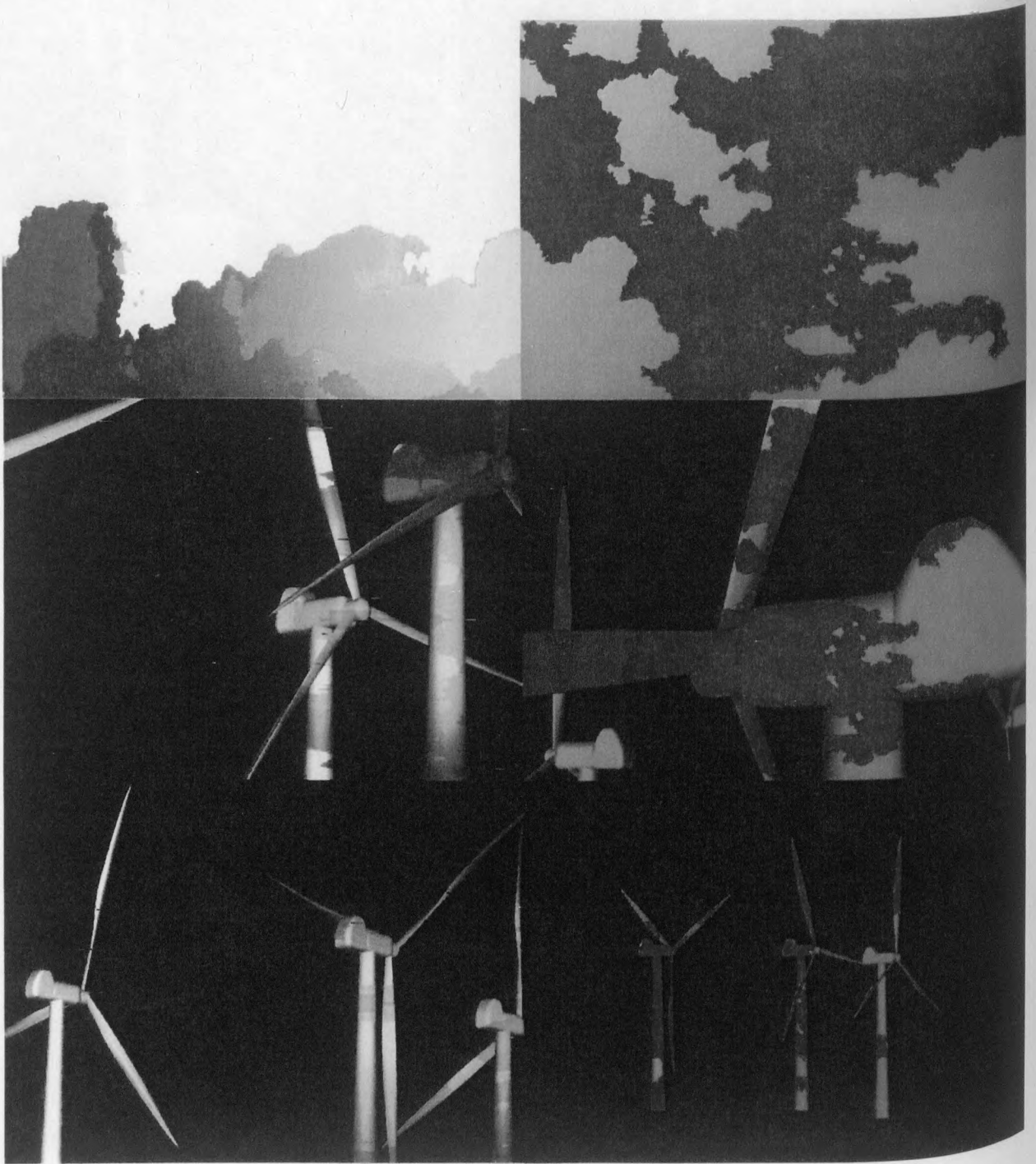
1.1 b MODELISATIONS GRAPHIQUES

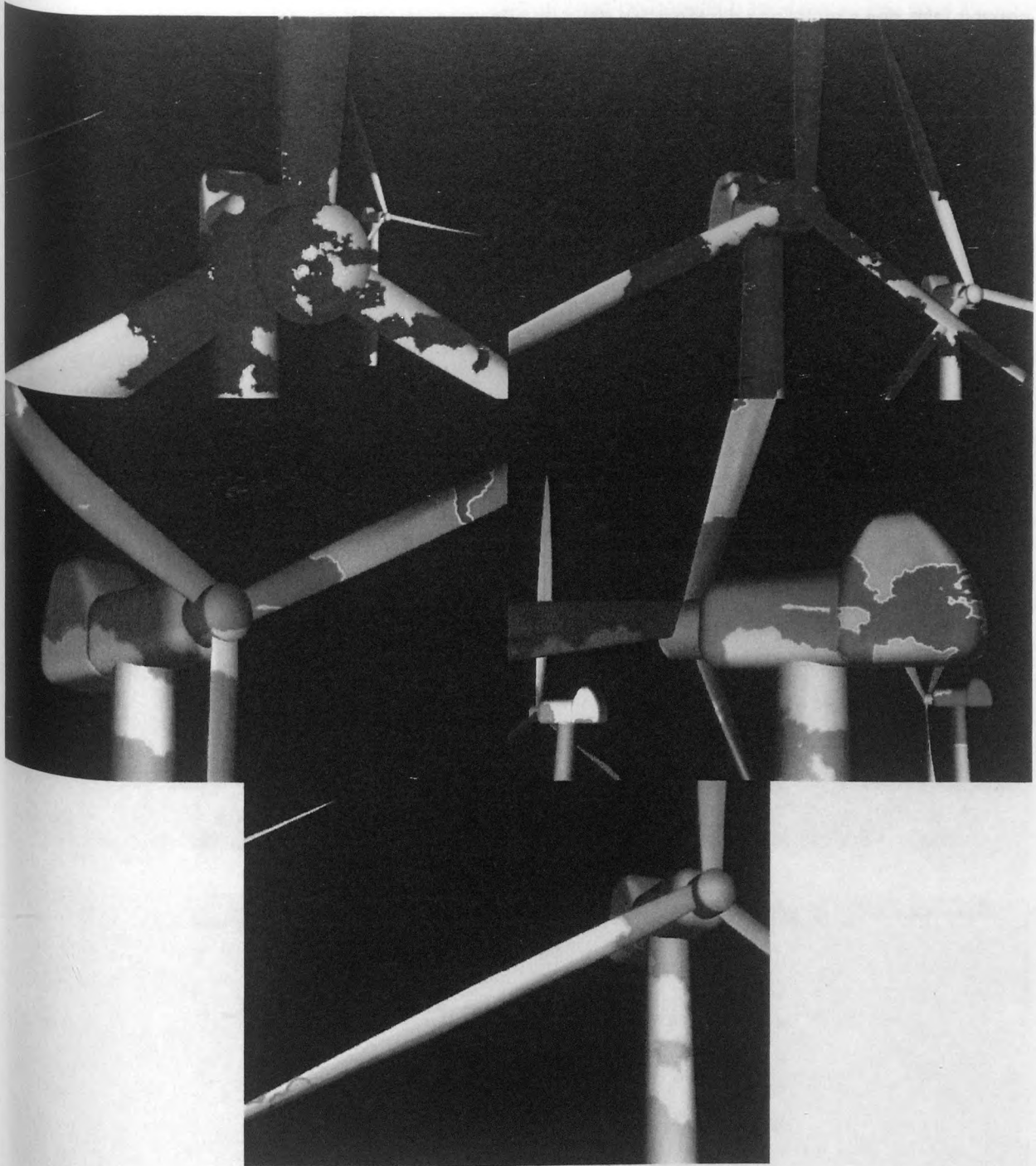


1.2 : Recherche chromatique

1.2 a) Les propositions chromatiques sont réalisées avec la même méthodologie et en fonction des éléments graphiques précédents, avec une gamme chromatique de contrastes, (simultané, complémentaire, clair/obscur, chaud/froid..).

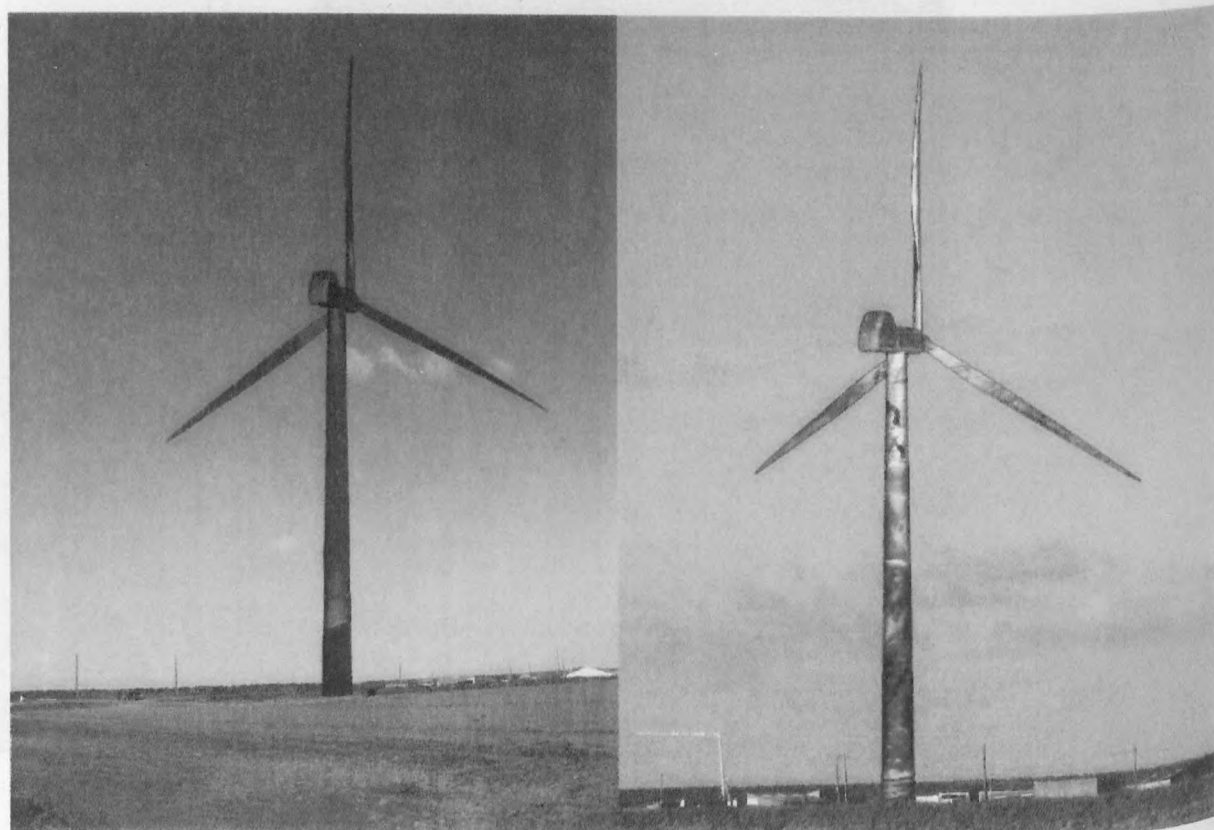
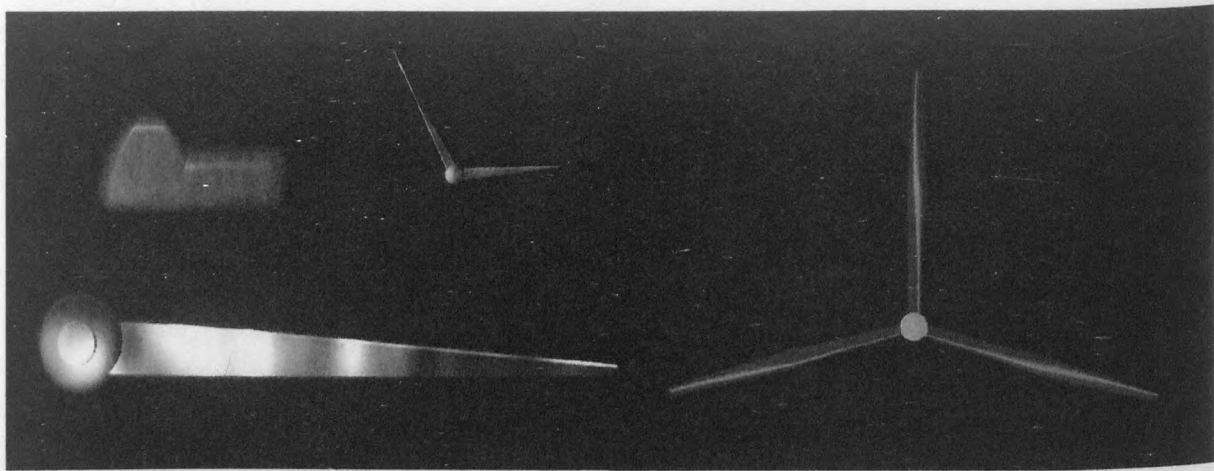
MODELISATIONS CHROMATIQUES





Suite.... des essais chromatiques

Une modélisation plus fine doit permettre d'être plus proche de la réalité visuelle d'une éolienne et de pouvoir faire des simulations d'intégration dans un site.

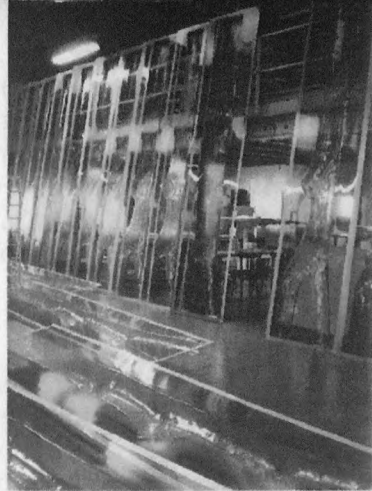
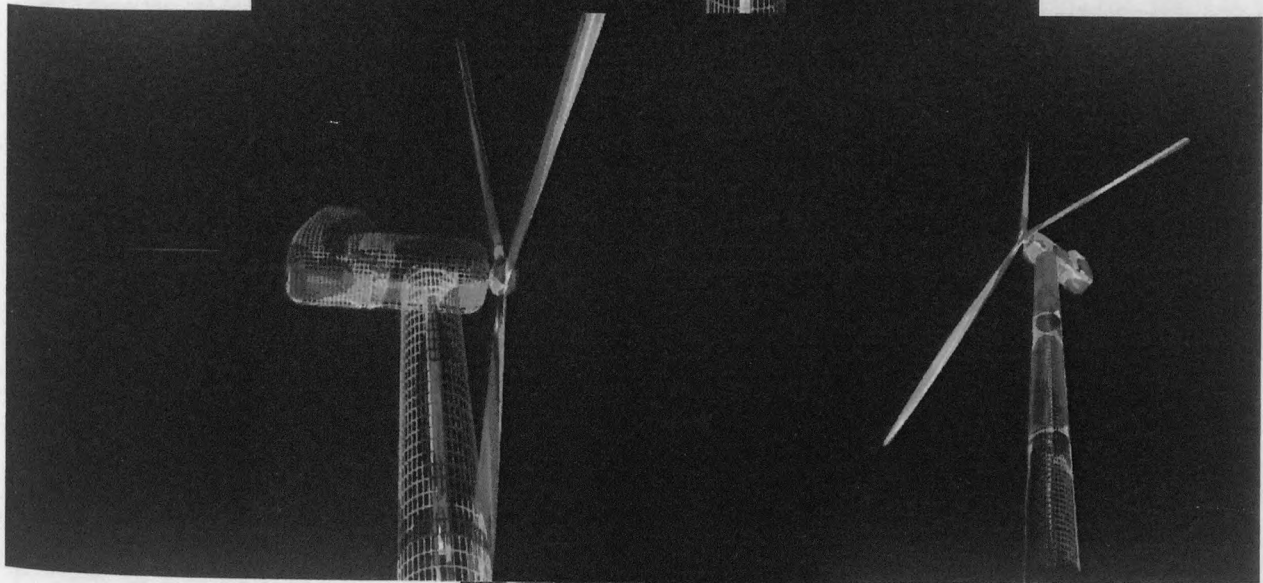
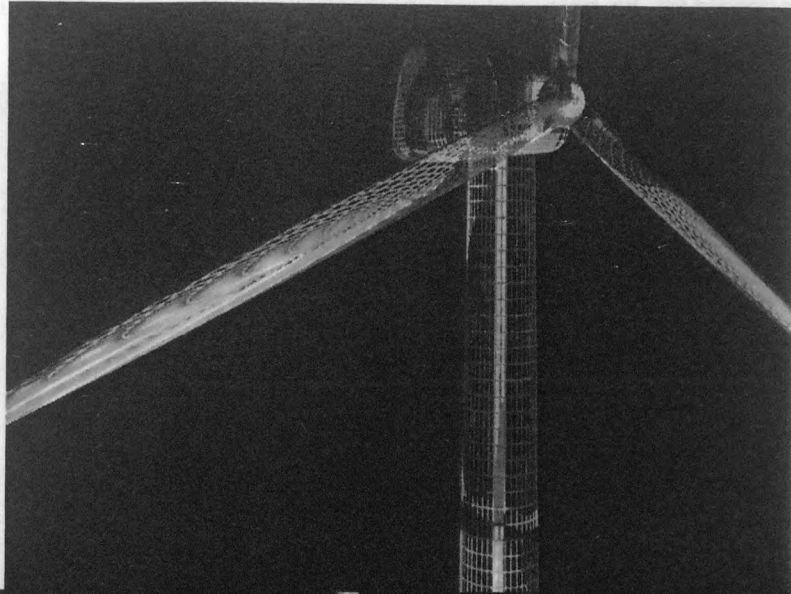


Simulation dans le site de BOUIN

2.1 APP
Les éolie
imposée
sans nu
sageable
graphiqu
plastique
pourrait
l'intensité

2.1 APPROCHE CONSTRUCTIVE ET PLASTIQUE DES EOLIENNES

Les éoliennes sont le résultat des lois de l'aérodynamique, les matériaux étant choisis pour répondre aux contraintes imposées par cette production d'énergie. Matériaux lisses, opaques, en mimétisme avec le fuselage d'avion. Pourtant sans nuire à la solidité de l'objet, il doit être possible d'offrir un autre choix de matériaux, de structures. Il doit être envisageable d'élaborer le pylône autrement, je pense en particulier aux travaux entrepris par Gilles Guézo sur la statique graphique. On pourrait à partir d'un réseau de structure habiller l'éolienne d'une «peau transparente», notamment des plastiques thermoformés, le polycarbonate en particulier, pour en faire un objet montrant son intérieur. Ainsi la structure pourrait permettre des jeux de transparences colorées, des jeux de lumières pour en faire un objet «vivant», sensible à l'intensité des forces extérieures.



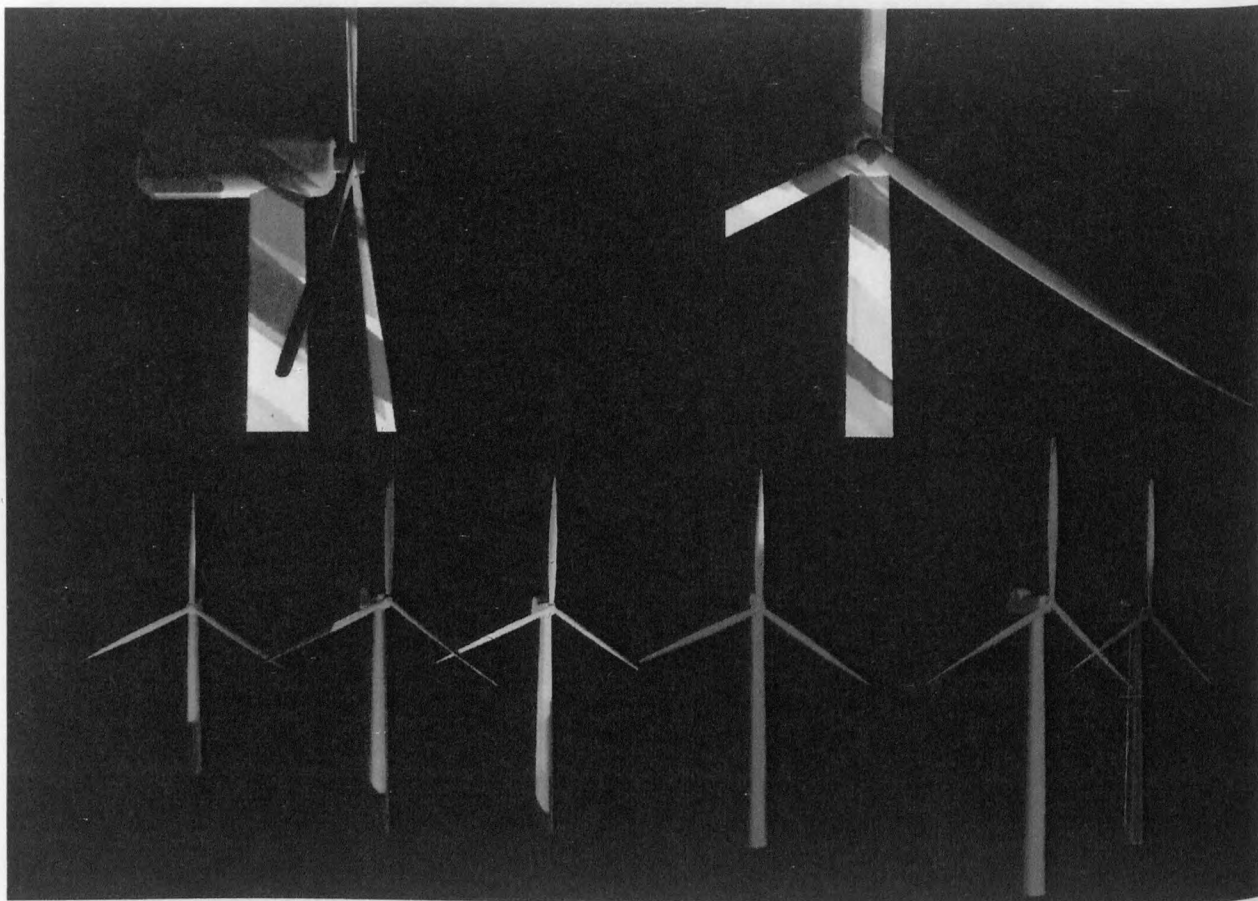
Exemple de thermoformages colorés(4,5m X 1,00m)
Réalisation pour Kvernhuset junior high school. Fredrikstad. Norway.

2.2 APPROCHE NOCTURNE DU SITE

Les éoliennes révèlent en elles-mêmes un paradoxe : fournissant de l'électricité pour notre usage domestique, et en outre la production de lumière, on ne les perçoit que de jour. La nuit tombée, elles sont parfaitement invisibles, mais pourtant actives. Le propos serait de détourner une partie infime de l'électricité produite à la mise en lumière de ces machines pour en faire un lieu d'attraction supplémentaire.

2.b lumières statiques

Cette approche doit permettre de mettre en lumière le site comme une architecture, c'est donc une approche «classique» de mise en lumière, un révélateur des volumes, de la théâtralisations du site.



APPROCHE DE L'ENERGIE «VENT»

Le propos serait de calibrer les intensités du vent en palier afin de les coupler avec la mise en scène nocturne du champ d'éoliennes. Cette échelle d'intensité serait mise en relation avec une échelle chromatique de la lumière. Une étude de l'emploi symbolique de la couleur dans notre société serait nécessaire afin de déterminer l'impact visuel d'une mise en scène de lumières sur les spectateurs. Ces ambiances colorées permettant en plus du spectacle des éoliennes, de fournir des renseignements visuels sur l'intensité du vent.

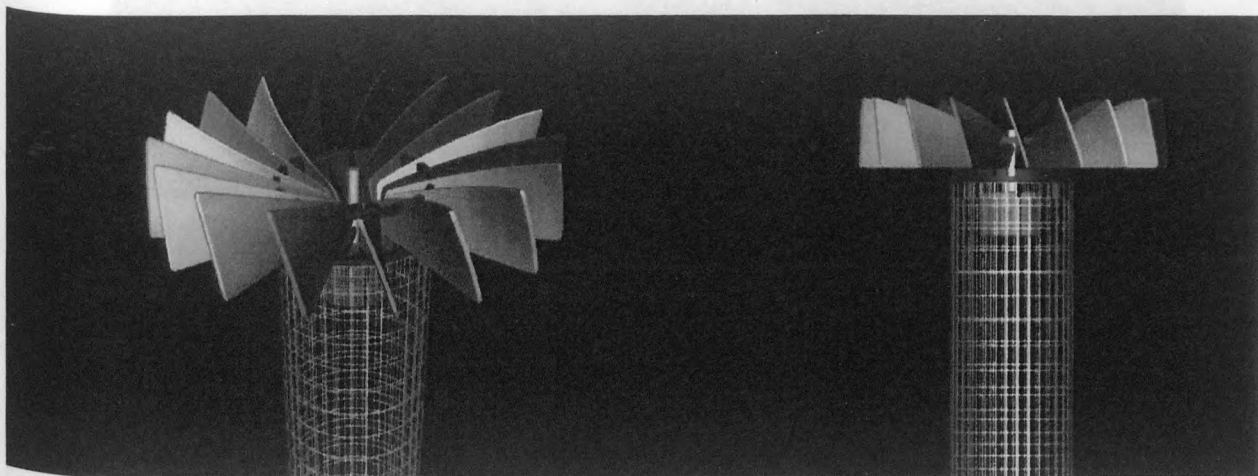
Par exemple, un vent « normal » serait couplé avec une mise en scène de lumières de couleur blanche, bleue, verte créant ainsi une ambiance de calme, de tranquillité, si le vent venait à forcer on aurait alors une autre ambiance colorée de type violet, jaune, orange et si l'intensité du vent augmente encore, l'ambiance colorée passerait à des lumières rouges, orange, pouvant également être une indication d'un danger vis à vis de la situation atmosphérique. Des travaux sur la lumière ont été déjà réalisés par des artistes. Ces travaux artistiques ont porté sur l'intensité, le passage de personnes dans un lieu ou bien encore, sur la variation de la mise en lumière d'un pont en relation avec l'intensité du trafic automobile.

2.c lumières dynamiques, révélateur du vent.

Cette approche utilise la mobilité relative, mais néanmoins réelle (mise dans l'axe du vent, pales tournantes) à des fins de mise en lumière de chaque éolienne. Les éléments lumineux étant fixés sur les parties mobiles, ou fixes, l'intensité des éléments lumineux peut être plus ou moins grands, avec un jeu de gammes chromatiques. Il serait possible de programmer des jeux de lumières en relation avec la vitesse de rotation des pales, la force du vent. Cette approche peut être un «indicateur» visuel de la force du vent dans le paysage, donnant à voir le site comme un spectacle en variation.

3.1 Approche d'un autre mode d'utilisation de la force du vent .

Pour qu'un flux/énergie entraîne un axe en rotation, il faut opposer à cette énergie une surface suffisante, une résistance pour que cet axe se mette en mouvement. Le moulin à vent, pour broyer le blé, a eu un équivalent avec le flux liquide: le moulins eau. Le flux/eau entraînant une roue montée sur un axe pour produire le même travail, est un exemple que l'on peut développer sur un autre mode avec la vapeur comme flux et les turbines comme traduction de cette force. C'est à partir de ce constat, que ce type de réflexion a abouti sur les propositions qui vont suivre.

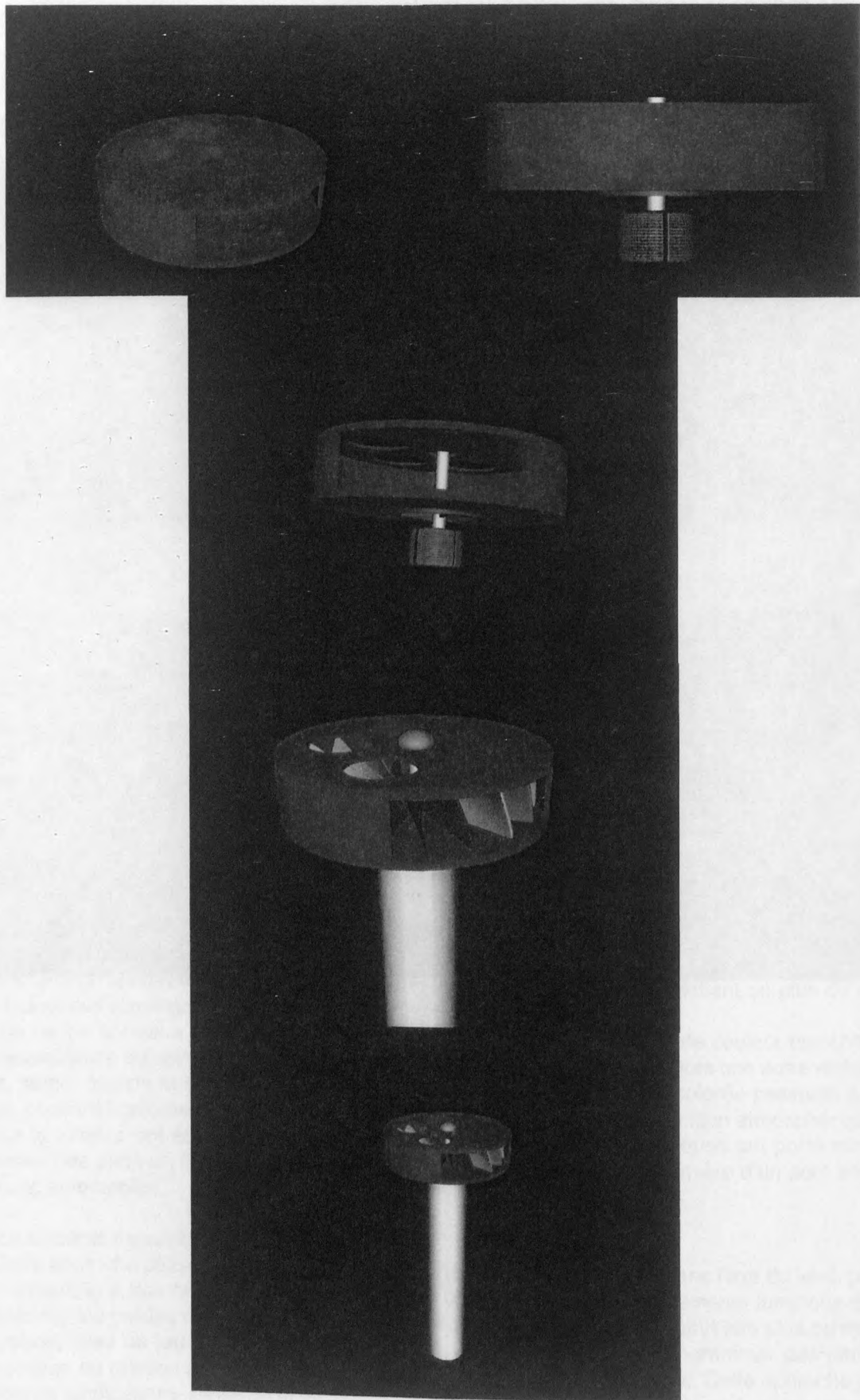


Des pales sur un axe, l'ensemble à l'horizontal,
Sous cet axe le rotor de la génératrice électrique.

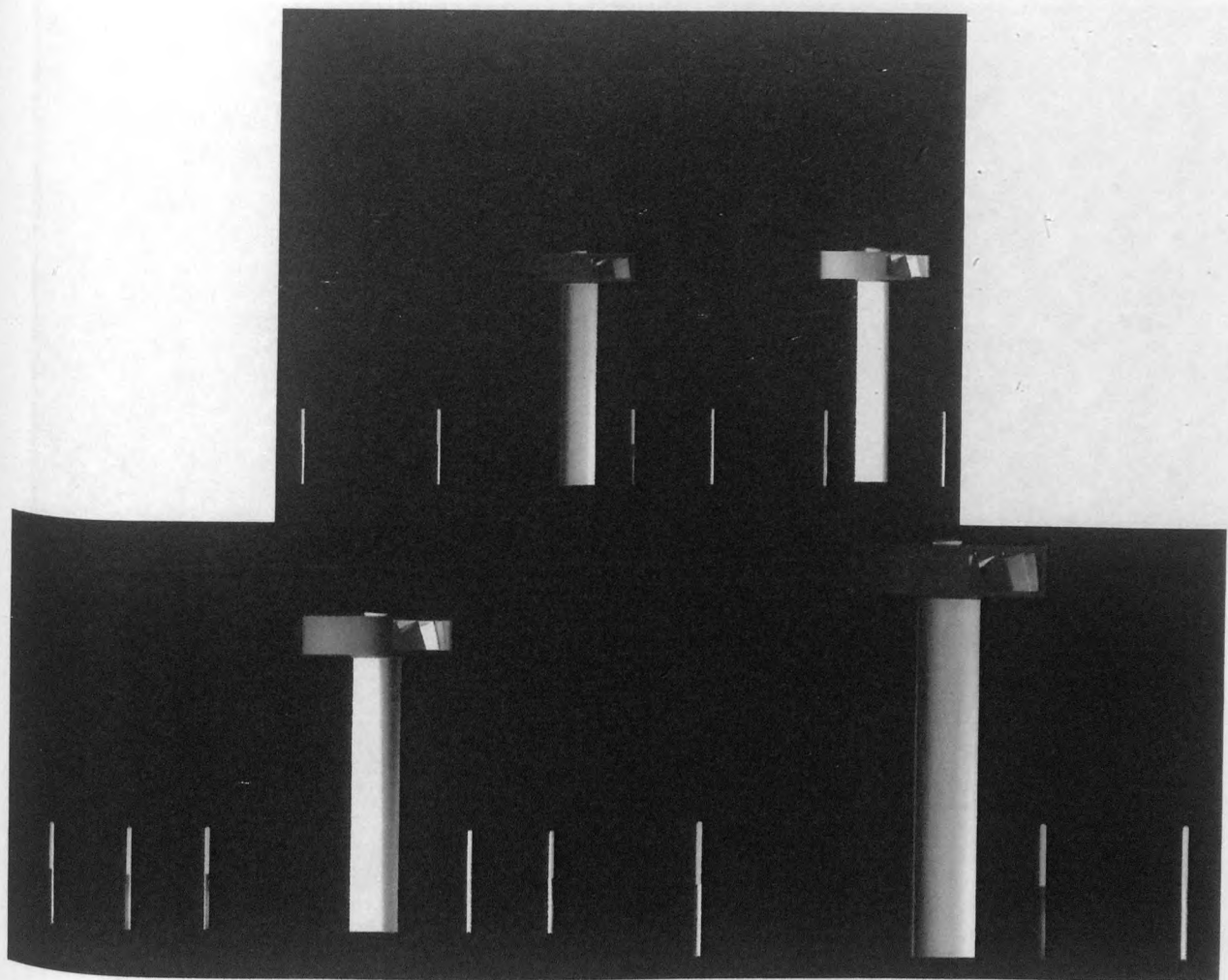
cturne
mière.
visuel
e des
verte
larée.
nières
sité, le
avec

3.1 a : PROPOSITION I

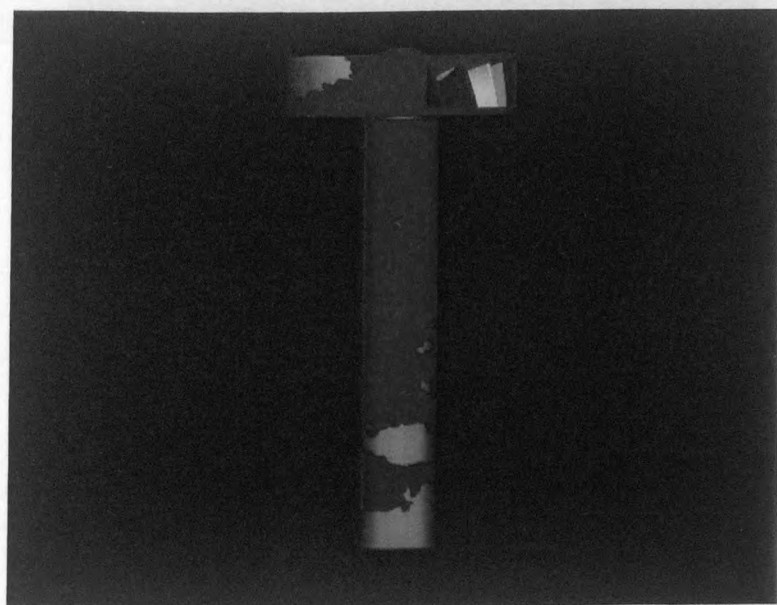
Un réceptacle pour protéger la turbine, une ouverture latérale pour diriger le vent dans la turbine, des ouvertures sur la face supérieure, pour l'évacuation de l'air.

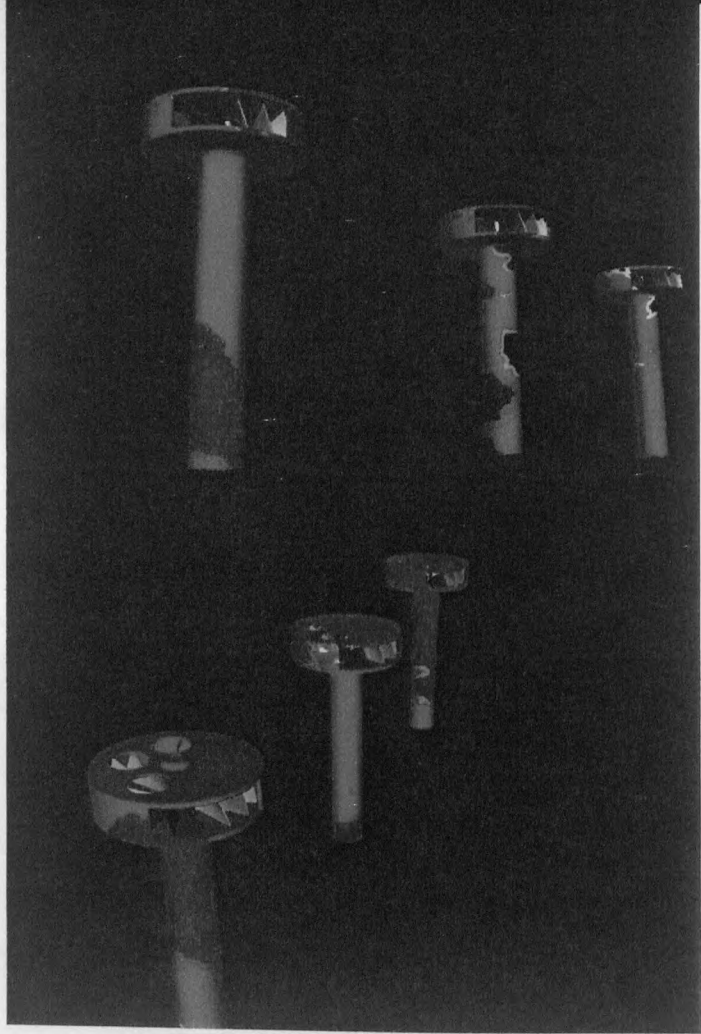
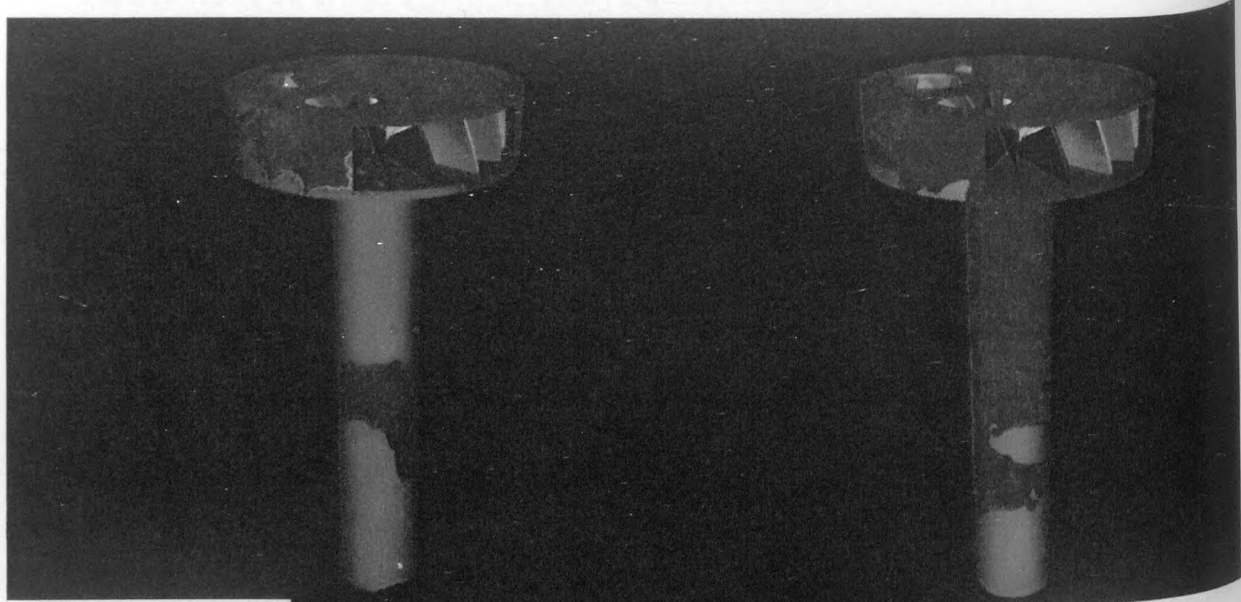


MISE EN LUMIERE



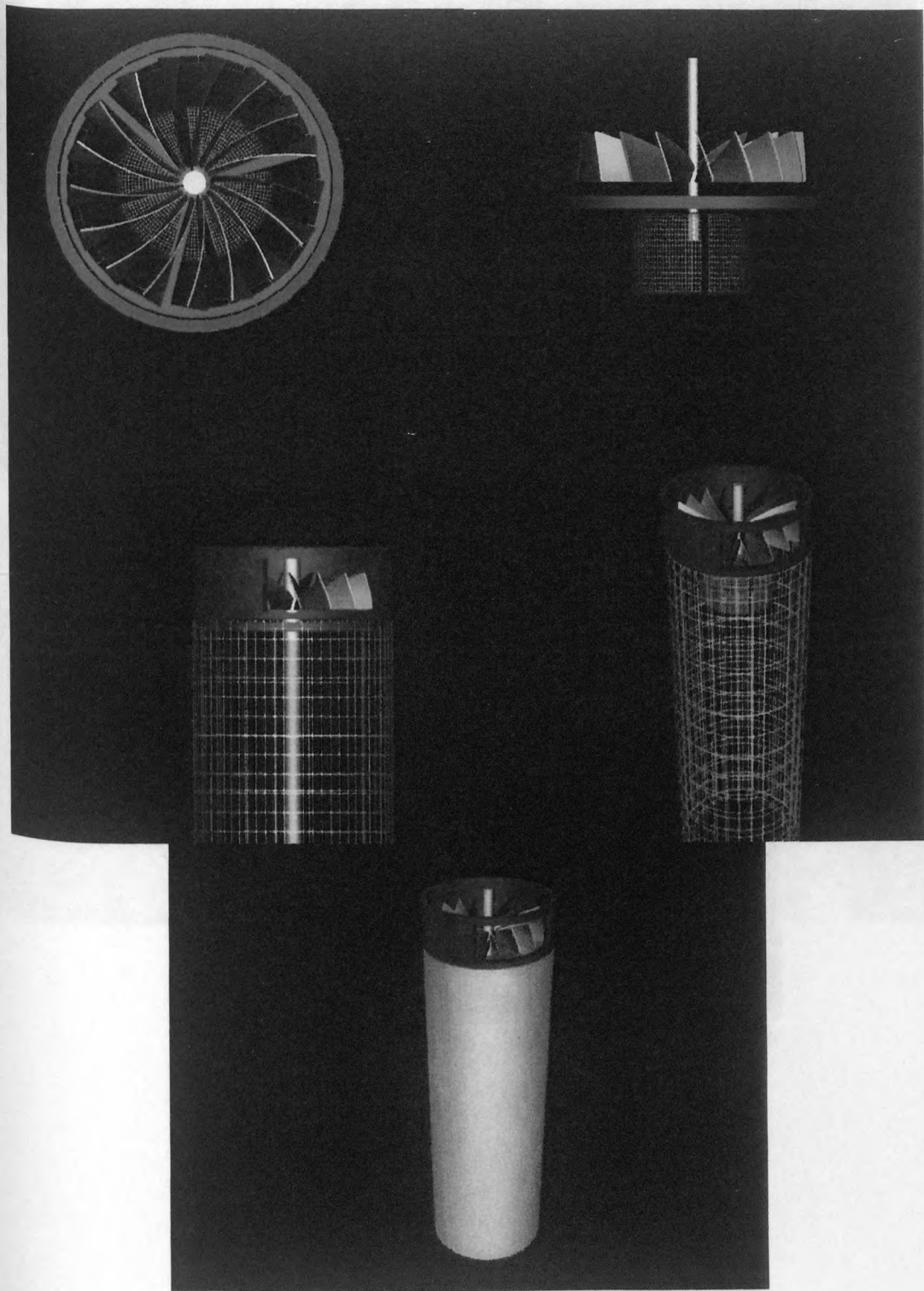
MODELISATIONS CHROMATIQUES



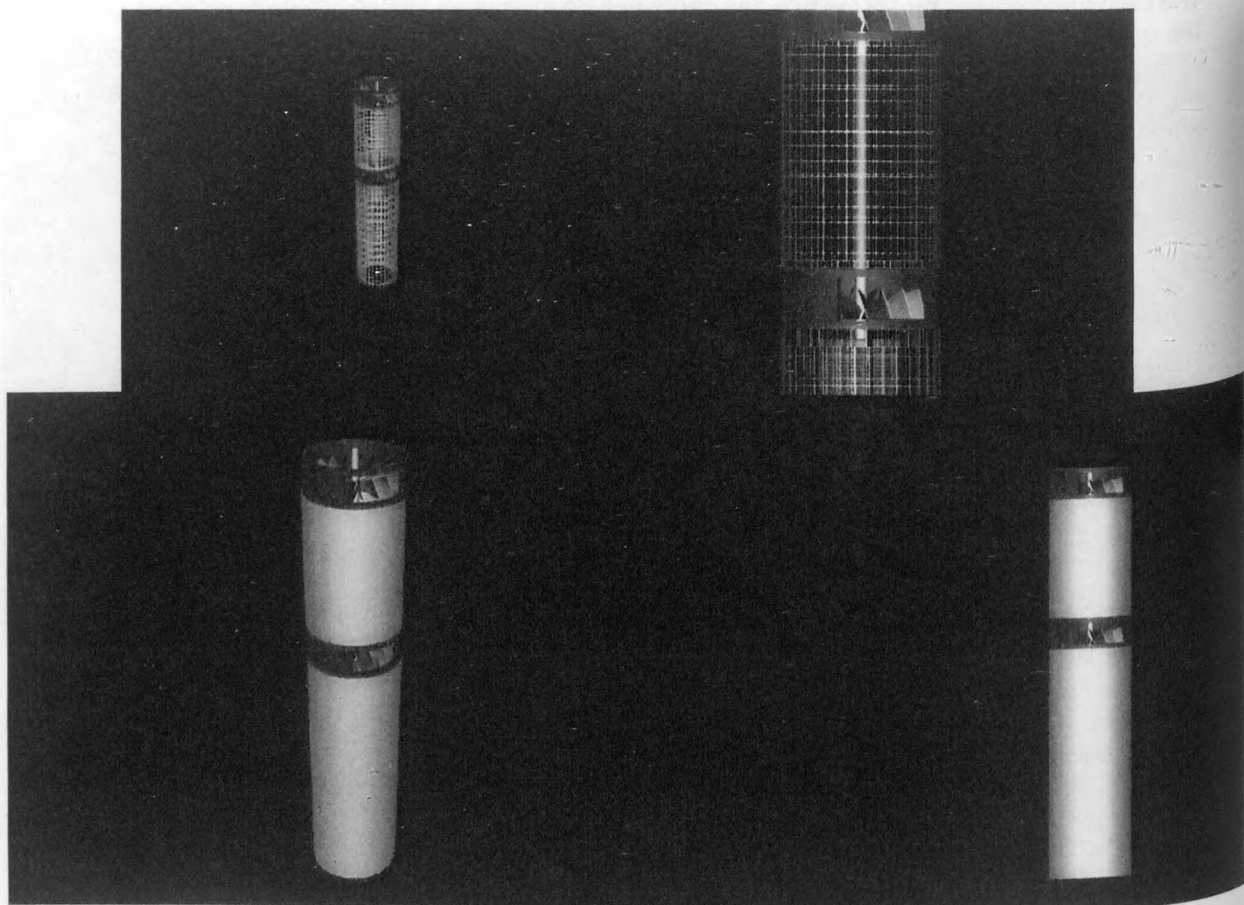


3.1 b : PROPOSITION II

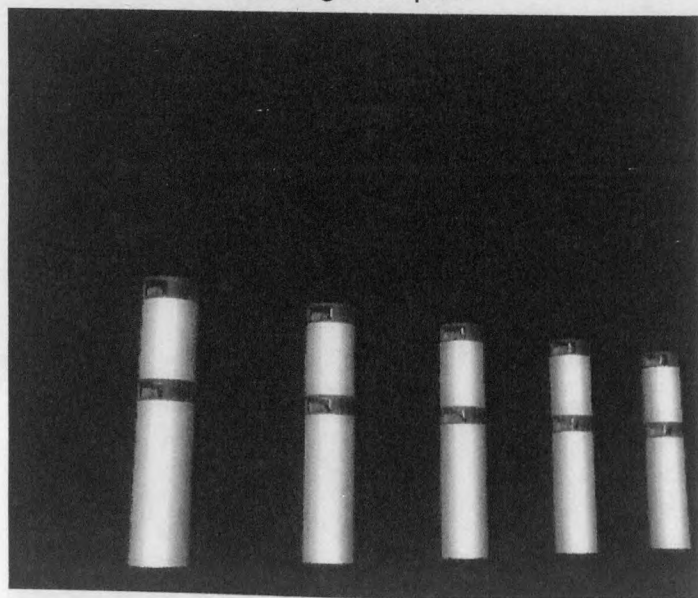
Cette seconde proposition, est venue du constat que le vent souffle dans une direction avec une certaine ampleur, du sol jusqu'à des centaines de mètres en altitude. Cette force n'est exploitée que de façon ponctuelle par les éoliennes traditionnelles. La proposition est de capitaliser cette force éolienne sur plusieurs niveaux et sur un même axe. La première approche consiste à ne mettre qu'une seule génératrice sur un axe, et plusieurs turbines, les unes sur les autres à des étages différents. On pourrait ainsi réduire le diamètre des turbines, par l'effet cumulatif de force sur le même axe. La deuxième approche c'est de considérer chaque étage comme autonome, avec sa propre génératrice.



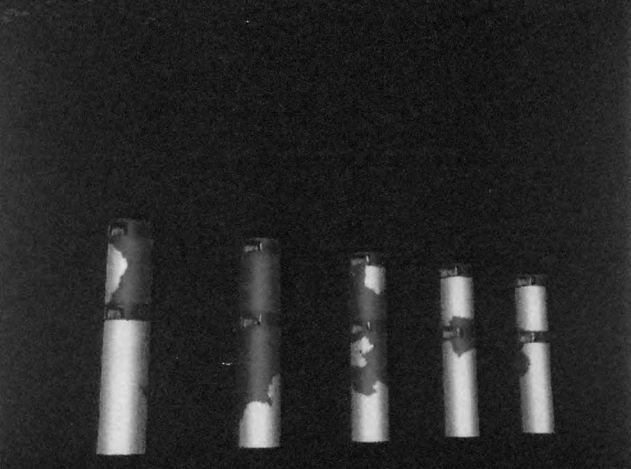
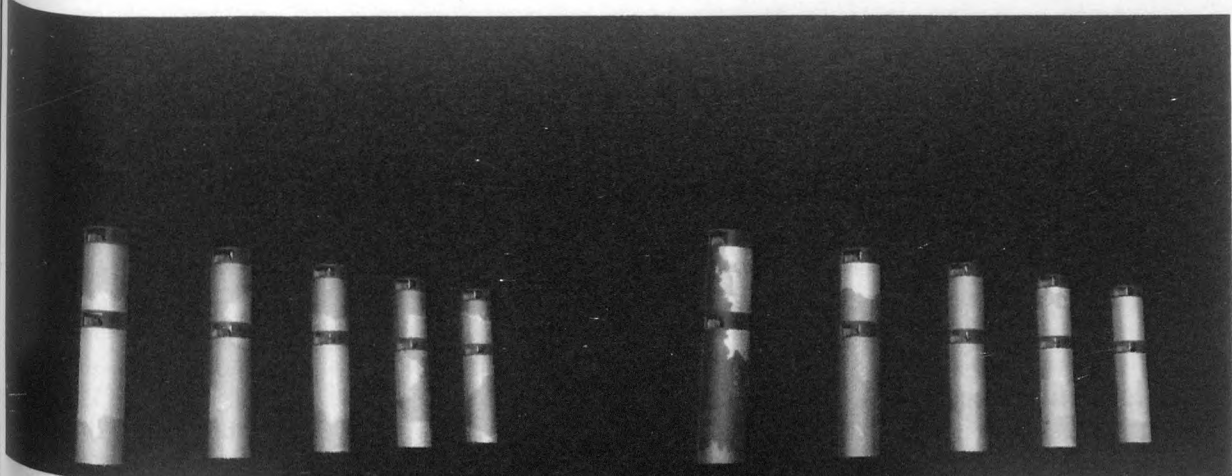
1er étage, un tube support, une turbine, un axe, une génératrice.



Deux étages...ou plus!



Tours turbines dans un couloir de vent..



Essais chromatiques sur des tours turbines

CONCLUSION

Pour la poursuite de ce travail sur les éoliennes, il apparaît de distinguer deux axes de recherche.

Le premier purement artistique, avec des propositions pour faire des éoliennes un événement, un spectacle. Cette première approche n'a que très succinctement abordé l'environnement immédiat des éoliennes, par la mise en lumière par exemple. Pour la poursuite et le développement de cette recherche, un partenaire en France ou en Europe semble être la prochaine étape pour passer à une expérimentation à échelle réelle. Les propositions ne sont pas destinées à être généralisées, elles ne cherchent pas à occulter les machines mais au contraire à faire exister ces machines autrement que par l'aspect fonctionnel.

Le deuxième axe qui aborde la fonctionnalité des éoliennes, ne peut se poursuivre qu'avec un partenariat compétent. Ce travail dépasse complètement ma compétence de plasticien, de par sa nature et les connaissances en matière de calcul d'ingénierie. De nombreuses questions viennent à l'esprit, le calcul des pales, le diamètre optimum du rotor, que devient l'énergie du vent dans ce type de turbine, comment s'évacue-t-il? comment le vent se comporte dans une tour avec plusieurs turbines? Le flux est-il ascendant dans un tube et est-il utilisable par les turbines des étages supérieurs? Je pense à un partenariat avec des laboratoires de l'aérospatiale qui ont déjà des acquits en matière de recherche sur les flux, en l'aérodynamique, et qu'ils ont aussi les moyens de tester en soufflerie des prototypes.

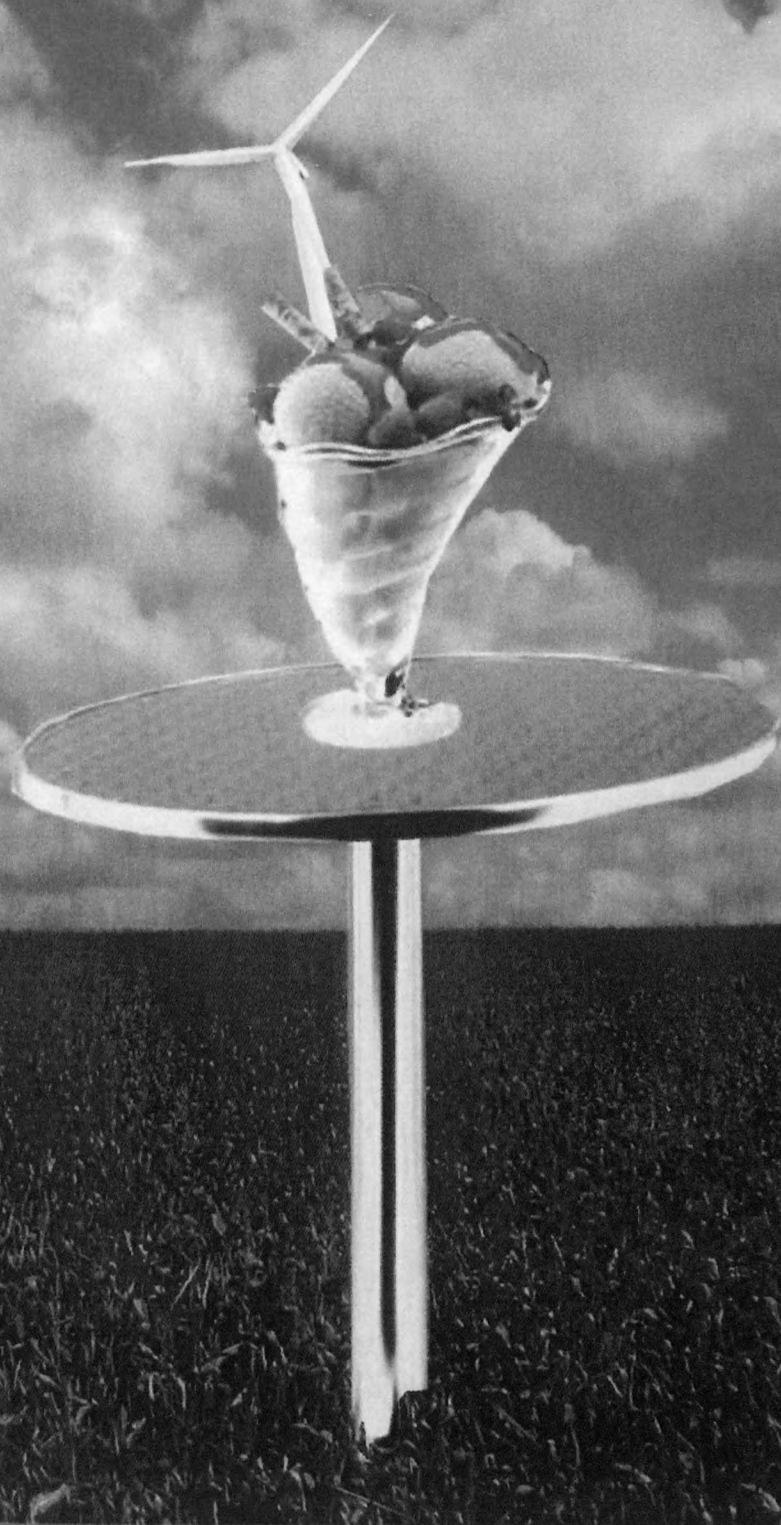
Ce travail a trouvé un écho, auprès d'un de mes collègues de l'équipe. Il m'a fait part de recherche d'un ingénieur M.J SONIUS qui en 1925 avait étudié et mis au point un rotor qui fonctionnait en position horizontale. Il avait étudié la forme des pales, forme hémicylindrique et il avait expérimenté son invention avec une pompe à eau.(1)
Je pense qu'il y a matière à une remise en question de la propulsion des éoliennes. D'autres modèles de propulsion sont possibles et peuvent voir le jour, à titre expérimental.

(1) Le Génie Civil 6 mars 1925 tome LXXXVIII - N°10

er-
ne-
ent
pe-
tre
es
ec
de
ns
du
ur
es
nt
es
de
c-
ait
es

Eoliennes et Plaisirs

Annick Sterkendries
Plasticienne





Symbole de l'impertinence et de la fuite,
je suis le commencement du monde, l'architecte
de l'univers.

Je féconde les mers mais aussi les femmes en
soulevant leur jupes et en pénétrant dans leur
ventre ...

J'ai le pouvoir d'enivrer la terre entière
insaisissable, je n'appartiens à personne ...

Je suis le vent. © Sterkendries

Fière, sobre, digne et forte,
lien entre la terre et le ciel,
protectrice et nourricière,
je lui résiste et je l'utilise,
je suis l'éolienne

© Sterkendries

Introduction :



110

Je suis plasticienne et plus que jamais, je croise les disciplines dans mon travail. Mes interventions artistiques dans le paysage lient science, nature et sociologie. Décloisonner les aires de compétences est une richesse pour tous.

Je ne suis ni géographe, ni urbaniste, ni scientifique, ni sociologue, pourtant ces approches multiples feront partie intégrante de mon travail in situ

Le paysage ne peut-être considéré sans l'homme. Il est également indissociable de la conception et du regard humain qui lui est donné. Voir le paysage c'est déjà l'interpréter.

Je vois et je ressens le paysage selon le regard que je lui porte, celui-ci dépend de moi, de mon vécu, de mon histoire, de mon appartenance à un groupe social.

Si mon premier baiser je l'ai vécu à Bouin, les éoliennes en toile de fond, je ne regarderai plus jamais « un paysage éolien » de la même manière.

Dans le même ordre d'idée, un de mes amis sculpteurs ayant passé des années douloureuses de travail dans une usine métallurgique du nord, déteste à présent tout métal rouillé. La vue d'une usine métallurgique, son odeur lui donnent des hauts le

¹¹⁰ Montage à partir du tableau *La moisson* de Peter Breughel, 1565, Huile sur toile, 118 x 163 cm. The Metropolitan Museum of Art, New York.

cœur. Personnellement, cela me fait vibrer. Mon regard sur le métal est lié à une autre histoire.

Comme dit Alain Corbin, « le paysage est un « entrelacs de lectures » conflictuelles de l'espace, un construit social relatif à l'individu et à la société, subjectif et historique : ces qualificatifs transformés en système ».

Le paysage, je le ressens. Sa perception est liée à mes sens, il est sensuel, il me provoque des émotions.

Il est générateur ou non de plaisirs.

L'éolienne dans le paysage



Par son existence matérielle, l'éolienne s'inscrit dans l'espace.

Par les émotions positives ou négatives qu'elle provoque elle a une existence esthétique.

Témoin de notre époque dans les siècles à venir, elle a une existence historico sociale.

Kant parlait du beau comme satisfaction universelle.

Hume, philosophe du XVIII, lie le beau aux sens, à ce qui plait à la sensibilité, aux organes sensoriels.

111

C'est pourquoi, les éoliennes et leur environnement proche doivent provoquer un impact sensoriel qui nous emmènera au plaisir physique (les sens) et spirituel (émotion esthétique)

Montage d'après un détail du tableau *L'agneau Mystique* de Van Eyck, 1426/1432.

En partant de l'idée que la perception du paysage est subjective, qu'elle est liée à notre mémoire, faisons en sorte que le paysage éolien soit plaisir des sens et marque notre mémoire positivement.

Naturellement, cela est subjectif, car notre regard est personnel. Satisfaire tout le monde est mission impossible.

Pour certains, les éoliennes plantées dans un paysage quel qu'il soit, sont un plus.

Pour d'autres, elles sont inéluctablement une gageure.

Soyons démagogue et essayons de séduire le public le plus large possible.

Eolienne, agriculture et paysage.

J'adapterais bien volontiers ce que dit Jacques Dufresne dans « Les paysages d'objets » à l'objet éolienne soit :



/....Ce qui rend ces objets attachant, ce qui fait leur beauté, c'est qu'ils marquent une étape dans l'adaptation d'un groupe humain à la nature, c'est qu'ils résultent d'une patiente coopération entre des hommes qui veulent améliorer leur sort, une réalité qui leur résiste et qui par là même leur impose sa loi. « L'Homme commande à la nature en lui obéissant », dira Francis Bacon à l'aube des temps modernes. Cette pensée évoque en même temps l'essence de la plupart des objets légués par la société traditionnelle. ¹¹²

Nous avons tous remarqué que dans nos campagnes, les moulins sont fréquents et qu'ils sont intégrés au paysage. En Hollande, ils sont souvent entourés de

¹¹² Jacques Dufresne, in *L'encyclopédie de L'Agora*. <http://agora.qc.ca/cvdufresne.html>

plantations de tulipes. Pour les Hollandais, c'est habituel, pour moi la vue de ces moulins fleuris n'est pas banale.



Modifier la couleur de nos campagnes surprendrait et apporterait sans doute un autre regard.



Dans différents articles et dans l'enquête sociologique menée par Véronique Van Tilbeurgh, nous pouvons remarquer que ce sont souvent les rurbains qui manifestent leur opposition à l'implantation d'éoliennes : celles-ci détériorant le paysage.

Le citadin et d'autant plus le rurbain, se sont fait leur propre idée du paysage. Ils le veulent en quelque sorte « pastoral ». Ils ne tiennent pas compte des réalités du travail des agriculteurs. Ils manifestent par exemple, leur dégoût par rapport au toit en tôle ondulée, rouillé

d'un hangar agricole. Ils y verront « une verrue dans le paysage » et mettront tout en œuvre pour sauver le four à pains en vieilles pierres, la vieille tour, le pigeonnier, le moulin etc... .

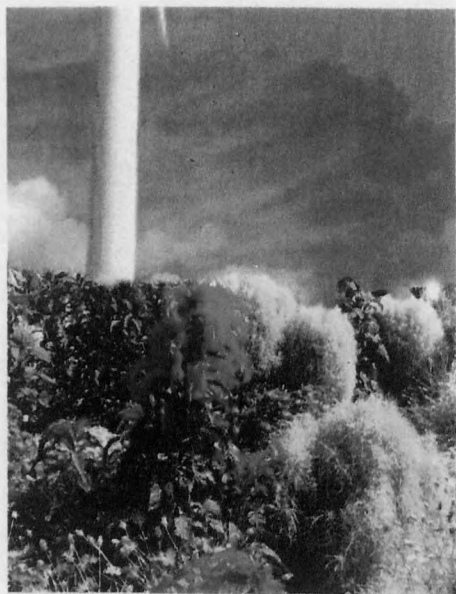
Loin de moi l'idée qu'il ne faille pas réhabiliter ces vieux bâtiments, mais n'oublions pas qu'à l'époque de leur construction, ils faisaient partie d'une nécessité et n'avaient pas la fonction de faire joli dans le paysage.



George Tiné dit que *percevoir le pays comme paysage implique qu'on soit libéré du travail de la terre pour être à une distance, pour que le regard accède à des points de vue qui permettent le temps de la contemplation et de l'analyse...et que ce même territoire œuvré par des exigences de la production agricole se mute en paysage selon des critères qui relèvent de l'esthétique...*

Il parle du pays, du paysan : « ready-made » affecté au paysage du citadin nomade¹¹³. Il compare le détournement de l'objet de quincaillerie manufacturé et exposé comme œuvre d'art, à celui qu'opère le citadin à l'égard du monde rural.

Pour ma part, je pense qu'il serait bon de croiser les objectifs. Pourquoi, par exemple ne pas demander aux agriculteurs habitant à proximité d'un champ éolien de planter, de cultiver à des fins esthétiques ? Il est habituel d'entendre de la part des opposants aux implantations d'éoliennes que les montants financiers en jeu perturbent les jugements individuels et aveuglent les esprits des responsables municipaux ou des propriétaires terriens. Pourquoi les terres entourant les éoliennes ne pourraient-elles pas être louées aux propriétaires agriculteurs ? Ceux-ci, s'ils sont intéressés par le projet, et moyennant une subvention, pourraient les cultiver en fonction des saisons, de la diversité des couleurs et des végétaux. Il faudrait alors étudier les spécificités des plantes régionales ou autres possibilités telles que la taille, la couleur, la hauteur, la durée de vie, les variétés, etc. ...



L'agriculteur paysagiste qui s'ignore, deviendrait un acteur à part entière du parc éolien. Il le rendrait haut en couleurs grâce à ces plantations diversifiées.

« Autrefois, souligne Pierre Donadieu dans son ouvrage « La société paysagiste », les débats autour du paysage étaient réservés à une élite fortunée et cultivée, amatrice de jardins, de voyages et de spectacles pittoresques ».

A l'heure actuelle, toute démarche quelle qu'elle soit ne peut se faire sans croiser les points de vue, les regards et établir un débat démocratique, une concertation avec tous les acteurs locaux, élus et habitants.

Pour ma part, lors de mes investigations, les divers acteurs locaux directement concernés par l'implantation de futurs parcs éoliens, (maires, paysans....) que j'ai rencontrés, ont des avis positifs sur un partenariat entre plasticiens et/ou paysagistes et agriculteurs. Ils sont prêts à expérimenter un projet paysager en amont de l'implantation des futurs parcs éoliens.

Simulation de diverses plantations dans l'environnement éolien.

¹¹³ Intervention de Gérard Tiné lors de l'Université d'été de l'innovation rurale, Jazz in Marciac, 2000.

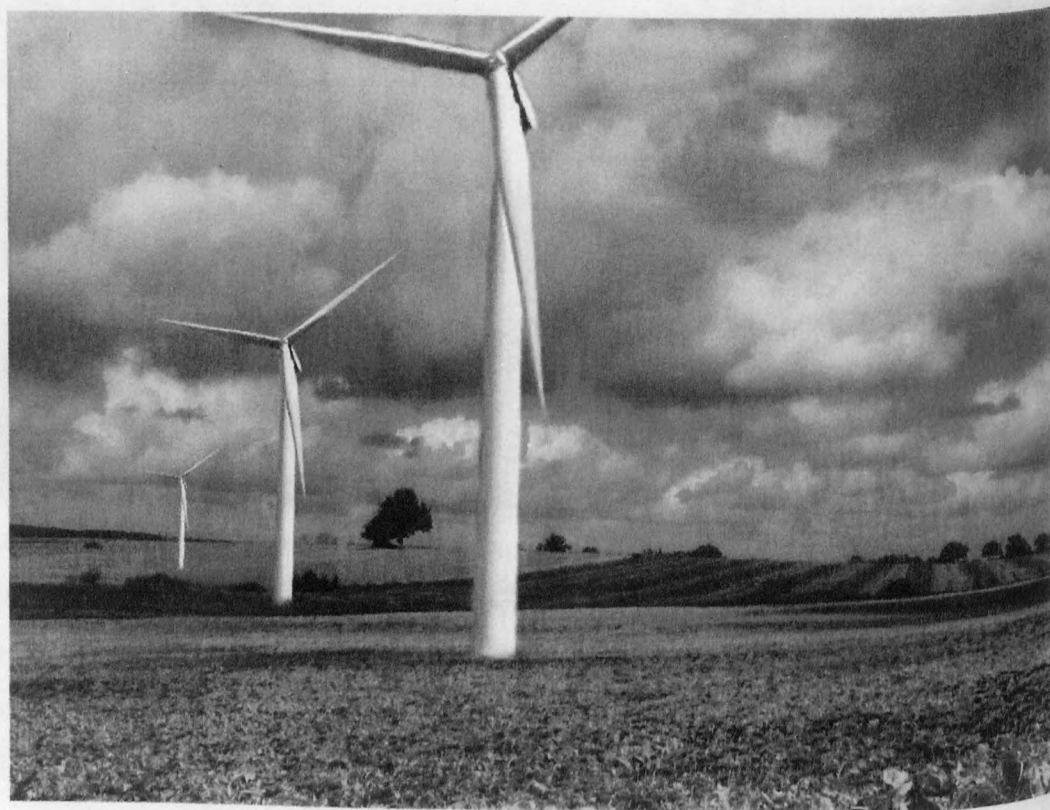
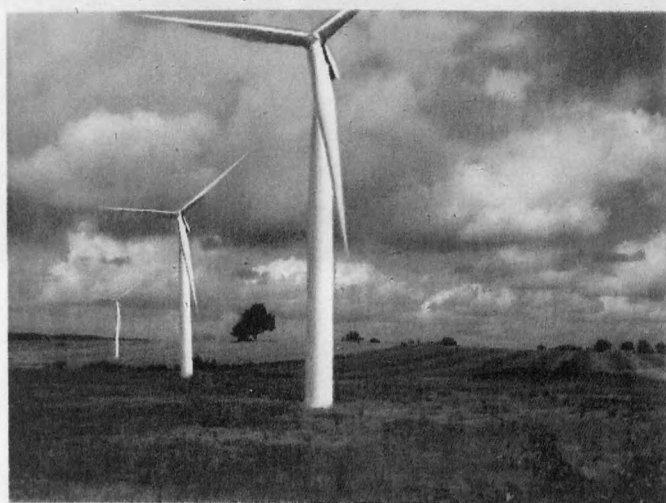
« L'environnement des éoliennes doit être perçu comme une richesse à exploiter. »



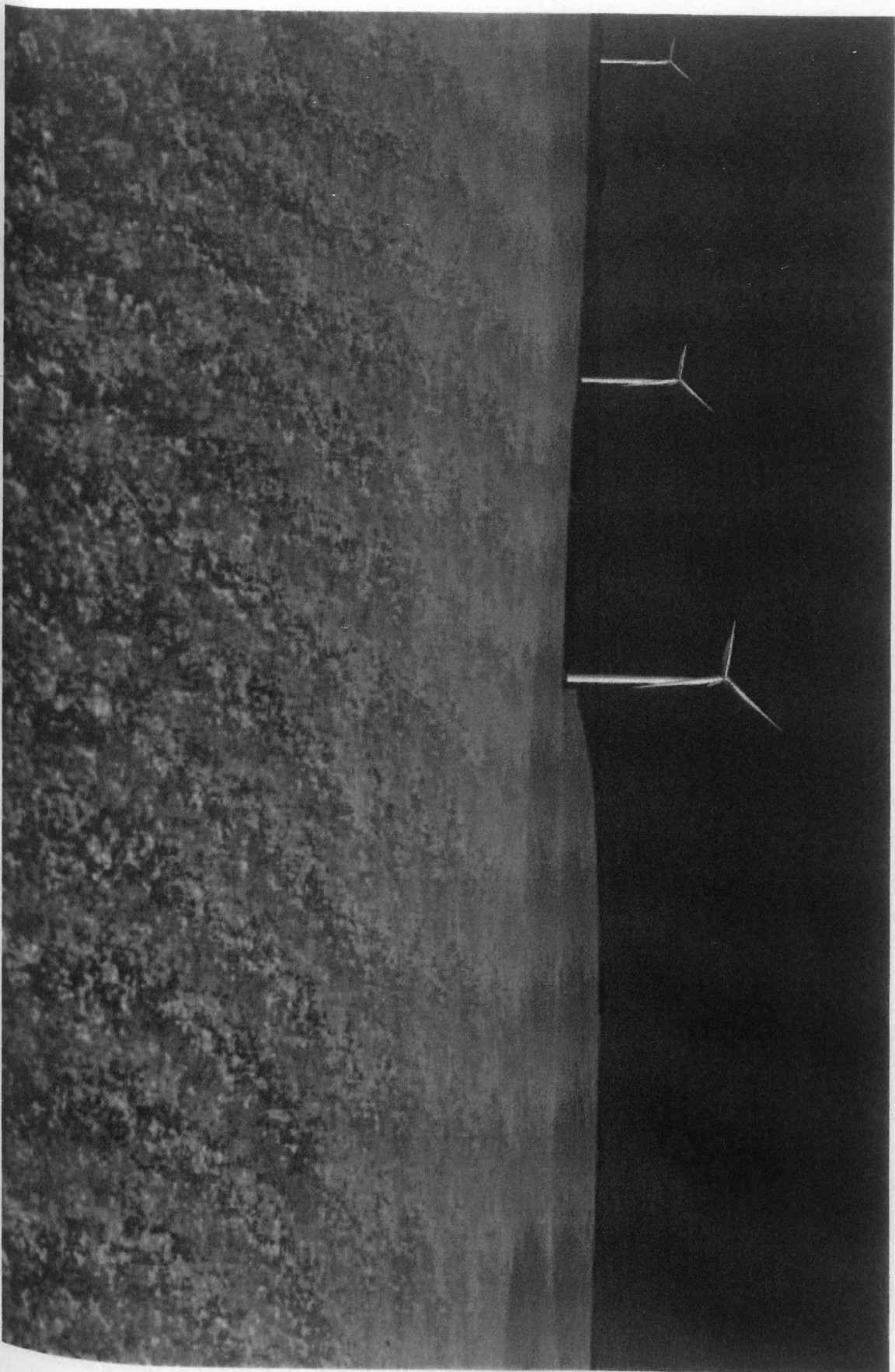
Photo du parc éolien de Bouin.



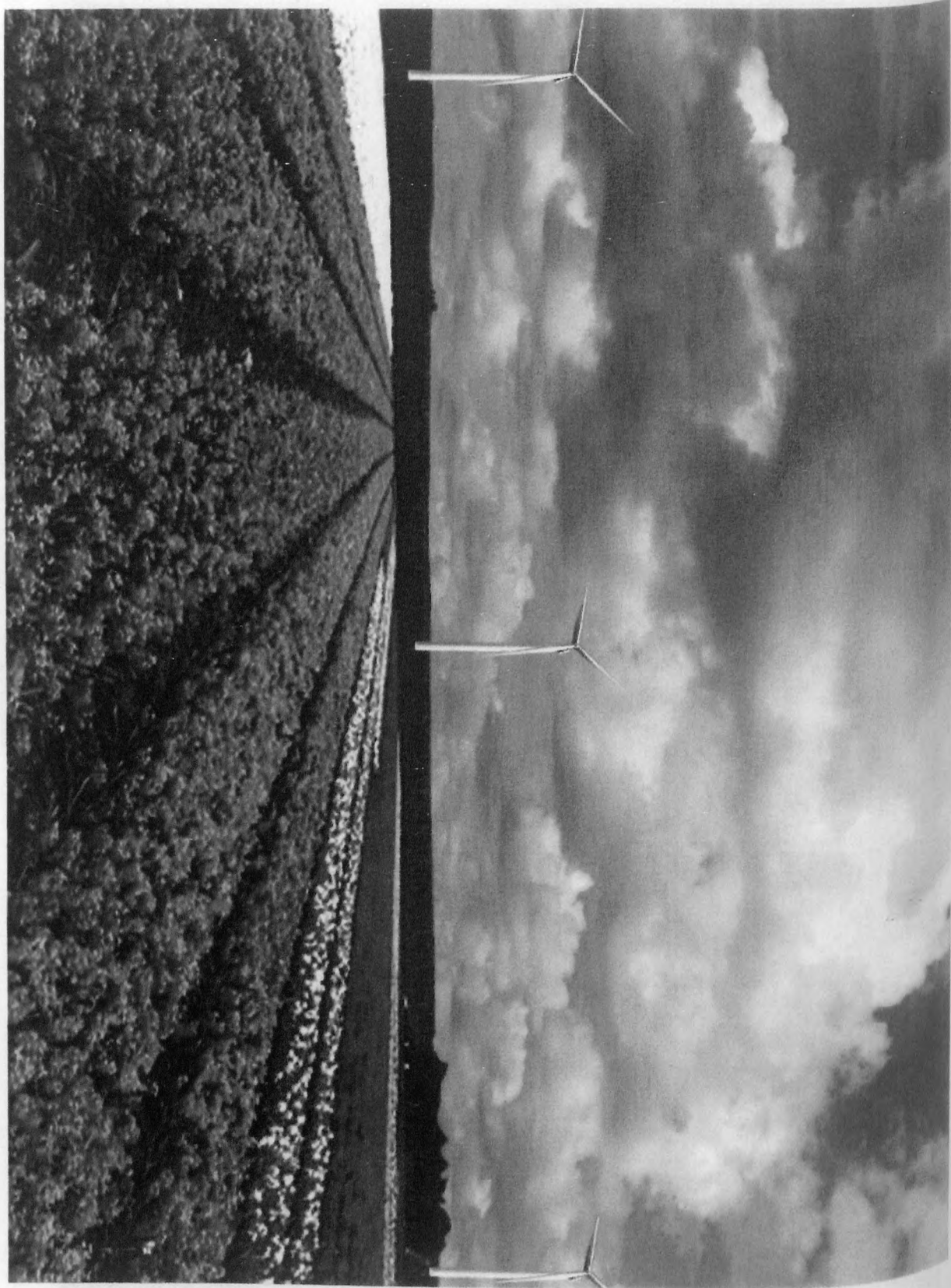
*Même photo avec une simulation de plantation de salicornes.
Il était une fois une campagne en friche...*



Simulation d'une plantation de colza et de trèfles rouges, betteraves rouges, tulipes ou pavots ...



« Encore des fleurs »



Tr
L'é
es
pa
Le
reg
l'es
l'an
Ch
d'in
Ce
des
d'in

Résidence d'artistes, appel à concours.



Trois paniers s'en allaient au champ...

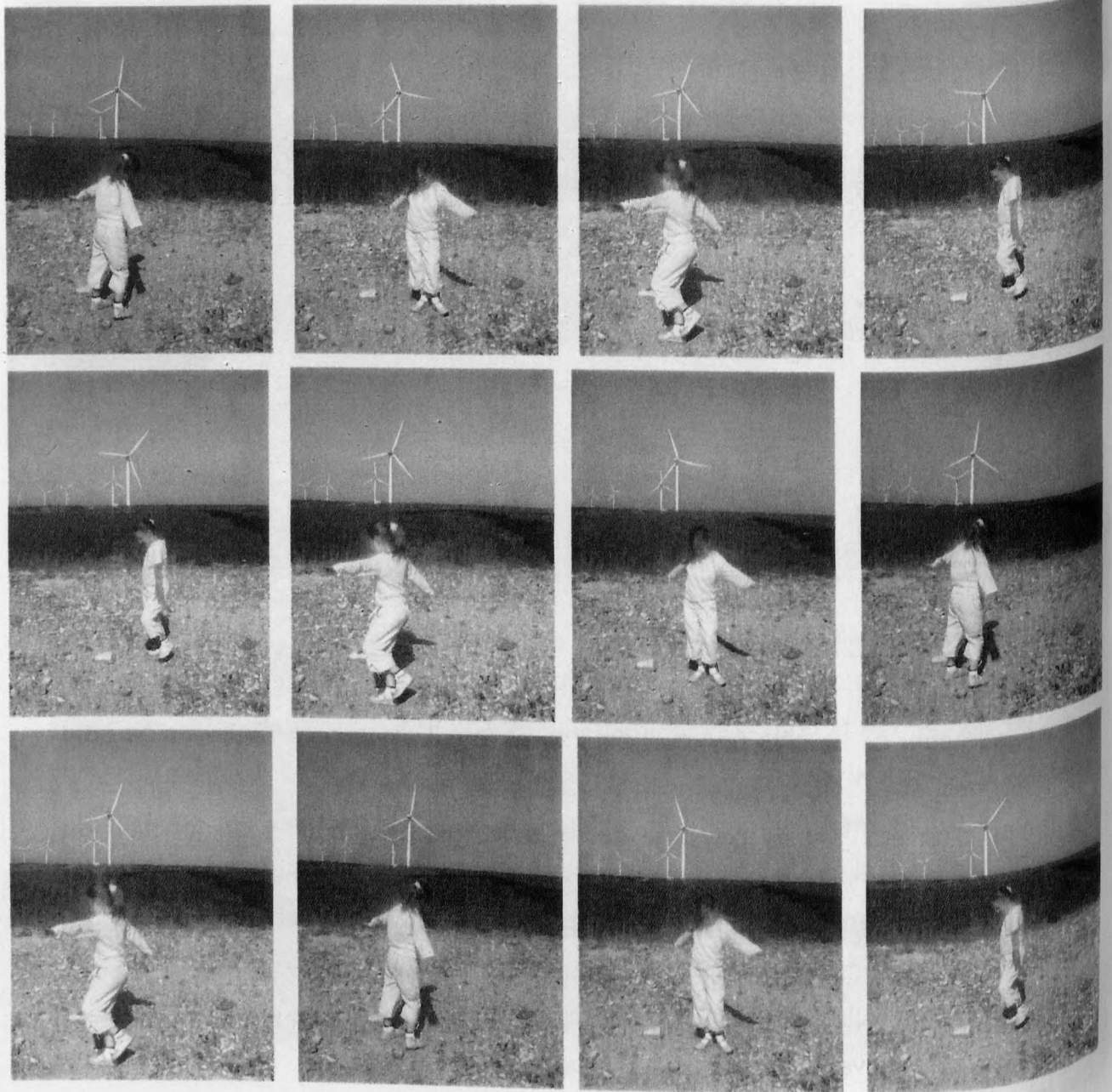
L'évènementiel de la résidence d'artistes, du symposium ou de l'appel à concours, est à développer car le côté ponctuel est intéressant. Les œuvres réalisées ne sont pas pérennes, elles seront réalisées in situ à chaque événement.

Le temps d'un moment, le paysage éolien sera marqué, modifié en fonction du regard de l'artiste. Il nous proposera sa manière de voir, sa mise en scène de l'espace, ses interventions artistiques pourront avoir lieu à différentes époques de l'année. Chaque parc éolien imaginerait un type d'événement distinct à thème. Chorégraphes, musiciens, écrivains, plasticiens, comédiens, ne seraient en manque d'inspiration face au vent et à ces grandes dames !

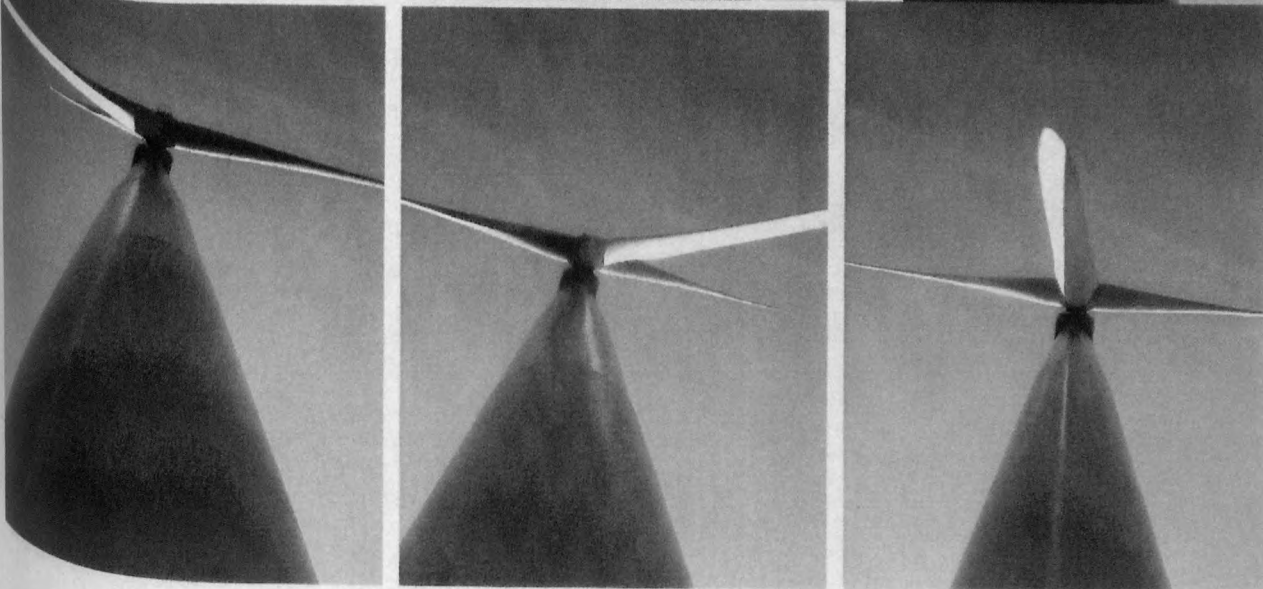
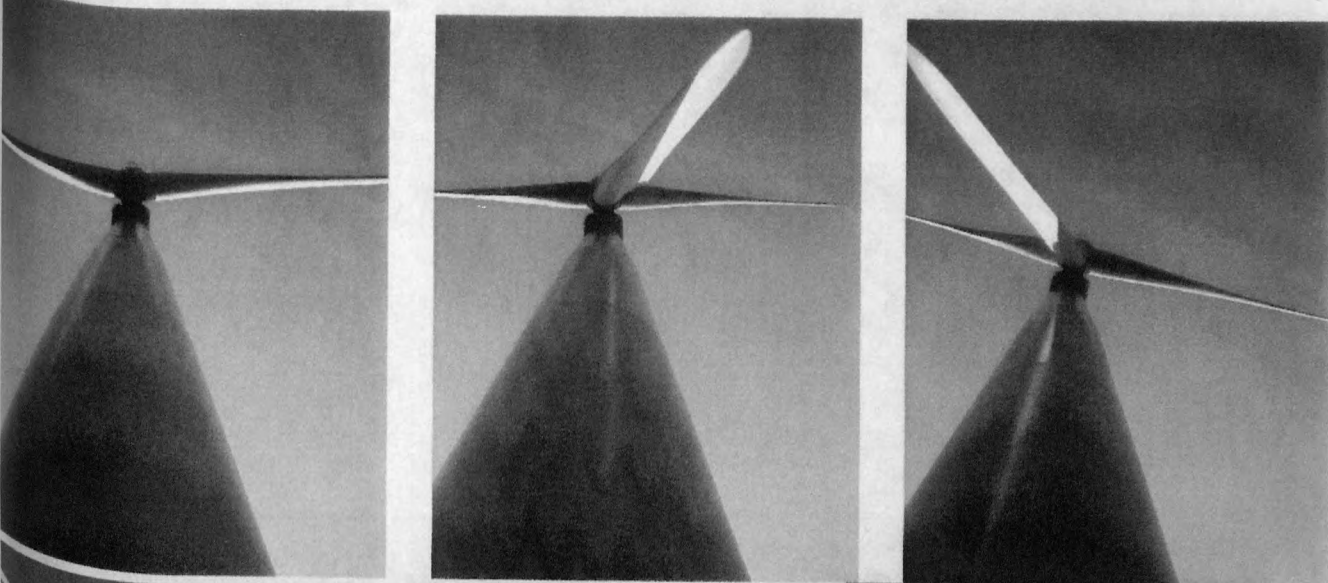
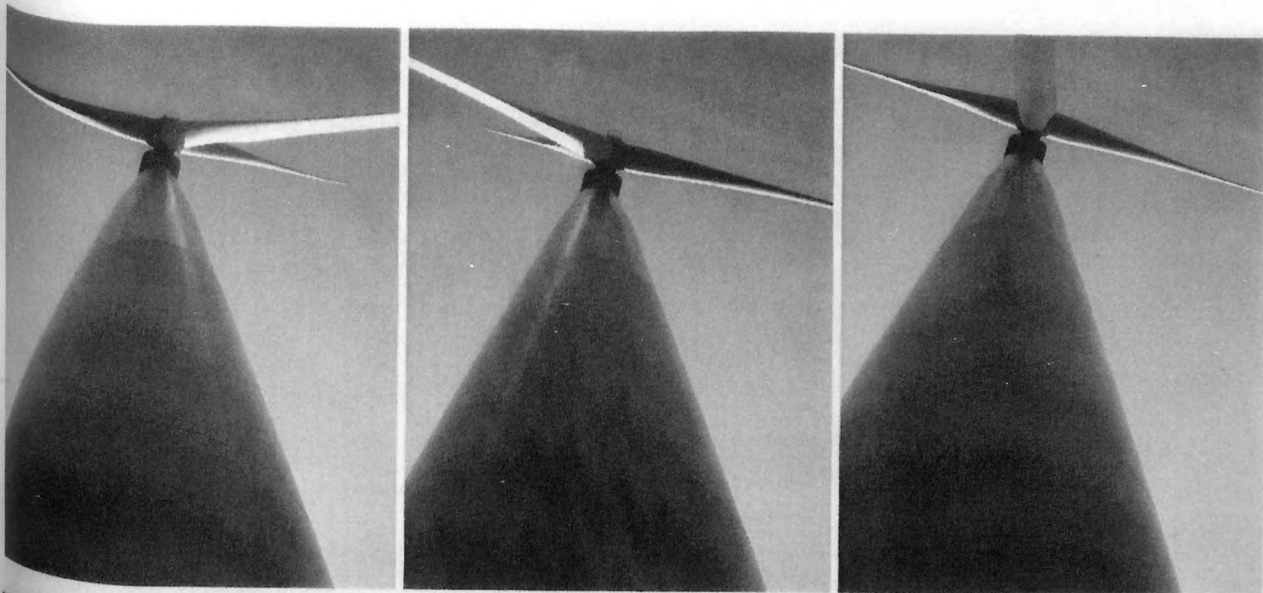
Ces interventions ponctuelles, seront des événements notoires qui pourraient attirer des amateurs non seulement de parcs éoliens mais également un public friand d'interventions in situ, de nature, d'arts, de musées, d'architectures, etc. Parmi ce

public, il y aura peut-être des personnes qui au départ militaient pour une nature pastorale ! Apparaîtrait peut-être un tourisme éolien !

« L'air est l'imagination du mouvement » Bachelard



re



8



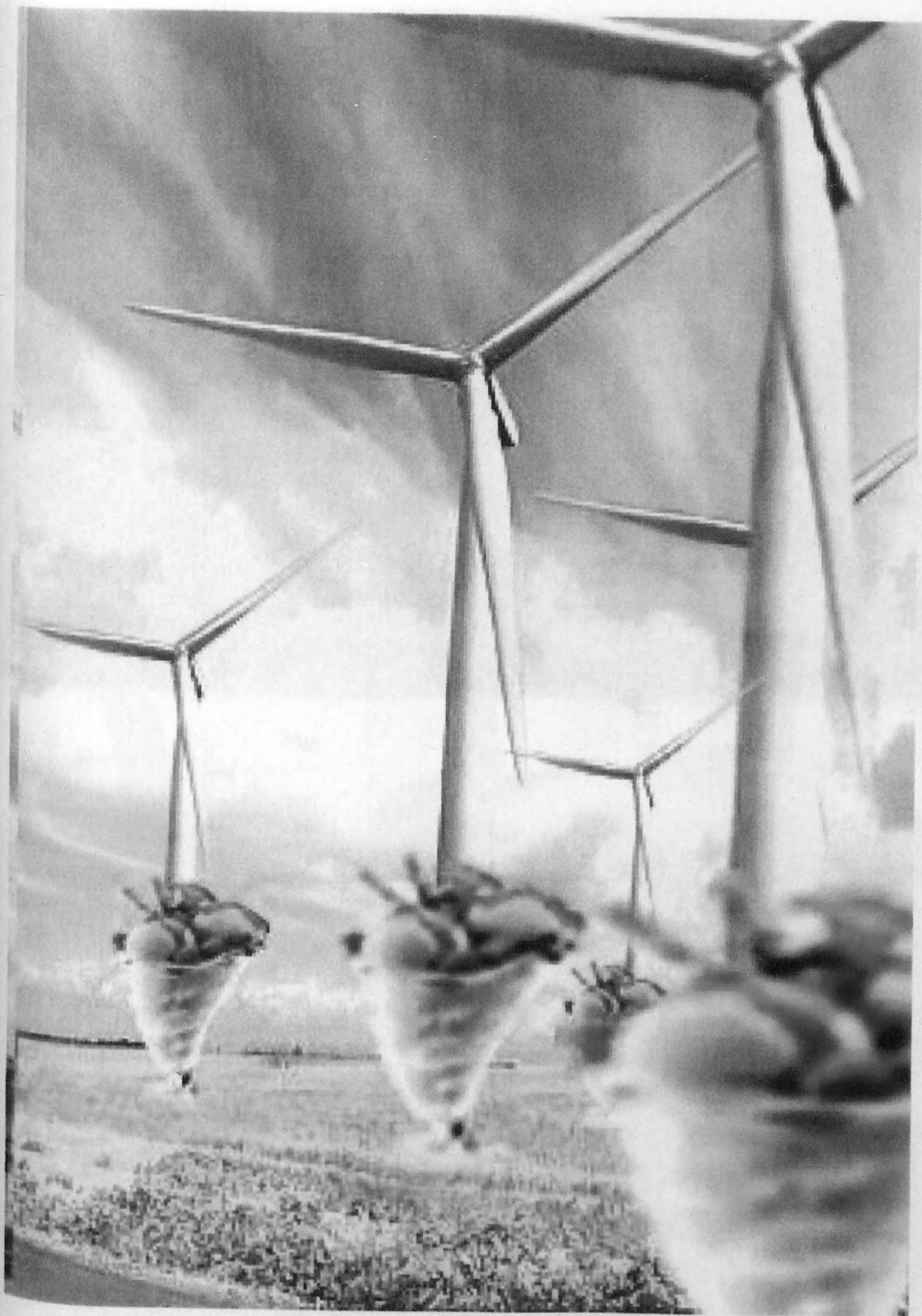
Je suis l'ombre de l'éolienne



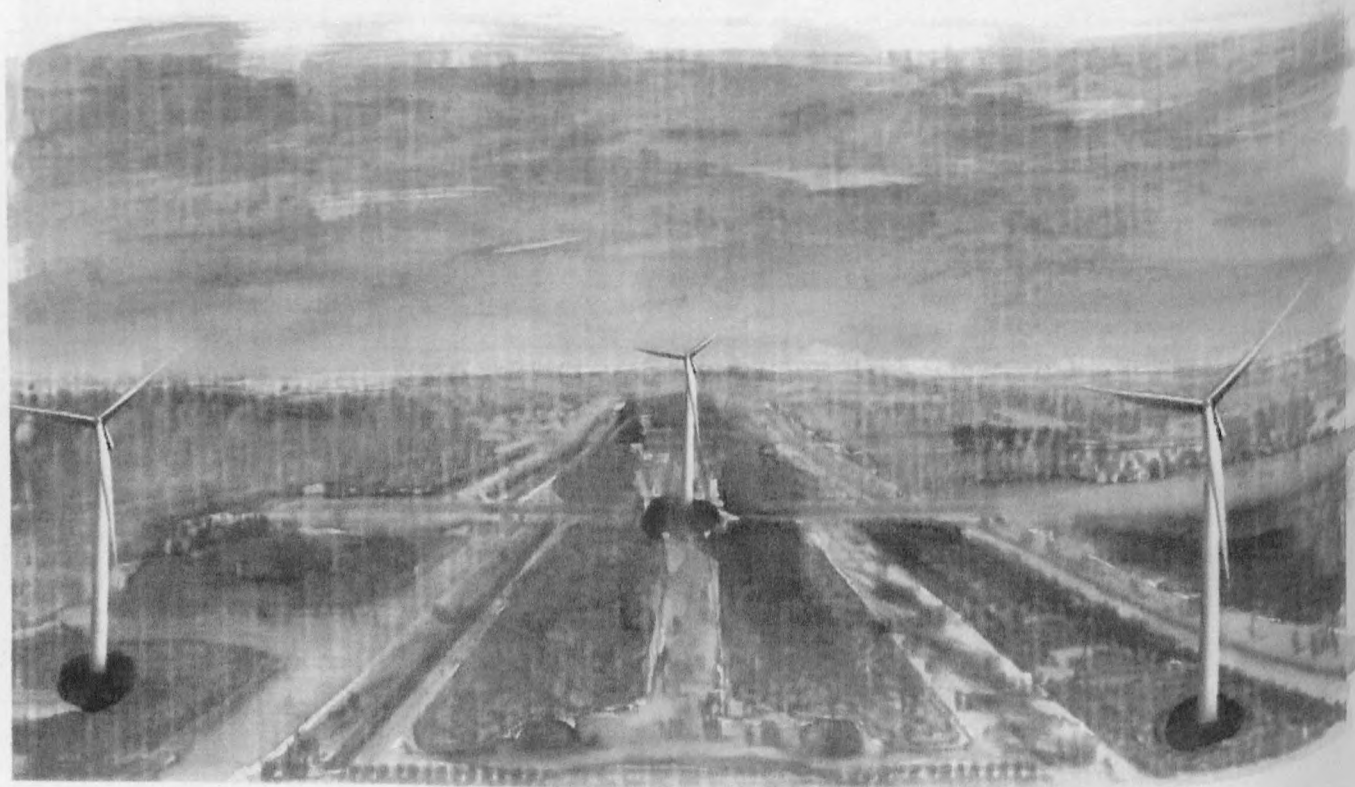
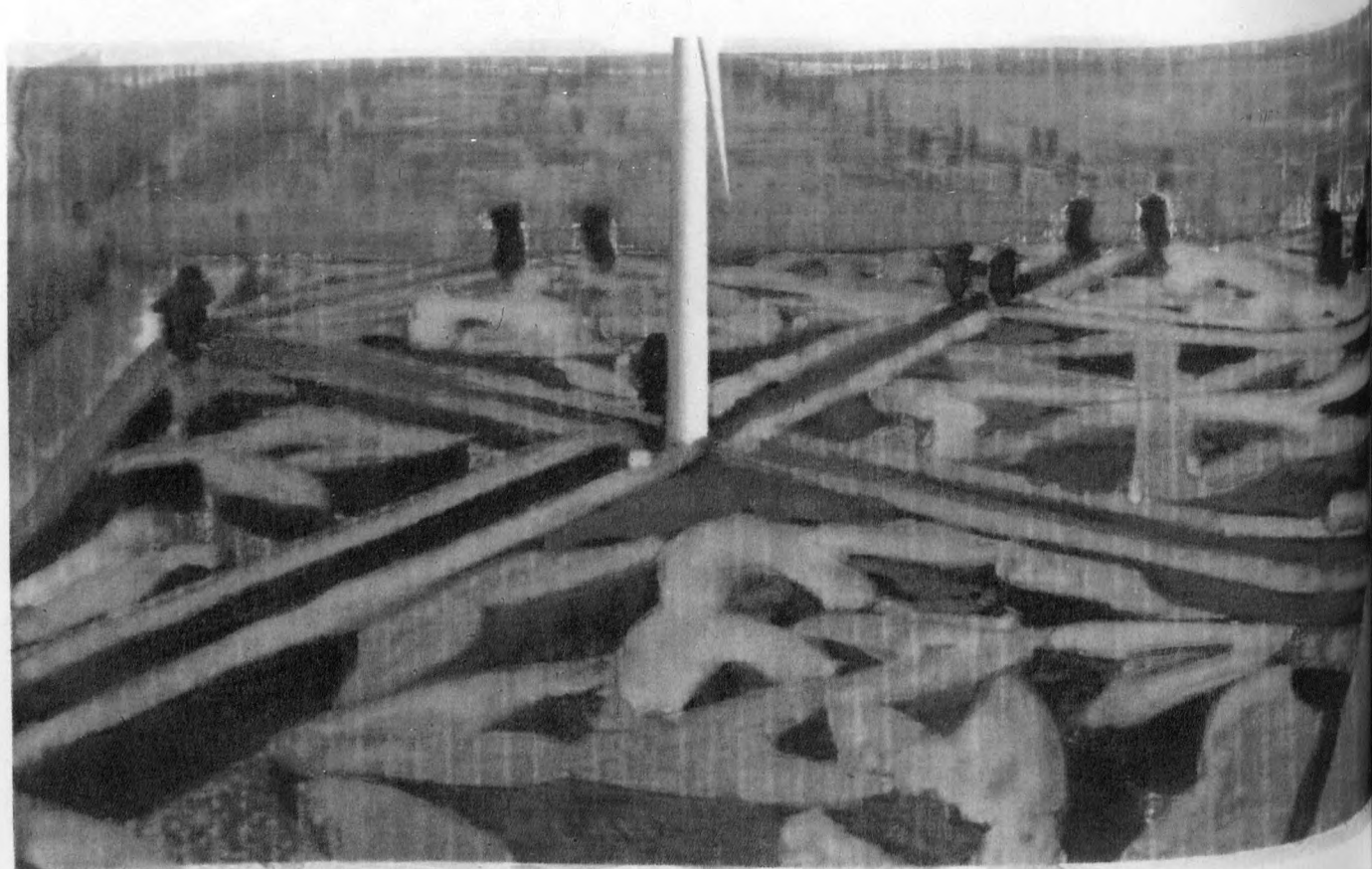
J'évoque le temps qui passe et vous fait basculer dans l'avenir



Gourmandises d'éoliennes



Jardins éoliens à la française



Plaisirs partagés

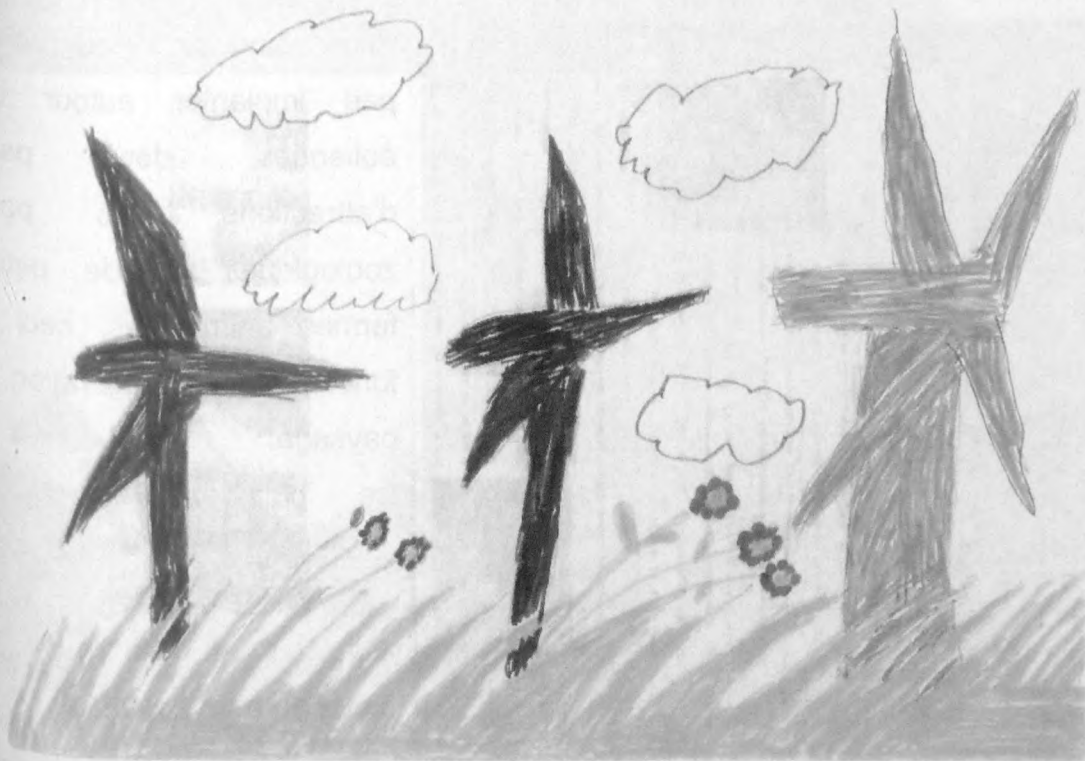
Tout est dans la manière de voir, de sentir, de ressentir...



Les plaisirs partagés en famille sont garants de bons souvenirs.

Déjeuners gastronomiques, dégustations, jeux d'enfants, ateliers créatifs liés au vent, (réalisation de petits moulins, de cerfs-volants, etc seront de mise.

Les habitants directement concernés par l'implantation d'éoliennes pourront développer des activités liées à ces événements : librairies, objets dérivés, hôtellerie, restauration, et...un musée du vent !



Si l'enfant se souvient des superbes moments passés lors des visites de parcs éoliens : des ateliers du vent par exemple (dessins, cerf volant, jeux découvertes), de la délicieuse glace qu'il a pu déguster....



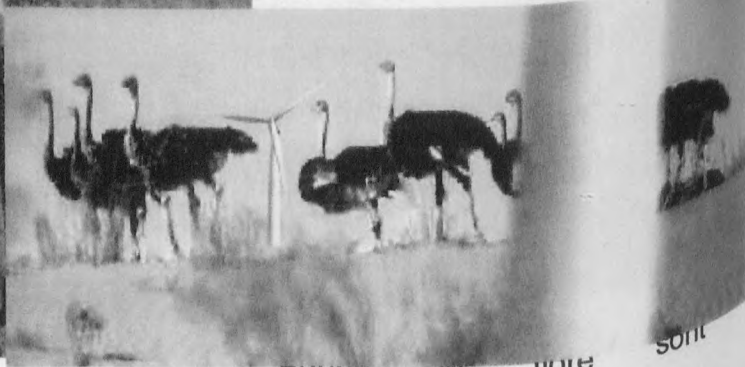
Et si les parents sont ravis d'avoir pu contempler des créations surprenantes, poétiques, paradoxales Et si en plus ils ont pu associer cela à un repas gastronomique, une bonne nuit à l'auberge, l'achat de produits locaux comme les « Rillettes d'Eole » « La cuvée du Château ...d'Eole », alors, leur journée « A la découverte du parc éolien de » n'en sera que plus plaisante !

J'exagère, mais il y a du vraie là dedans et je suis certaine qu'en conjuguant ces plaisirs : de voir, de goûter, de découvrir, de sentir, plaisirs ressentis en famille, les éoliennes n'en seront que plus belles



Allons plus loin ! Pourquoi ne pas implanter autour des éoliennes des parcs d'attractions, des parcs zoologiques ou de petites fermes animalières, ceci en fonction de la configuration du paysage.

De plus en plus, les aménagements réalisés dans les jardins animaliers, allient les plaisirs du parc paysagé à ceux du parc zoologique.

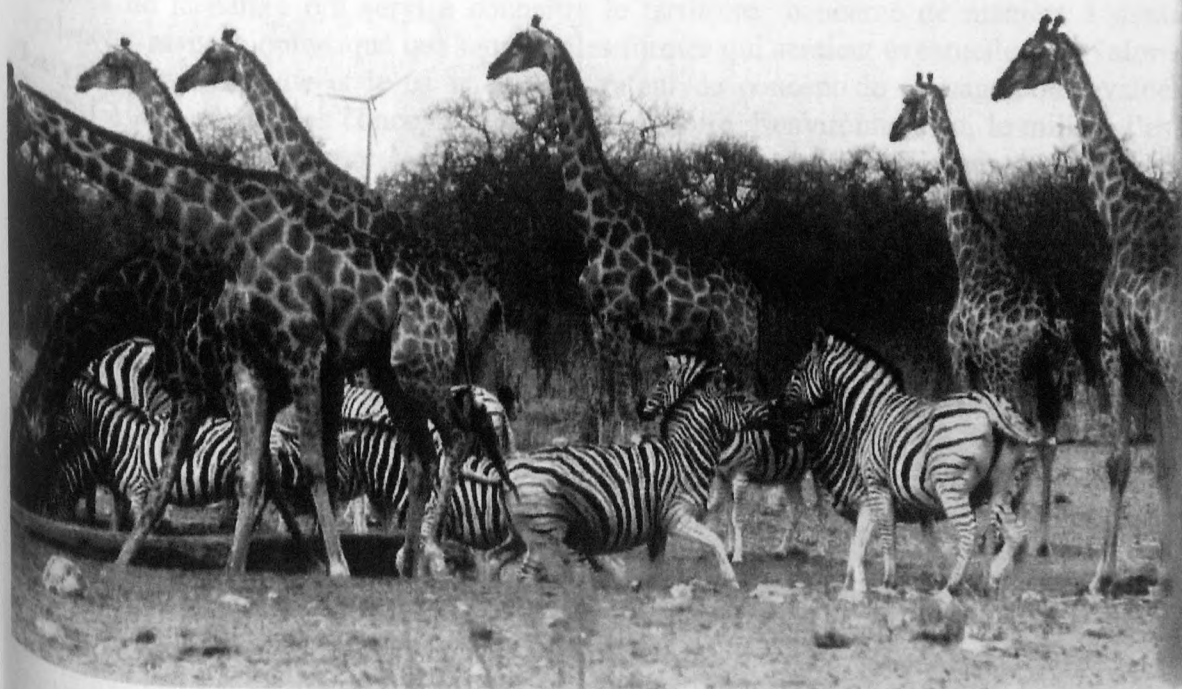
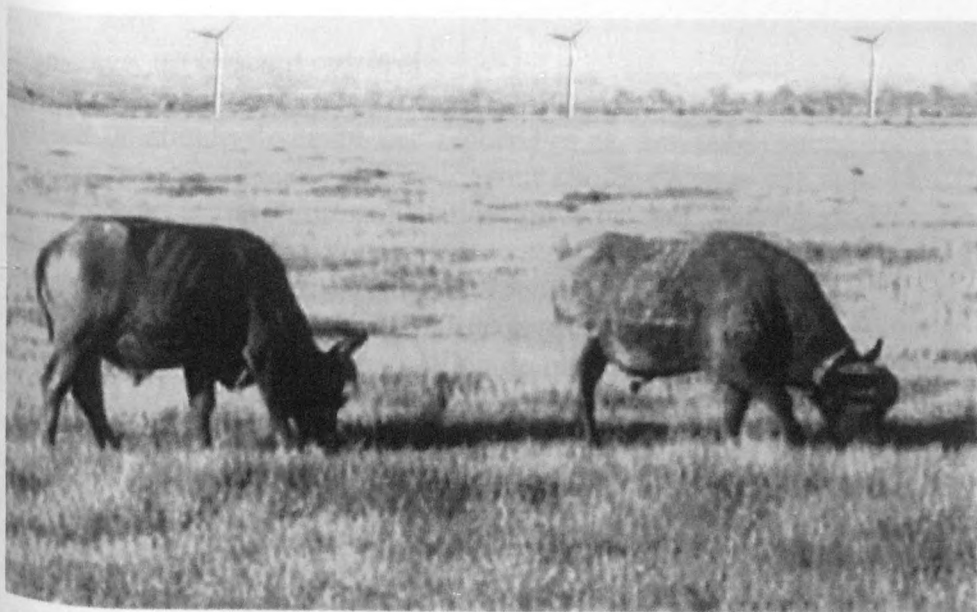


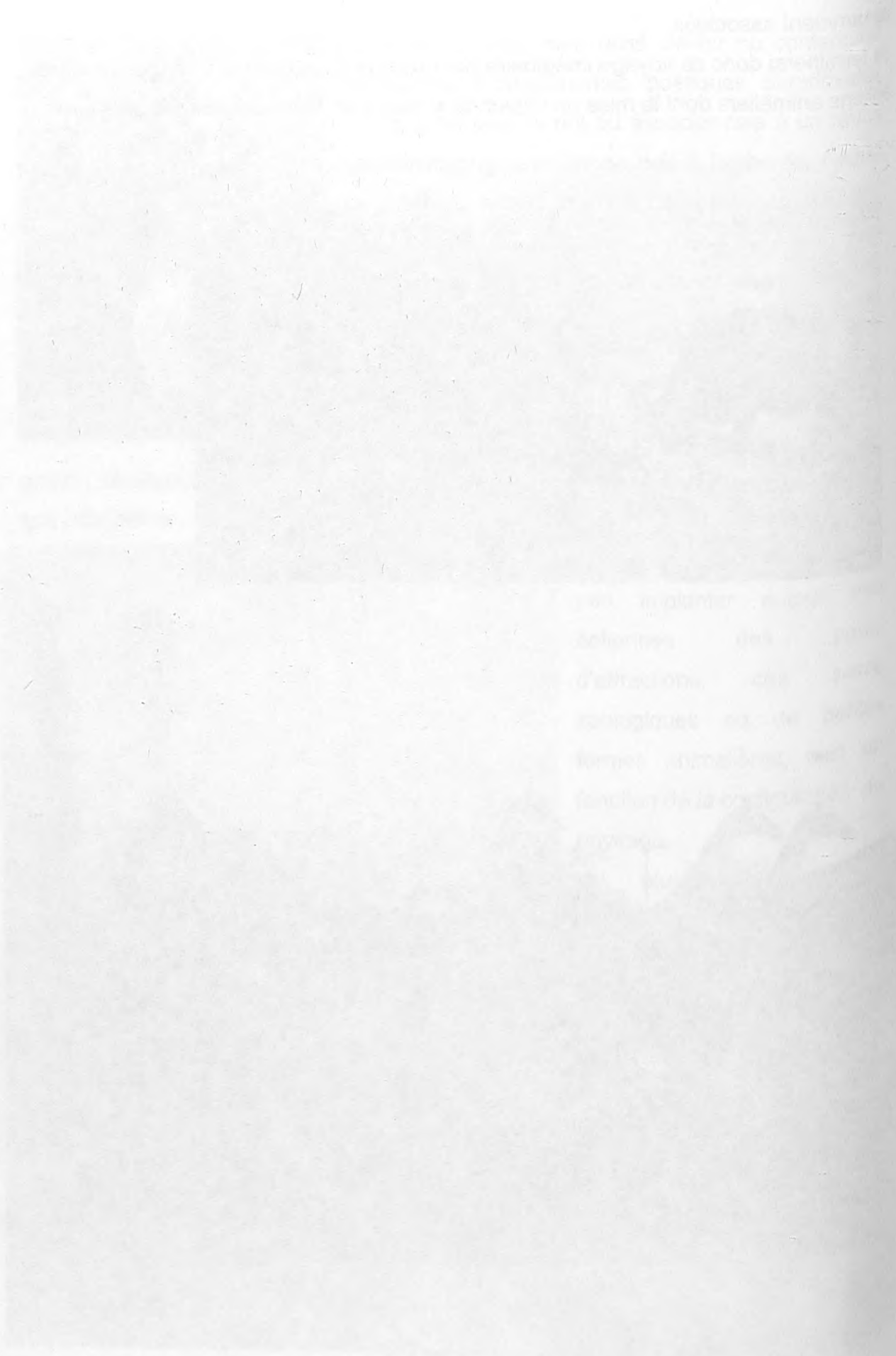
Faune et flore

sort

savamment associées.

Je terminerai donc ce voyage imaginaire par quelques simulations d'images de parcs éoliens animaliers dont la mise en valeur de la faune et de la flore reste à améliorer !





4.
Lo
Le
De
de
mé
ter
d'e
thé
per
d'u
en
pro
ser
réf
pra
con
esp
L'a
dis
dan
Gé
sci
évi
La
rap
D'e
per
Ce
pay
obl

114
acte
115
Que
116
Que

4.3 Analyse des formes du paysage

Louis-Michel Nourry

Le paysage, un concept culturel

Derrière la grande diversité des recherches et des publications relevées au cours de ces dernières années, il nous faut faire le point afin de dégager une approche, un vocabulaire, une méthodologie et une instrumentation ouverte aux multiples dimensions paysagères et territoriales. La position conceptuelle empruntée demeure étroitement ancrée à la notion d'enseignement du paysage et de projet, position flexible au travers de laquelle connaissances théoriques et « connaissances projectives » se répondent mutuellement. Dans cette perspective, la théorie encadre l'action de même que l'action informe la théorie, à l'intérieur d'un processus dialectique qui renvoie aux prémices d'un champ disciplinaire en émergence, en particulier dans les écoles d'architecture¹¹⁴. Ces projets intègrent naturellement les acquis provenant des champs disciplinaires traditionnels comme la géographie, l'histoire des sensibilités, l'écologie...¹¹⁵ Il s'agit de construire, à partir de savoirs « objectifs », une réflexion et une lecture des paysages en prenant en compte ses multiples dimensions. Cette pratique doit conduire à soutenir et à orienter l'intentionnalité du projet. En ce sens, la connaissance du paysage résulte d'une **conjonction de savoirs** créant elle-même un nouvel espace de savoir spécifique.

L'analyse paysagère combine des sciences de la nature et des sciences humaines. Les disciplines comme la géographie, la géomorphologie et l'écologie végétale sont mises à profit dans une perspective déductive par rapport aux paysages analysés. Les travaux d'Elise Génot, ingénieure diplômée de l'INH Angers, reposent sur cette pratique ; de même les sciences de la nature ont servi à connaître le territoire concerné de manière à mettre en évidence l'assise biophysique qui supporte les formes qui seraient éventuellement valorisées. **La valeur heuristique** et le caractère intégrateur du concept de paysage sont évalués par rapport à l'ensemble des concepts tels que le territoire, l'environnement, le milieu, l'espace. D'autre part, on peut mettre à profit les sciences de la nature et de l'aménagement dans une perspective inductive en commençant par une caractérisation socioculturelle des paysages. Cette approche anthropologique par les sciences de la nature permet de donner du sens au paysage. Le paysage est interpellé comme étant un concept culturel à valeurs plurielles qui oblige, dans une perspective d'actions, des lectures croisées¹¹⁶.

¹¹⁴ Nourry, L.M., « L'enseignement du paysage dans les Ecoles d'architecture », DAPA/MCC, juin-juillet 2004, actes en cours de publication. Cf. supra in « Publications »

¹¹⁵ cf. Recherches conjointes INRS-Culture ; CELAT et département de géographie de l'Université de Laval au Québec, publications en cours.

¹¹⁶ Travaux du GRIDEQ (Groupe de recherche interdisciplinaire sur le développement régional de l'est du Québec de l'Université du Québec à Rimouski.)

Positionnement / analyse paysagère

Le caractère profondément polysémique du paysage oblige à revenir sur cette notion en termes de méthode d'analyse. Deux pratiques complémentaires ont permis de poser les jalons d'une réflexion scientifique sur la lecture du paysage. La première s'articule autour d'un travail sur le regard porté sur l'espace. La seconde s'attache à « démonter » le mécanisme de la perception afin d'affirmer et structurer le regard qu'on a d'un paysage - sa fonction poétique, son esthétique - qui permet de dégager un système paysage pour des projets d'aménagements.

Dans les deux pratiques, il s'agit de dégager des intentionnalités portées par les acteurs de l'aménagement de l'espace, de dresser un bilan de ces méthodes et de révéler les modes pour lesquels se construisent les enjeux de paysage.

- L'appréciation du paysage

Tout paysage est avant tout une lecture, à un moment donné, de l'espace. Le paysage est l'expression d'une sensibilité, mouvante, esthétique, sociale. Il n'est donc jamais « objectif », l'approche est individuelle et sensible selon sa culture et son histoire. Le paysage est façon d'éprouver et d'apprécier l'espace¹¹⁷. Cette lecture varie selon les individus et les groupes et ne cesse de se modifier au fil du temps. Or les systèmes d'appréciation, constitutifs du paysage, sont en permanente évolution ; afin de comprendre les rapports de l'homme avec le paysage, il est nécessaire de retrouver ces systèmes d'appréciation tels qu'ils s'imposaient à telle époque, face à un même espace¹¹⁸. Notre regard est tributaire non seulement de ce qui se présente, de fait, nos sens, mais de la manière dont ceux qui nous précèdent nous ont donné un cadre mental, culturel, pour « lire » cette vue. Le paysage est donc une lecture ou, le plus souvent, un ensemble de lectures dont la diversité peut perturber la pertinence de jugement.

La première étape d'appréciation de l'espace traite de **la poétique du paysage**¹¹⁹. Cette première approche est une analyse émotionnelle, affective, sentimentale, voire imaginaire de l'espace. Individuelle et subjective, elle est exprimée par le dessin, la photo, la prose ou la poésie, la couleur ou la musique ; car elle se révèle par la métaphore.¹²⁰

La deuxième étape concerne **l'esthétique du paysage** avec une lecture des codes sensitifs qui régissent notre univers des formes. L'expression de la relation établie entre la forme et l'émotion, entre l'esthétique du paysage et la poétique du paysage est essentielle dans l'analyse entreprise. S'établit ainsi un dialogue entre le visible et l'invisible, le figuré et l'imaginé, la forme et les sens.¹²¹ Frédérique Tanguy cite dans ses travaux les écrits de René Huyghe dans *L'art, ouverture sur la connaissance* : « D'instinct, depuis toujours, l'homme a fait deux parts dans l'univers : le visible et l'invisible. Le visible comporte tout ce qui tombe sous le coup des sens et se situe dans l'espace : il est non seulement ce qui se voit, mais ce qui se touche. L'invisible échappe à tout contrôle physique, mais se manifeste par ses effets, à moins que, d'expérience première et vécue, il ne se perçoive en nous-même... Le visible, objet de contrôle collectif, a toujours été à peu près le même, mais l'invisible est perception ou projection de notre vie intérieure, il est le reflet de notre esprit, et il change avec les

¹¹⁷ Corbin, Alain, *L'Homme dans le paysage*, entretiens avec Jean Lebrun, Textuel, 2001

¹¹⁸ Ellenberger, François,

¹¹⁹ Schama, S., *Le paysage et la mémoire*, Paris, Seuil, 1999.

¹²⁰ Capmarty-Tanguy, Frédérique, « L'analyse créative : démarche de projet », *Le Paysage*, Janos Palotas, coordonnateur, Éditions Presse Universitaire de Debrecen (Hongrie), 1998.

¹²¹ Cf. problématique de M.P. Corcuff.

générations comme avec les civilisations. Retracer comment il a été ressenti, imaginé ou conçu serait faire l'histoire de l'âme humaine. Il a nourri les mythes ; il a nourri les religions ; il a nourri les métaphysiques ; il a fait la poésie : ce sont les formes ; et l'invisible tout ce qui est en dehors d'elles, sans cesser de pouvoir agir sur elles : ce sont les forces... Et la réalité entre dans une gigantesque dialectique des formes et des forces, qui se contredisent, s'affrontent, ou au contraire, se combinent."

La géométrie du paysage

Des codes visuels paysagers envisageables, on peut faire émerger une quinzaine, vraiment signifiant. Certains révèlent ce qui peut-être appelé la « géométrie du paysage » laquelle, comme la géométrie mathématique, s'exprime en lignes, points, volumes, plans, axes, rythmes.

Les lignes, omniprésentes dans le paysage, structurent très fortement l'espace et dispensent des émotions très profondes : l'horizontale, c'est le calme, l'équilibre, la sérénité, voire la mélancolie, le sentiment de sa propre solitude, l'ennui ; c'est la plaine, la steppe, l'infiniment loin. La verticale, c'est la noblesse, la transcendance, l'orgueil qui peut rendre solitaire, mais aussi l'humilité parce que près d'elle, on se sent si petit... c'est le gothique religieux, c'est aussi la virilité, symbolisé par l'arbre. L'oblique génère l'inquiétude, la tension, voire le malaise, mais aussi la quête, donc le dynamisme. La courbe, si elle est tendue, évoque la douceur, mais une douceur pleine de fermeté ; si elle est aléatoire, c'est l'inachevé, le mystère, le rêve.

Les lignes finissent toujours par s'entrecroiser et donnent ainsi des points ; si les lignes se croisent de façon illusoire, sous l'effet de la perspective, on verra un point focal perspectif, qui peut être réel ou virtuel (c'est à dire avec ou sans matérialisation). Mais les lignes peuvent se croiser de façon aléatoire, et donner des points focaux qui ne doivent rien à la perspective. D'autres points appellent notre regard, répondant à une logique autre que celle de la géométrie précédente : ce sont les points d'appel qui peuvent être chargés de symbole et deviennent alors points-repères.

Les volumes peuvent accompagner, fermer, équilibrer, appuyer, ponctuer, et s'évaluent volontiers en fonction de leur rapport avec les surfaces.

Les plans se succèdent la plupart du temps en trois séquences, chères aux peintures et aux photographes, possédant chacune leurs traits respectifs, concernant la couleur et la précision des formes.

Les axes, qu'ils soient de symétrie ou « de dissymétrie », guident le regard, directement ou par ricochet.

Enfin, **les rythmes** trament le paysage d'éléments ponctuels, de lignes ou de maillages et donnent une vibration à l'espace.

Les autres codes visuels relèvent de « l'ambiance du paysage », mot galvaudé mais irremplaçable, et s'expriment par l'échelle, le contraste et l'harmonie, les alternances, les transparences et les opacités.

L'échelle, ou plutôt les échelles, car elles sont multiples, changeantes, relatives, nous transmettent sentiment de confort, de malaise, d'admiration, de crainte, de solitude ; enfin, par sa corrélation avec la vitesse, elle permet de contribuer au confort et à la sécurité routière.

Les contrastes, qui sont combat, et les harmonies, qui sont convergence, portent sur les couleurs, les valeurs, les formes, les textures, etc...

Les alternances, qu'elles soient séquentielles ou en deux dimensions, deviennent fenêtres, ou cônes visuels lorsqu'elles ouvrent sur un point remarquable.

Enfin, **les transparences** et leur contraire, **les opacités**, s'opposent par la façon dont l'œil les traverse ou s'y trouve bloqué.

La plupart de ces codes visuels traduisent en fait un trajet de l'œil dans le paysage et quand on sait que nos déplacements sont suscités par les trajets préalables de notre œil, on peut en tirer des conclusions évidentes sur le caractère dynamique ou le caractère statique d'un paysage. Cependant, deux codes visuels peuvent faire beaucoup plus que s'additionner ; ils peuvent jouer en synergie, ce qui donne une grande force à une lecture somme toute assez simple au départ.

La compréhension du « système-paysage ».

Ce troisième niveau de l'analyse est « **cognitif** ». Il donne la signification profonde de ce que découvrent les sens au travers des formes. A ce troisième niveau, qui dévoile la face cachée du visible, apparaît enfin la relation complète entre :

- l'émotion : poésie du paysage ;
- la forme visible : esthétique du paysage ;
- la connaissance : compréhension du « système paysage ».

Lisons encore René Huyghe : « Nulle part peut-être le problème du visible et de l'invisible, des formes et des forces, et de leurs rapports, n'est plus instamment posé que dans l'art ! Entendre de l'y cerner, voire de l'y élucider, permet d'approfondir la nature même de l'art, mais aussi d'aller au-delà, et de trouver, à travers lui, une ouverture sur des problèmes beaucoup plus vastes, qu'il ne fait que refléter et qui intéressent la connaissance dans ce qu'elle a de plus général ... Pourquoi ne pas confronter ce que l'étude de l'art nous révèle sur les rapports des formes et des forces avec les problèmes analogues qu'ils posent par ailleurs, serait-ce dans les secteurs de la recherche les plus éloignés, ceux par exemple des sciences physiques, que l'opinion commune estime sans rapport, voire opposés ?... Elle peut sans doute songer à percevoir l'écho, à travers l'homme, de grandes lois de l'univers. »

Cette troisième phase de l'analyse requiert évidemment une grande culture, une grande ouverture au monde. **Multidisciplinaire**, elle relève aussi bien du milieu naturel (climatologie, biologie, géologie, géomorphologie, pédologie, botanique, écologie, hydrologie, etc.) que du milieu anthropique (histoire, culture y compris religions, juridictions, économie y compris agriculture, comportements sociaux, etc.). Elle se fait à l'aide de documents concrets, objectifs, fiables et reconnus (cartes, statistiques, résultats d'enquêtes, études déjà menées, etc.) qui sont autant de sources de connaissances, puis d'appuis pédagogiques, pour étayer auprès des décideurs les deux premiers niveaux de l'analyse ; ayons, comme le recommande Kant, « le courage de défendre le beau par la raison », l'esthétique par le cognitif. Il va de soi que cette multidisciplinarité ne se conçoit pas en dehors d'un travail d'équipe et nécessite un très bon esprit de synthèse : car cette démarche est systémique et globale dans son esprit final, permettant de déterminer les clés de lecture principales du paysage. Le lobe gauche de notre cerveau, qui commande la moitié droite de notre corps, en serait le siège.

La lisibilité et la sensibilité d'un paysage dépendent de deux facteurs :

- le nombre de codes visuels repérés (esthétique du paysage) ;
- la force des clés de lecture (compréhension du « système-paysage »).

Une appréciation (par - ou +) de chacun de ces deux facteurs, puis le croisement de ces appréciations, permettent de noter la lisibilité et la sensibilité (de 0 à 2).

Des trois niveaux de l'analyse, émergent les deux grands types de propositions d'aménagement qui font la « commande » du paysagiste :

- le projet ;

- la planification.

De l'analyse au Projet

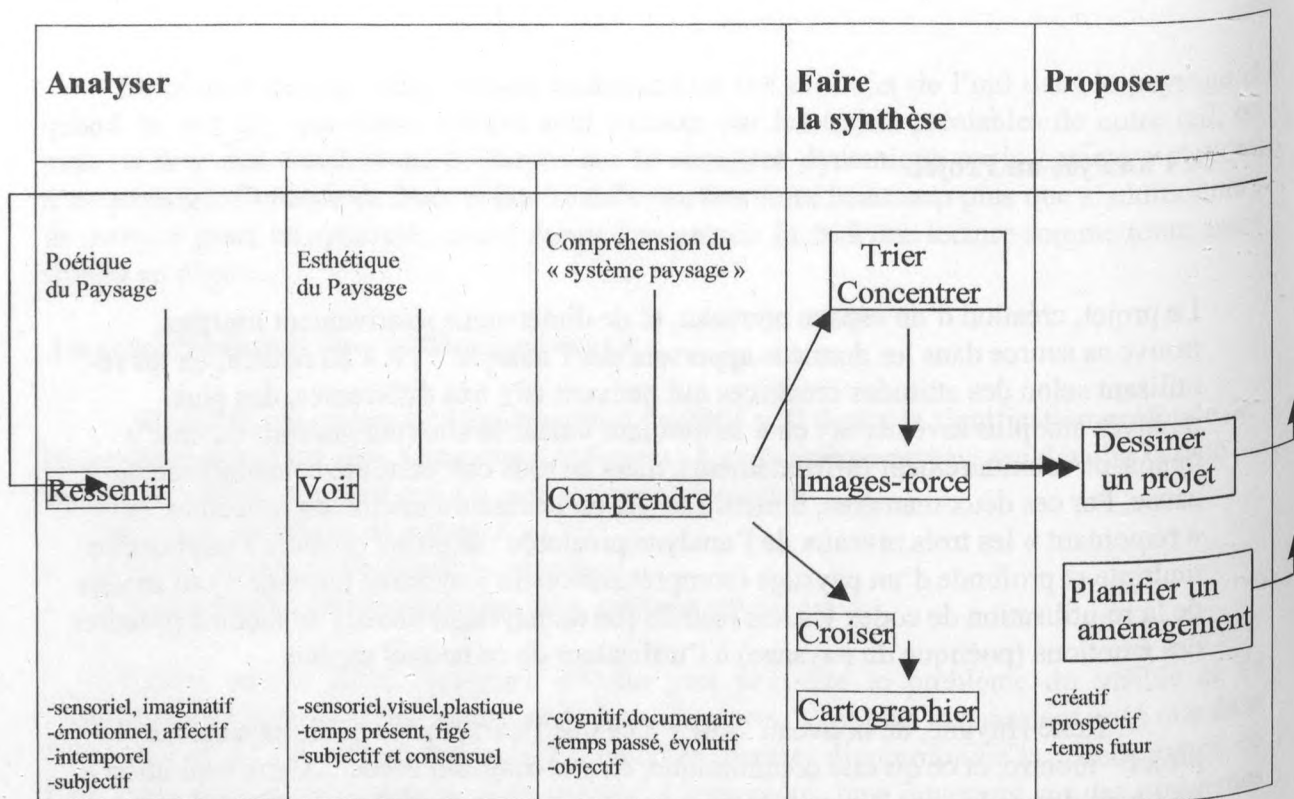
Le projet, création d'un espace nouveau, et de dimensions relativement limitées, trouve sa source dans les données apportées par l'analyse¹²². Il s'en nourrit, en les ré-utilisant selon des attitudes créatrices qui peuvent être très différentes, des plus passives aux plus inventives : en « se moulant » dans le site (intégration) ou en s'y opposant volontairement (affrontement), mais en tous cas, en toute connaissance de cause. Par ces deux manières, il mettra le site en lecture ou mieux, en re-lecture, en « remontant » les trois niveaux de l'analyse préalable : le projet révélera l'explication multiple et profonde d'un paysage (compréhension du « système paysage ») au travers de la ré-utilisation de codes visuels (esthétique du paysage) choisis de façon à procurer des émotions (poétique du paysage) à l'utilisateur de ce nouvel espace.

René Huygue, de nouveau : « Il y a ce que l'œuvre pour nous, paysagistes, le projet – montre, et ce qu'elle communique, en y ménageant accès... Cette aspiration à voir peut demander que l'image lui évoque toutes sortes de réalités intérieures, invisibles par nature, depuis les idées qui se traduisent par l'allégorie, jusqu'aux sentiments, aux états d'âmes – je dirais volontiers aux états d'être -, aux désirs et aux impulsions, qui ne peuvent être atteints que par des équivalences symboliques, dont l'artiste a conscience ou non. ».

Le raisonnement suivi n'est donc pas linéaire. Davantage encore que transversal, il est de type spiralé, qui prend comme point de départ un centre (le foyer) projection de soi-même sur la terre. La spirale, symbole logarithmique de la croissance, est une scission de la mise en ordre du monde (le Cosmos) à partir du désordre initial (le Chaos) différente de celle, plus classique, qui ordonne le monde de part et d'autre d'un axe, projection au sol de la verticale qui se dresse vers une idée du divin. Cette spirale permet au raisonnement de revenir en son centre, pour retrouver le stade émotionnel initial.¹²³

¹²² Brinckerhoff Jackson John, « A l'école des paysages », in *Le Visiteur*, n°5, pp. 131-146.

¹²³ Cette analyse concerne les unités paysagères dépendantes les unes des autres : les « paysages » et les « segments de paysage ». Elle ne s'applique pas aux « géons », petites unités correspondant à ce qu'on pourrait appeler des « milieux naturels élémentaires ».



De l'analyse à la cartographie, puis à la planification.

Un second usage de l'analyse, plus direct, est cartographique. La tentation est forte de fixer spatialement les identités paysagères, sous forme d'unités qui constituent un fonctionnement cohérent, décelable au travers des codes visuels. En effet, pour planifier de futurs aménagements, il faut connaître le « socle » sur lequel des décisions d'aménager seront prises. Mais pour dresser le visage de ce socle, il faut choisir ce que l'on veut y représenter.

L'examen des cartes nommées « cartes de paysage » de nombreux pays, quand elles existent (en Allemagne, Grande-Bretagne, Pays-Bas, Russie..) montre que ces cartes sont en réalité des cartes de biotopes additionnés tantôt de caractéristiques d'occupation du sol, de données botaniques ou faunistiques, tantôt d'indications géologiques ou pédologiques, voire climatiques topographiques ou culturelles, etc. Ces cartes, de plus, ne sont ni tout à fait des cartes de synthèse (Russie) ni tout à fait des cartes thématiques (Allemagne).

Ces cartes ne sont pas de véritables cartes de paysage, car ne faisant aucun cas des données relatives ni à l'esthétique, ni à la poétique, mais seulement à des données cognitives. On a donc cherché à établir un type de carte différent, représentant des codes visuels lus dans le paysage : cette carte est donc une carte de l'esthétique du paysage. Mais ces codes visuels, niveau intermédiaire de l'analyse, décryptent à la fois, en amont, la poétique du paysage, et en aval, la compréhension du « système-paysage ». Elle est donc beaucoup plus qu'une carte du seul message visuel.

Les codes visuels au nombre d'une quinzaine, se croisent en un très grand nombre de combinaisons possibles qui donnent autant de probabilités d'unités paysagères ayant leur identité propre. Les codes ne sont pas affectés d'une notation, ce qui signifie que la carte ne cherche pas à être quantitative, à la façon des recherches cartographiques, américaines par exemple (Ian Mac Harg), mais seulement qualitatives. L'usage qui en sera fait (voir plus loin) le justifie.

Pour éviter le risque de la pose des limites d'unités paysagères *a priori*, le travail se fait par mailles, de telle sorte que ces limites apparaissent tout naturellement et *à posteriori*. Cette maille, de 1Km x 1Km, correspond aux coordonnées Lambert des cartes IGN, ce qui est bien commode pour jalonner le terrain d'abord, et pour ensuite saisir les données par informatique. De plus, elle permet de correspondre correctement avec la notion de deuxième plan du paysage (le plan du rapport de l'homme, observateur, avec la société), qui est de l'ordre du Km. Chaque code visuel, s'il existe, est alors repéré à l'intérieur de cette maille, par observation faite en parcourant physiquement le terrain en tous sens, c'est à dire sans privilégier de points d'observation particuliers, route par exemple. Ce qui est cartographié ainsi, c'est le paysage pour le paysage, dénué de finalité prédéterminée. C'est l'usage qu'on en fera qui est prospectif. Une fois enregistré et cartographié, et puisqu'il est porteur à la fois de l'émotion et de la connaissance, le code visuel esthétique peut alors être détaché de l'observateur qui s'y trouve lui-même ainsi projeté.

La représentation de cette cartographie est faite selon le principe graphique des cartes de végétation de R. Corillion (CNRS) : à savoir une utilisation conjointe de la couleur sous forme de bandes répétitives (codes visuels relevant de l'ambiance du paysage) et de tramages (relevant de la géométrie du paysage)².

La lecture des pages graphiquement homogènes permet alors de cerner les unités de paysage, et de mettre en évidence les zones de transition entre unités.

Ces étapes interpellent un large spectre de comportements se traduisant par le **renouvellement de pratique explicites d'aménagement de territoires** ou par l'élaboration de véritables projets de paysage¹²⁴. Cette référence envers la notion de projet de paysage n'interpelle pas une normalisation d'actions de prescription mais favorise plutôt l'expression de significations, de métaphores et d'archétypes propres à chacun des milieux étudiés. Le passage obligé par ces étapes permet de penser le paysage soit comme objet d'intentions d'aménagement concrets (ex : projets de requalifications de ports de plaisance), soit comme milieu à partir duquel une infrastructure est amenée à s'intégrer ou à révéler les qualités comme les emblèmes paysagers, ou encore le réceptacle d'enjeux permettant de mieux situer la nature d'un projet et d'en infléchir les orientations ('implantation d'éoliennes).

¹²⁴ Marot, Sébastien, « L'alternative du paysage », in *Le Visiteur*, n°1, pp.54-85.

1. Introduction
2. Méthodologie
3. Résultats
4. Discussion
5. Conclusion

Le présent rapport a pour objet de présenter les résultats de l'étude menée sur le thème de l'évaluation des performances des élèves dans les situations de travail en groupe. Cette étude a été réalisée dans le cadre d'un projet de recherche financé par le ministère de l'Éducation nationale.

Le but de cette étude est de déterminer l'impact de différents facteurs sur les performances individuelles et collectives des élèves travaillant en groupe. Les variables étudiées sont : le type de tâche, le nombre de membres du groupe, la composition du groupe, le rôle de chacun des membres, le climat de travail, le leadership, etc.

La méthodologie adoptée est celle de l'expérimentation contrôlée. Les participants ont été répartis en groupes de travail de composition variable et ont réalisé une série de tâches de difficulté croissante. Les performances ont été mesurées à l'aide d'indicateurs objectifs et subjectifs.

Les résultats obtenus montrent que les performances individuelles et collectives sont influencées par plusieurs facteurs. En particulier, on observe que le type de tâche a un impact significatif sur les performances. Les groupes de travail de composition variable ont obtenu de meilleures performances que les groupes homogènes. Le rôle de chacun des membres du groupe a également un impact sur les performances collectives. Enfin, le climat de travail et le leadership ont des effets positifs sur les performances individuelles et collectives.

En conclusion, il apparaît que l'évaluation des performances des élèves dans les situations de travail en groupe est un processus complexe qui dépend de nombreux facteurs. Il est donc essentiel de prendre en compte ces différents facteurs pour optimiser les performances des élèves travaillant en groupe.

14 De
A
Géné
Fig 1. Prin
source :
II
éoliennes
habitués
le Guide
15
10
5
Fig 2. Echel
de gauche
à droite (147
à droite très
à gauche à
gauche à

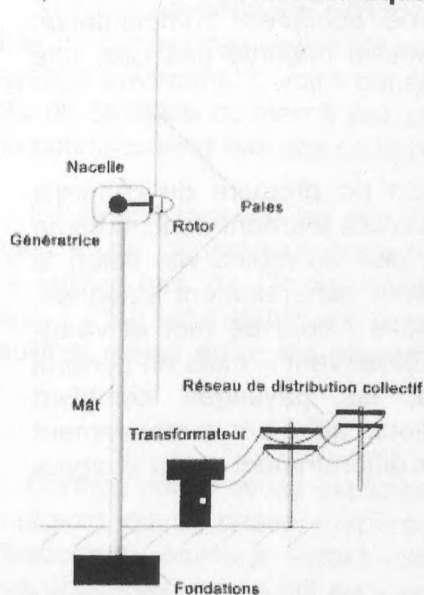
4.4 Des éoliennes dans les paysages

A. Éoliennes, paysage et acceptation sociale

1. Éolienne et parc éolien

a. L'éolienne

o Caractéristiques générales



Au cours des recherches dans le domaine de l'éolien, et selon l'usage auquel est destiné la production d'énergie, la forme des éoliennes a changé. Nous parlerons uniquement ici des modèles les plus répandus en ce qui concerne le « grand éolien ».

Une éolienne (fig.1) est constituée, de bas en haut :

- de fondations pouvant dépasser 100m^3 ,
- d'un mât souvent tubulaire contenant généralement à sa base le système de transformation électrique et une échelle permettant d'accéder au sommet,
- d'un rotor composé de l'ensemble des pâles, généralement au nombre de 3,
- d'une nacelle abritant la génératrice électrique, le multiplicateur, le système de frein, l'anémomètre, la girouette...

fig 1. Principe de fonctionnement d'une éolienne
(source : internet)

o Dimensions

Il est souvent difficile d'appréhender la taille réelle des objets très hauts dont font partie les éoliennes. Il est nécessaire de les comparer à des monuments ou des objets que nous sommes habitués à voir (fig. 2) pour faciliter notre compréhension de ces hauteurs. Ce travail a été fait dans le Guide pratique réalisé par le Conseil Général de la Manche :

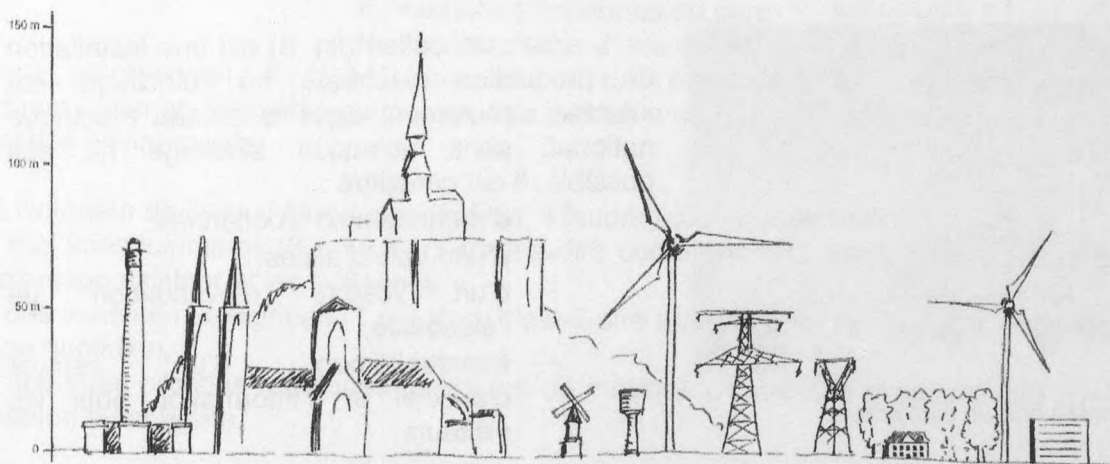


fig 2. Echelle comparée de différents éléments du paysage de la Manche.

De gauche à droite sur le croquis : le phare de Gatteville (77 m), la cathédrale de Coutances (77 m), le Mont-Saint-Michel (147 m), un ancien moulin (15 m), un château d'eau (23 m), une grande éolienne de 115 m (mât de 75 m), un pylône très haute tension (50 m), un pylône haute tension (35 m), une haie bocagère ou un petit bois (25 m), une maison ancienne à un étage (9 m), une éolienne de 90 m (mât de 50 m), un immeuble de cinq étages (15 m).

o **Caractéristiques paysagères**



fig. 3. Verticalité
(photo : EG)

Verticalité (fig. 3)

De part sa constitution : mât et rotor, l'éolienne est un objet vertical. Les pâles sont fines et en mouvement, et c'est donc le mât seul qui est très visible. Dans la nature, il existe peu de paysages marqués par la ligne verticale, à l'exception des forêts, et surtout des forêts de conifères. L'implantation d'éoliennes introduira donc, dans la majorité des cas, une caractéristique visuelle nouvelle.



fig. 4. Mouvement
(source : internet)

Mouvement (fig. 4)

Les éoliennes ont pour vocation de produire de l'énergie grâce à l'énergie du vent. Leurs pâles tournent donc, comme les ailes d'un moulin autrefois, plus ou moins vite selon la force du vent. Les paysages sont généralement statiques. On peut citer quelques exceptions : bord de mer et va-et-vient des vagues, champ ou forêt au vent – mais en général vus d'une certaine distance, les paysages semblent immobiles. L'œil humain est toujours attiré par le mouvement et les paysages seront donc vus différemment avant et après une implantation d'éoliennes.



fig. 5. Objet monumental
(source : internet)

Objet monumental (fig. 5)

De part ses dimensions, l'éolienne fait partie des très hauts objets. Elles peuvent être considérées comme des œuvres d'art ou comme des nuisances, selon la sensibilité de chacun. Mais dans tous les cas, elles impressionnent par leur taille et deviennent vite des points de repère dans le paysage.

b. **Le parc éolien**

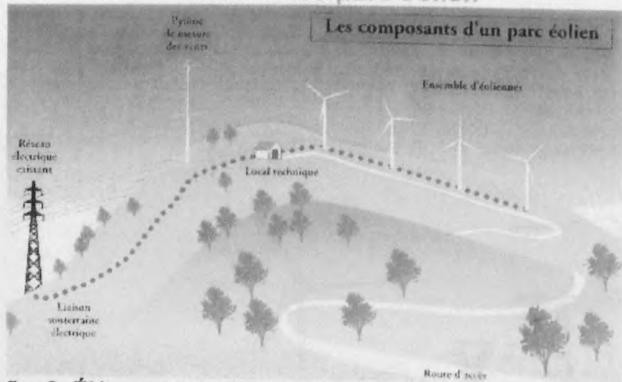


fig. 6. Éléments constituant un parc éolien

Le parc éolien (fig. 6) est une installation de production électrique où l'électricité est injectée directement dans le réseau électrique national, sans qu'aucun stockage ne soit possible. Il est constitué :

- d'un ensemble d'éoliennes,
- d'une voie d'accès,
- d'un réseau d'évacuation de l'électricité,
- éventuellement, d'un espace d'accueil et d'information pour les visiteurs.

Pour garantir un rendement optimal, il faut éviter que les éoliennes d'un parc se gênent. Les éoliennes sont placées perpendiculairement à la direction des vents dominants, soit en ligne séparées d'environ 200m, soit en quinconce séparée de 300m.

2. Composer un parc éolien dans le paysage

Bien que les parcs éoliens aient des impacts sur l'environnement, leur impact majeur est visuel. La prise en compte du paysage lors du montage des projets est essentielle, comme le témoigne la consultation de la Commission des Sites, Perspectives et Paysages (CSPP) lors de l'instruction des permis de construire éoliens.

Si nous ne pouvons parler d'intégration paysagère pour des objets si démesurés, il est possible de penser des règles de conception qui permettront de proposer des parcs respectueux du paysage environnant, voire bénéfiques pour les paysages existants. Cela implique la prise en compte du territoire concerné par une implantation d'éoliennes à une échelle assez large, ainsi qu'une connaissance fine des composantes physiques, naturelles et anthropiques du paysage.

Paul Gipe rappelle les principes édictés par Nielsen, dans le résumé qu'il fait de son ouvrage : « Une conscience écologique alliée à une finesse artistique doivent être les concepts clés à utiliser lors de l'implantation d'installations techniques comme les éoliennes, dans le paysage. Le but est d'établir une composition belle et narrative, en relation à l'eau ou aux surfaces, un équilibre visuel entre les éléments du paysage créés par l'homme et la nature, comme un tout ».

a. Aire d'étude

Comme nous l'avons explicité précédemment, les éoliennes sont des objets de très grande taille qui sont loin de passer inaperçu dans les paysages. Après l'installation d'un parc éolien, les modifications du paysage seront visibles à la fois à l'échelle locale et à une échelle globale. En effet les éoliennes auront fait évoluer le « grand paysage » car elles sont visibles de loin (plus de 20 Km par temps clair), depuis de nombreux points ou axes de communication. Elles sont un événement supplémentaire du paysage. Localement, les éoliennes modifient le « paysage quotidien » des riverains par leur présence massive, voire dominatrice. Les références au lieu et les points de repère de la population seront modifiés.

Lors du montage d'un projet de parc éolien, il est donc nécessaire de considérer une échelle territoriale pertinente pour l'étude paysagère. *Le Manuel préliminaire de l'étude d'impact des parcs éoliens* préconise d'utiliser la formule suivante pour estimer le rayon du périmètre d'étude éloigné :

$$R = (100 + E) \cdot h$$

R : rayon du périmètre d'étude éloigné

E : nombre d'éoliennes du parc

H : hauteur totale d'une éolienne

Ainsi, ce rayon sera de 10,5 Km pour un parc de 5 éoliennes d'une hauteur totale de 100m. Il s'agit d'une distance indicative qui pourra être modulée en fonction de la nature et de la qualité des paysages environnants.

A l'intérieur de l'aire d'étude ainsi définie, il faudra étudier et modéliser :

- des vues lointaines (3 à 15 Km), c'est-à-dire comprendre la relation qui pourra s'installer entre le paysage existant et les éoliennes,
- des vues semi éloignées (1 à 3 Km), c'est-à-dire appréhender l'impact des éoliennes dans le paysage quotidien,
- des vues proches (quelques centaines de mètres), c'est-à-dire proposer une conception en adéquation avec le site.

b. Conception claire et lisible

Le paysage ne doit pas perdre ses qualités intrinsèques lors de l'ajout de la composante éolienne. Un parc éolien peut apporter une nouvelle image forte à un espace banalisé ou peu lisible et permettre ainsi sa requalification. Il peut également renforcer le caractère d'un paysage équilibré et lisible.

Pour cela, Nielsen préconise d'utiliser la géométrie pour la conception des parcs éoliens et énonce que « l'ordre est le premier commandement de l'esthétique. » Caroline Stanton [4] le rejoint, en disant que « la relation entre les éoliennes et le paysage doit être simple pour apparaître claire et rationnelle » :

- une composition visuelle simple produit une image positive (fig. 7),
- au contraire, les éoliennes participent à la confusion visuelle dans un paysage existant très peu lisible (fig. 8),
- les éoliennes contrastent avec l'image patrimoniale d'un site historique (fig. 9),



fig. 7. composition simple, sentiment d'harmonie (source : Stanton)

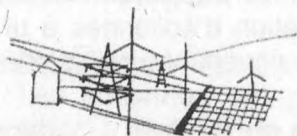


fig. 8. surenchère visuelle, sentiment de confusion (source : Stanton)

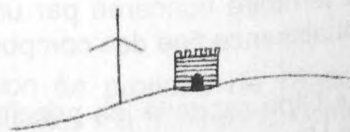


fig. 9. contraste d'image (source : Stanton)

De plus, elle recommande que les éoliennes d'un parc éolien puissent être vu dans leur ensemble (fig. 10). En effet, lorsque les limites sont confuses (fig. 11) ou lorsque les éoliennes sont disséminées dans deux unités paysagères adjacentes (fig. 12), le développement éolien peut paraître incontrôlé et menaçant visuellement.

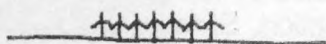


fig. 10. parc éolien saisi d'un coup d'œil (source : Stanton)



fig. 11. parc éolien aux limites confuses (source : Stanton)

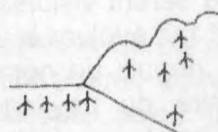


fig. 12. éoliennes réparties dans deux unités paysagères voisines (source : Stanton)

c. Composition, topographie et végétation

o Composition et topographie

La topographie est une des principales bases du paysage. D'après Caroline Stanton, une relation claire entre l'implantation des éoliennes et la topographie du site est une première étape vers une composition réussie. Dans un paysage plat, cette relation sera très claire : la verticalité des éoliennes contrastera avec l'horizontalité de l'espace environnant qu'elle égayera.

Les pentes ou les ondulations du sol vont créer des relations plus variables et changeantes entre éoliennes et topographie qui peuvent mener à des confusions visuelles selon les angles de vue (fig. 13).



fig. 13. différentes compositions vis-à-vis de la topographie : les implantations en plaine ou sur une crête semblent les plus lisibles. (source : Stanton)

o Topographie et visibilité

Selon la courbure de la pente et notre position d'observateur, les éoliennes seront vues à hauteur constante, en plongée ou en contre plongée, sur un fond de ciel ou sur un fond de terre. Ces différentes positions influenceront sur l'importance des contrastes de couleur entre les éoliennes et l'environnement, ainsi que sur le ressenti de l'observateur (liberté, envol, domination, écrasement...).

o **Composition et végétation**

Selon Caroline Stanton, les boisements doivent être pris en compte dans la conception des parcs éoliens, car ils sont des éléments structurants du paysage. Cependant, les plantations actuelles semblent parfois artificielles et ne sont plus en relation avec le reste du paysage et notamment avec la topographie (fig. 14 à 16). La composition du parc devra proposer une solution optimale, permettant de montrer des relations entre parcs éoliens, boisements et topographie.



fig. 14. parc en accord avec la topographie mais pas avec le boisement (source : Stanton)



fig. 15. parc en accord avec le boisement mais pas avec la topographie (source : Stanton)



fig. 16. éolienne en point d'appel après un boisement (source : Stanton)

d. **Composition et occupation du sol**

Aujourd'hui, et particulièrement en France, il reste peu de terres vierges de toute utilisation humaine. La composition d'un parc éolien doit donc prendre en compte les usages actuels et à venir des terrains susceptibles d'être équipés.

o **Espaces naturels ou agricoles**

Lorsque aucun usage particulier n'est décelé, les éoliennes imposent leur image sculpturale et confèrent au paysage une utilité énergétique. Par contre, si le territoire est exploité, le parc éolien peut être dessiné en relation directe avec les motifs propres à un certain usage du sol. Il pourra par exemple suivre un maillage bocager ou la grille d'un polder.

o **Zones bâties**

En général, les éoliennes tendent à être implantées le plus loin possible des zones bâties pour minimiser les impacts sonores et visuels pour les riverains. Cependant, certains parcs éoliens sont implantés très près des premières maisons d'habitations, parfois à moins de 500m. De loin, les éoliennes pourront paraître dominer les groupements d'habitation, et il semble préférable de laisser un espace de respiration entre éoliennes et zones bâties.

o **Routes**

Les éoliennes sont souvent implantées et bien acceptées le long d'autoroutes, car il semble normal d'associer ces deux aménagements aux forts impacts paysagers.

D'après Caroline Stanton, il faut choisir entre un parc éolien situé à proximité directe de la route (fig. 17), pour que le conducteur puisse voir le parc défilé sous ses yeux sans se détourner de la route et un parc situé assez loin mais pouvant être vu d'un regard rapide (fig. 18). Il faut éviter les installations à des distances intermédiaires qui seraient susceptibles de détourner l'attention des automobilistes (fig. 19).

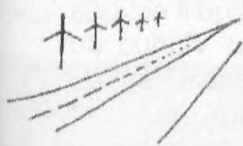


fig. 17. parc éolien suivant le tracé de la route (source : Stanton)



fig. 18. parc éolien situé à distance de la route (source : Stanton)

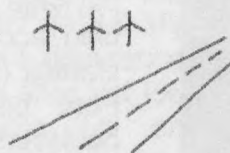


fig. 19. parc éolien pouvant déconcentrer un automobiliste (source : Stanton)

3. Un parc éolien transforme le paysage

Malgré les quelques idées de composition que nous venons de voir, il faut tout de même être conscient, lors du montage d'un projet (développeur) ou de l'accueil d'un parc éolien sur son territoire (élus, habitants), de l'impact qu'auront les éoliennes sur le paysage tant au niveau visuel que culturel.

a. Échelle

Caroline Stanton montre que l'échelle relative des éoliennes par rapport au paysage environnant dépend des vues qu'il est possible d'avoir dans tel ou tel type de paysage.



fig. 20. éoliennes occupant peu l'espace de visibilité (source : Stanton)



fig. 21. éoliennes trop visibles par rapport aux autres éléments du paysage (source : Stanton)

Les éoliennes sont généralement placées dans des endroits très exposés aux vents et souvent dégagés. Dans ce type de lieu, un parc éolien occupe peu d'espace dans la zone de visibilité totale, qui est large et profonde. Les éoliennes sont des éléments mineurs du paysage, par rapport à l'espace environnant ou aux autres éléments du paysage (fig. 20).

Par contre, dans les paysages fermés, petites vallées encaissées ou bocage très dense, les éoliennes monopoliseront l'espace de visibilité, étroit et peu profond. Dans ce cas là, elles pourront éclipser le paysage existant (fig. 21).

Il faut cependant utiliser l'argument de l'échelle du lieu de façon raisonnée, car celui-ci est parfois utilisé à la légère pour disqualifier certaines implantations d'éoliennes. Les paysages de bocage dense, paysages « à petite échelle », peuvent accueillir des éoliennes, comme le montre le récent parc de Sortosville-en-Beaumont .

A proximité du site, les éoliennes sont quasiment invisibles à cause des multiples écrans végétaux. De plus loin, et notamment des hauteurs voisines, les éoliennes émergent au-dessus des arbres et mettent en valeur le relief.

b. Mutation du paysage

On parle de mutation du paysage lorsque l'arrivée d'un nouvel élément paysager provoque une transformation perceptible à l'échelle de l'unité paysagère. Les caractéristiques plastiques et sensibles présentes avant l'implantation d'éoliennes sont remplacées par de nouvelles, apportées par le gigantisme, la forme, l'organisation spatiale d'un ou plusieurs parcs éoliens.

o Un nouveau paysage fort



fig. 22. Viaduc du Garabit (source : internet)

On parle de mutation paysagère positive lorsqu'un nouveau paysage est créé lors d'un acte fort d'aménagement et qu'il est très bien accepté par le public. On peut citer le cas du Viaduc du Garabit (fig. 22) construit par Gustave Eiffel ou plus récemment du Pont de Normandie, aménagements monumentaux qui ont bouleversé notre perception des paysages en place mais qui semblent réussis vu l'engouement qu'ils suscitent.

Nielsen déclare qu'« un parc éolien peut être pris pour un gigantesque élément sculptural du paysage, un projet de land art ». C'est sans doute en pensant ajouter un plus au paysage par le biais d'un acte presque artistique que la conception des parcs éoliens sera là

meilleure, et non en pensant les camoufler. Le parc éolien situé sur les crêtes de Navarre en Espagne est pour cela un bon exemple (fig. 23). Selon Martin « la mutation s'opère sur la base d'un acte fort, un nouveau paysage est créé, en contrepartie, d'autres sont préservés ».



fig. 23. Parc éolien sur les crêtes de Navarre, Espagne (source : internet)

o Mitage du paysage

Le mitage correspond au processus de prolifération d'éléments sans lien entre eux et sans logique d'aménagement, aboutissant à la dénaturaion de l'ensemble dans lequel ils s'inscrivent (Mutter, [6]). On peut parler par exemple du mitage du littoral par les constructions, les mobile homes, et le stationnement des caravanes et des camping cars.

La multiplication de parcs éoliens à proximité les uns des autres peut conduire à ce mitage. Dans tous les cas, il semble plus rationnel de concentrer les éoliennes dans un seul lieu afin de libérer d'autres territoires qui en seront vierges. Les collectivités territoriales ont le pouvoir d'aller dans ce sens en influant pour la réalisation de documents de planification qui permettront de favoriser la création de parcs éoliens optimisés dans les zones les plus favorables.

c. Covisibilité entre parcs

Dans les régions très ventées, les implantations d'éoliennes se multiplient afin de profiter du gisement éolien. Il se peut donc que d'un point un observateur puisse voir deux, trois, voire quatre parcs éoliens à des distances variées. On parle alors de covisibilité entre parcs éoliens. Cette covisibilité témoigne du mitage progressif du paysage, résultant du manque de planification du développement éolien.

Cette covisibilité est généralement peu appréciée, l'observateur se sentant cerné par les aménagements gigantesques que sont les parcs éoliens. Il semblerait judicieux d'imposer ou au moins de suggérer des espaces de respiration assez larges entre deux projets de ce type.

d. Exemples d'échecs et de réussites

Après ces quelques éléments théoriques de composition des parcs éoliens et ces réflexions sur leur impact visuel sur les paysages, voici deux exemples de parcs éoliens installés.

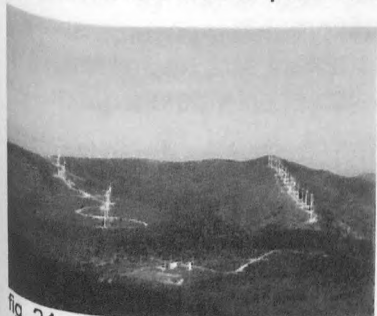


fig. 24. parc éolien de Castiglione (Italie) (source : internet)



fig. 25. parc éolien de Kappel (Danemark) (source : internet)

- Le premier se situe en Italie, à Castiglione Messer Marino, dans la province de Chieti (fig. 24). Ici, certaines éoliennes sont installées sur la crête, d'autres suivent des lignes secondaires du relief. L'espacement entre les éoliennes n'est pas toujours identiques : on a des lignes puis un amas. Ceci amène à une confusion visuelle réelle qui nuit au paysage environnant.

- Le second est celui de Kappel, au Danemark, à Lolland (fig. 25). Il s'agit d'un projet de 9,6 MW composé de 24 éoliennes. Celles-ci suivent rigoureusement la ligne du rivage, l'espacement entre elles est identique. La lecture en est aisée et agréable. Ici, on retrouve l'idée d'aménagement pensé comme un acte fort apportant un atout supplémentaire au paysage.

Au regard de ces deux exemples, les indications esthétiques données précédemment pour le design des parcs éoliens semblent donc bien recevables et applicables en pratique.

Ces questions difficiles d'aménagement amènent beaucoup de réactions de la part des habitants, dans les régions où naissent des projets de parcs éoliens. Il est intéressant de connaître l'opinion des français sur l'énergie éolienne et également sur ce qu'il pense de ces aménagements vis-à-vis du paysage.

4. Réactions du public vis-à-vis de l'éolien

a. L'énergie éolienne connue et plébiscitée par le grand public

Selon un sondage réalisé par l'ADEME en France en 2003, 9 personnes sur 10 ont connaissance de l'énergie éolienne et 70% des personnes interrogées ont déjà vu des éoliennes. A 92% les français se prononcent en faveur du développement éolien.

tab. 1 : Image des éoliennes parmi une liste d'item (ADEME, 2003)

Proposition « Les éoliennes... »	%
Ne polluent pas	93
Ne produisent pas de déchets	89
Ne sont pas dangereuses pour les hommes	83
Contribuent à l'indépendance énergétique de la France	82
N'aggravent pas les changements climatiques	76
Détériorent le paysage	61
Sont démontables facilement	59
Sont bruyantes	47
Sont esthétiques	37
Participent à l'attrait touristique de la région	31
Tuent les oiseaux migrateurs	30
Freinent la venue des touristes	22
Nuisent au développement commercial des produits régionaux	10

D'après les réponses qu'ils donnent (tab. 1), les français sont unanimes sur le fait que l'énergie éolienne est positive en matière d'environnement et de santé publique. Par contre, les questions concernant l'esthétique semblent plus polémiques...

b. Perception de l'éolien vis-à-vis du paysage

Deux tiers des interviewés (tab. 1) estiment que les éoliennes détériorent les paysages alors que 37% les trouvent esthétiques. Les réactions vis-à-vis de l'éolien semblent être de l'ordre du « j'aime, j'aime pas », certains voient les éoliennes comme des monstres démesurés tandis que d'autres apprécient leurs formes élancées et immaculées.

Cependant, l'habitude de voir des parcs éoliens peut changer l'opinion du public. En effet, le sondage montre que les habitants de l'Aude et du Finistère, où les parcs éoliens sont plus nombreux que dans les autres départements français, ont une meilleure image de ces installations (tab. 2).

tab. 2 : Les réponses concernant le paysage diffère selon la population

Proposition	Echantillon national	Suréchantillon Aude	Suréchantillon Finistère
Les éoliennes sont esthétiques	37%	50%	56%
Les éoliennes détériorent le paysage	61%	48%	33%
Les éoliennes participent à l'attrait touristique de la région	31%	47%	63%

D'après cet exemple, il semble bien que la connaissance de l'objet éolien participe à son acceptation dans le paysage.

c. Design et acceptation sociale

Dans son article *Design as if People Matter : Aesthetic Guidelines for the Wind Industry*, Paul Gipe [8] soulève le fait que le public est pour le développement éolien mais présente souvent le phénomène NIMBY (Not In My Back Yard), en d'autres termes « l'éolien, c'est bien, mais pas chez moi ». Selon lui, comme le soutien du public est fragile et qu'il peut être dilapidé par des projets mal conçus, l'industrie éolienne doit tout faire pour assurer que les parcs éoliens deviendront de bons voisins. « Un des moyens pour maximiser l'acceptation est d'incorporer des règles esthétiques pour le design des parcs éoliens ».

Il va dans le sens des préconisations données par Nielsen et Stanton qu'il cite et liste une série de règles à respecter pour une meilleure acceptation des parcs éoliens dans le paysage : fournir une uniformité esthétique, préférer des parcs spacieux de grandes éoliennes espacées aux parcs denses de petites éoliennes, choisir des machines aux proportions équilibrées et aux couleurs en harmonie avec le paysage, enterrer les lignes électriques reliant le parc éolien au réseau électrique, respecter le paysage local pour les aménagements paysagers environnants, soigner les abords du parc éolien, assurer une maintenance optimale pour que les éoliennes tournent au maximum, organiser l'accès au parc éolien, informer le public sur l'énergie éolienne.

Appliquer des règles esthétiques simples comme celles que nous avons vues permettra une meilleure acceptation des projets éoliens qui pourront être perçus comme des objets sculpturaux qui révéleront des lignes paysagères ou qui apporteront un nouvel événement paysager. Cependant, ceci n'est possible que si :

- le développement éolien est planifié à l'échelle des territoires (éviter le mitage, les covisibilités entre parcs),
- les projets éoliens résultent d'études approfondies des paysages existants (trouver un design en adéquation avec les éléments paysagers du site),
- les impacts visuels sont mesurés (modéliser pour mieux comprendre quel sera le futur paysage).

5. Modélisation de l'impact visuel des parcs éoliens

a. Les cartes de perceptions visuelles

Lors de la réalisation du document de référence concernant le développement éolien dans le Parc Naturel Régional (PNR) du Haut-Languedoc, le bureau d'études a proposé de réaliser une carte de synthèse des perceptions visuelles. Celle-ci permet « d'identifier les espaces d'influence des éoliennes en termes de visibilité et de covisibilité et de quantifier cette influence, de la visibilité lointaine au marquage fort du paysage ». Pour réaliser cette carte, il a imaginé qu'une éolienne de 100m était placée en chaque point du territoire du PNR et un système de pondération a été mis en place, prenant en compte la topographie qui masque ou non les éoliennes supposées, les zones habitées ou visitées (sentiers de randonnée, lieux touristiques, panoramas...), d'où les éoliennes sont majoritairement vues.

b. Les photomontages

Les photomontages sont des simulations réalistes de l'impact visuel des éoliennes dans les paysages. Ils sont beaucoup utilisés dans les volets paysagers des études d'impact de projets éoliens. Les photomontages fiables sont réalisés avec des logiciels informatiques, comme WindPro, permettant de relier des fonds cartographiques numériques, où sont localisées les éoliennes, à une photo prise sur le terrain. La taille relative des éoliennes à placer dans la photo de paysage est calculée grâce à la saisie de données concernant les hauteurs d'autres éléments visibles sur la photo et localisables sur la carte. Les images d'éoliennes proviennent d'une base de données intégrée. Sur le terrain, le relevé au GPS (Global Positioning System) du lieu de prise de vue, ainsi que la localisation exacte de son orientation, sont bien évidemment primordiaux.

c. Les modélisations « grandeur nature »

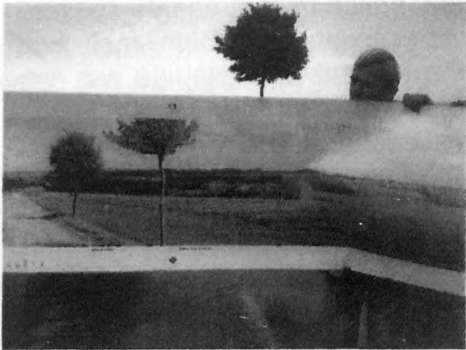


fig. 26. présentation de la modélisation devant le paysage réel
(source : EG, lors de la formation « Projets éoliens, projets de territoire »)

Le PNR des Caps et Marais d'Opale a lancé de nombreuses initiatives pour encadrer le développement éolien sur son territoire (voir paragraphe B.2.b).

Afin de visualiser l'impact des parcs éoliens existants et à venir sur le paysage, des chargés de mission ont eu l'idée de réaliser un type de modélisation innovant. Ils ont choisi un point de vue privilégié sur le paysage du Parc et sa périphérie et ont placé les parcs éoliens susceptibles d'être visibles dans un avenir proche sur un panorama à 180°. Ils peuvent ainsi présenter une sorte de photomontage « grandeur nature », long d'une dizaine de mètres, qu'ils peuvent dérouler devant le paysage réel (fig. 26). D'un coup d'œil, nous pouvons donc comparer le vrai paysage et celui qui pourrait s'offrir à nos regards si tous les projets éoliens voyaient le jour.

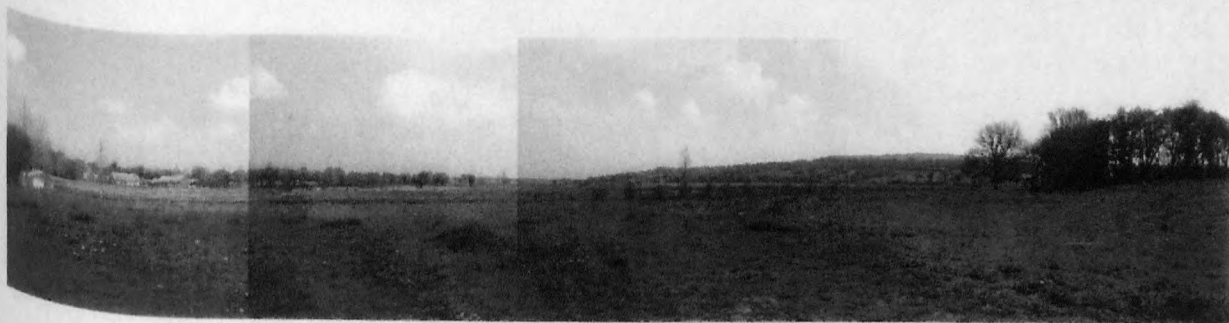
d. Les logiciels de modélisation en 3D et en vidéo

Actuellement il existe de plus en plus de moyens de modéliser l'impact d'un parc éolien dans le paysage : images 3D permettant d'imaginer la taille des machines par rapport au relief, images virtuelles et de synthèse, vidéos dans lesquelles il est possible d'ajouter une animation montrant les éoliennes en mouvement...

Dans cette première partie, nous avons vu que l'acceptation sociale des projets éoliens était intimement liée à une bonne prise en compte des aspects paysagers dans la conception des parcs d'éoliennes. Nous avons vu qu'il est possible d'associer éolien et paysage lors de gestes d'aménagement forts.

Les paysages de la Communauté de Communes de La Haye-du-Puits et leur sensibilité à l'éolien

Elise Génot



Introduction

Dans le but de réaliser un schéma d'implantation raisonnée de parcs éoliens sur la Communauté de Communes de La Haye-du-Puits, il a été jugé nécessaire de réaliser une étude paysagère permettant de connaître les caractéristiques et les sensibilités à l'éolien des différents paysages de ce territoire.

La première étape consiste à décrire les unités paysagères, c'est-à-dire les espaces homogènes du point de vue du paysage (topographie, occupation du sol, formes végétales, bâti, ambiances...), présentes sur le territoire de la Communauté de Communes. Ensuite il s'agit de mettre en relation les caractéristiques paysagères des éoliennes : verticalité, mouvement, objet monumental (voir fiche en fin de document) avec celles des paysages, afin d'évaluer leur sensibilité à l'éolien.

1. Les différentes unités paysagères

L'analyse paysagère met à jour qu'il existe quatre unités paysagères principales : la côte, les monts, le bocage et les marais. Cependant le bocage n'est pas uniforme sur ce territoire, et il était nécessaire de distinguer : le bocage côtier proche des mielles, le bocage haut et les landes (sur les communes de Surville, Baudreville, Bolleville, St-Symphorien-le-Valois) et enfin le bocage vallonné situé à proximité des monts ou des marais.

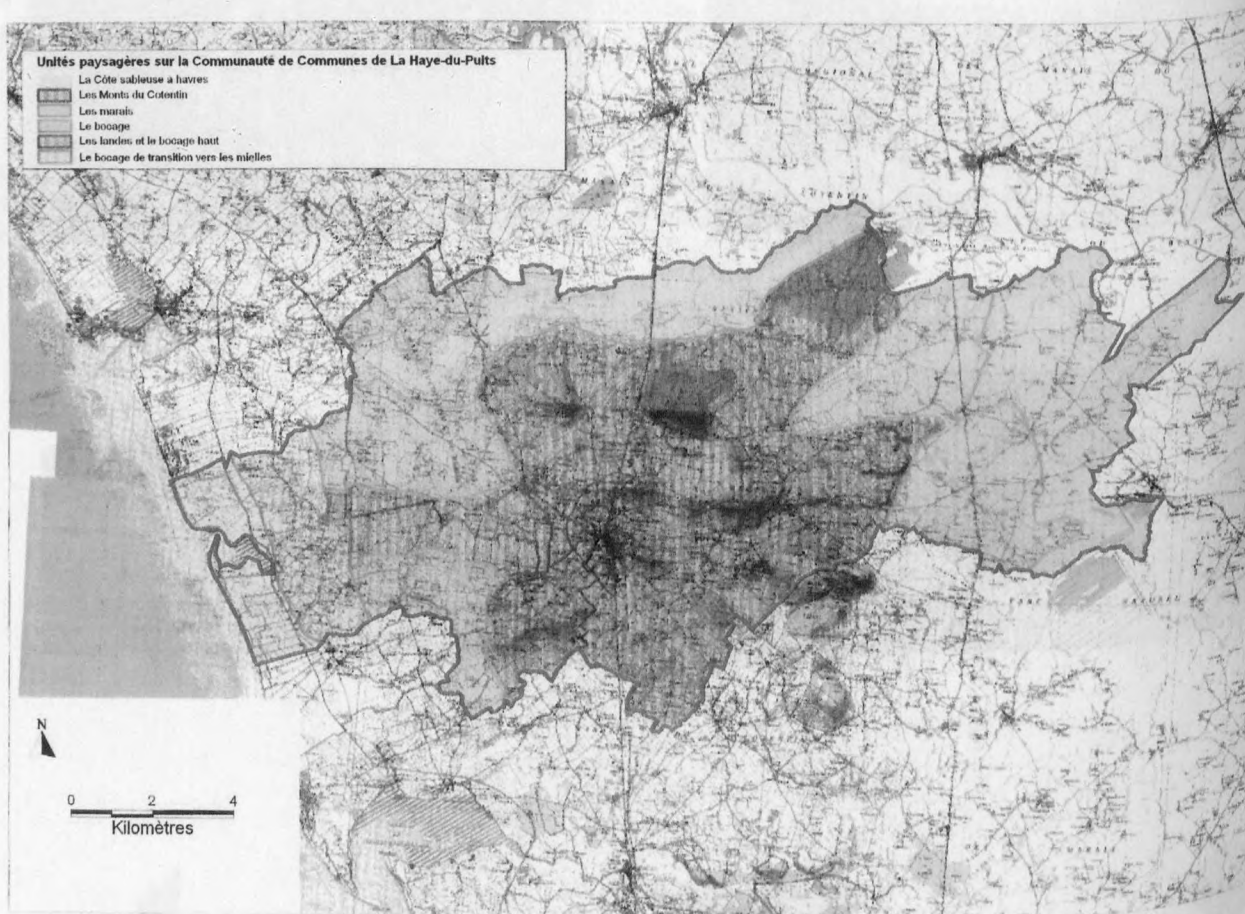


fig. 1. Élise GÉNOT. Cartes des unités paysagères

2. La Côte sableuse à havres

Le littoral (de Surville à St Rémy-des-Landes) est encore sauvage et peu construit. Le Conservatoire du Littoral possède en effet une bonne partie du territoire situé à proximité du havre de Surville.

De la mer vers les terres on rencontre : de longues plages de sables, les dunes, puis les mielles, ces petites dunes recouvertes d'une végétation basse de lande ou utilisées pour les cultures maraîchères.

Les plages et le cordon dunaire



fig. 2. Élise GÉNOT
Plage et brume (Glatigny)

Les plages sont très longues et couvertes d'un sable fin.

Le paysage est marqué par l'horizontalité caractéristique des littoraux (fig. 2). La transparence est forte en direction de la mer puisque aucun obstacle n'arrête la progression de notre regard jusqu'à l'horizon. Au contraire, vers les terres notre vue s'arrête sur les dunes hautes d'une dizaine de mètres.

Trois éléments composent ce paysage : ciel, mer et sable qui selon la lumière s'affrontent dans des contrastes de couleurs et de textures ou au contraire s'accordent dans des camaïeux. Lorsque la lumière est intense et la mer calme, celle-ci devient miroir et permet au ciel de s'y refléter.

Les ambiances qui se dégagent de tels espaces dépendent fortement de la météo : sérénité lorsque la température est élevée et le ciel bleu intense, mystère lorsque la brume monte lentement de la mer, inquiétude lorsque celle-ci est déchaînée et que l'orage gronde...



fig. 3. Élise GÉNOT
Dunes de Glatigny

Le cordon dunaire est une sorte de barrière paysagère entre l'espace littoral au sens strict : mer et plages sont séparées du reste du territoire. Hautes d'une quinzaine de mètres, elles nous empêchent de voir le paysage qui se trouve au-delà, sauf au niveau des accès aménagés (fig. 3).

Les pentes des dunes introduisent courbes ou obliques qui tranchent avec l'horizontalité du littoral au sens strict.

Les dunes sont couvertes d'une végétation herbacée dont la couleur et la texture contraste avec celles du sable.

Codes visuels : horizontalité, transparence, contraste ou harmonie de couleurs et de texture, courbe ou oblique des dunes, selon la lumière : réflectance.
(Voir les fiches présentant quelques caractéristiques visuelles).

Le havre de Surville

C'est un espace très particulier coincé entre les mielles et le littoral. Ce havre a été formé par l'action de la Dure (ruisseau) sur le cordon dunaire qu'elle a dû longer puis percer avant de s'écouler vers la mer. C'est le lieu de rencontre des eaux douces et salées, il est soumis au régime des marées et son visage est donc changeant. Le havre de Surville est en voie de comblement avancé car les apports d'eau douce de la Dure sont très limités.

On retrouve les codes visuels rencontrés précédemment : l'horizontalité est toujours très prégnante, l'inexistence d'obstacles visuels de proximité se traduit par une transparence

importante du paysage, enfin les couleurs naturelles sont très harmonieuses. Cependant la particularité du havre est la présence du cours d'eau introduisant courbes et méandres dans ce tableau (fig. 4). De plus, l'eau s'écoulant mal, s'arrête dans des creux et forme des « tâches d'eau » reflétant le ciel au milieu d'une surface sableuse homogène. Ces « tâches d'eau » répartis aléatoirement anime cet espace plan et unicolore.



fig. 4. Élise GÉNOT. Le havre de Surville

Codes visuels : horizontalité, transparence, harmonie de couleurs, ligne courbe, répartition aléatoire des « tâches d'eau »
(Voir les fiches présentant quelques caractéristiques visuelles).

Les mielles

Les mielles sont ces larges espaces formés par de petites dunes couvertes d'une végétation rase ou cultivées, situées entre les dunes hautes du littoral et la reprise du bocage.

Le paysage est très horizontal, malgré les ondulations à petites échelles du terrain. Notre regard est arrêté par les dunes d'un côté et la végétation de l'autre, mais ces obstacles sont lointains et nous laissent face à de vastes espaces un peu monotones. En effet la végétation est uniforme et unicolore. Lorsque nous parcourons ces espaces à pied nous pouvons sentir une immensité presque digne d'un désert (fig. 5).



fig. 5. Élise GÉNOT
Les mielles à Glatigny

Lorsqu'on se rapproche de la RD650, « la Touristique », ces espaces nus et vides sont de plus en plus utilisés, tant à des fins touristiques – construction de pavillons, installation de Mobil homes (fig. 6) ou plus simplement emplacement de caravanes – qu'agricoles : pâturage bovin et cultures maraîchères (carottes, poireaux (fig. 7)) qui forment des patchwork de couleurs et de textures.



fig. 6. Élise GÉNOT
Mobil home à Surville



fig. 7. Élise GÉNOT
Culture de poireaux à Surville

Codes visuels : horizontalité, transparence, harmonie ou contraste de couleurs et textures.
(Voir les fiches présentant quelques caractéristiques visuelles).

Sensibilité à l'éolien

Sur le territoire de la Communauté de Communes, la frange littorale est assez réduite, à peine 4 km de côtes, et il serait peut-être intéressant de la conserver vierge de toute implantation.

De plus, le littoral est assez préservé, peu construit, centré sur un espace naturel de qualité : le havre de Surville, et contraste avec les paysages d'exploitation situés plus au sud, vers Pirou et Créances.

Même si les paysages de transition vers le bocage seront traités ultérieurement, nous pouvons remarquer dès à présent que l'ensemble formé par l'église, le manoir et le château, situé le long de la D650 à Surville, fait parti du patrimoine bâti ayant une forte influence sur le paysage environnant. Celui-ci serait sans doute éclipsé par la présence d'un parc éolien à proximité.

Notons également que le développement de l'éolien off-shore est en cours et qu'il se tournera peut-être vers les territoires maritimes situés à proximité de ces côtes, il faudra intégrer cette problématique et choisir entre ces deux types d'implantation. En effet la présence de parcs éoliens terrestres et off-shore mènerait inévitablement à une saturation visuelle.

Pour mémoire le Guide « Les éoliennes dans les paysages de la Manche : pour une implantation raisonnée » parle de ces espaces en ces termes : « Le caractère patrimonial et emblématique de ce paysage littoral de la Manche et notamment des havres, est plutôt défavorable à l'implantation de projets éoliens. Pour les secteurs en arrière du rivage, il est cependant possible d'envisager une mutation du paysage où quelques groupes ou chapelets d'éoliennes viendraient souligner, à distance, la présence du rivage par un effet de « porte » sur le littoral, environ 1km en arrière de la rupture de pente des premiers reliefs de la falaise morte, bien sûr à l'écart des havres aux paysages à protéger. Ces éoliennes pourraient devenir un élément caractéristique du paysage de quelques petites portions de ce littoral très linéaire. » (p. 59).

3. Le bocage

a. Le bocage côtier de transition



fig. 8. Élise GÉNOT
Vue en direction de la côte
(St-Rémy-des-landes)

Les paysages ne sont pas juxtaposés les uns à côté des autres, souvent ils s'interpénètrent et on rencontre bien souvent des zones de transition entre deux unités paysagères. Ces zones de transition sont de largeur inégale car cela dépend, selon les cas, du relief, de la nature du sous-sol, du climat...

Ici la zone transitoire entre mielles et bocage forme une bande parallèle au littoral d'un à deux kilomètres de large. Ses caractéristiques sont l'existence de nombreux gradients qui concernent, la densité et la hauteur des haies (fig. 8), la nature des sols (fig. 9)... En effet, plus on se dirige vers l'intérieur des terres, moins les sols sont sableux, et plus les haies sont hautes et fournies.

Ces espaces sont globalement très ouverts, assez plats ou en pente douce vers la mer. Les parcelles sont assez grandes, entourées de haies discontinues et dégradées du fait de leur exposition aux vents forts (fig. 9).

Il y a peu de lignes très fortes dans ce paysage. On sent très vite qu'il s'agit d'un espace de transition, ayant des



fig. 9. Élise GÉNOT
Sol sableux et haies discontinues (Surville)

caractéristiques de deux entités très différentes, mais atténuées et combinées. Ce territoire est donc peu lisible. L'horizontalité et la transparence du littoral sont conservés, des jeux de lignes sont introduits par le réseau de haies naissant (fig. 8).

Codes visuels : horizontalité, transparence, jeux de lignes.
(Voir les fiches présentant quelques caractéristiques visuelles).

Sensibilité à l'éolien

Un espace de transition peu lisible pourrait bénéficier positivement de la présence d'éoliennes. Elles introduiraient de nouvelles caractéristiques visuelles fortes dans ce paysage, et le structureraient. Cependant, cette unité paysagère est en dialogue permanent avec celle de la côte sableuse à havres, et on a vu qu'une implantation dans cette unité ne serait pas idéale.

Le Guide « Les éoliennes dans les paysages de la Manche : pour une implantation raisonnée » ne distingue pas les différents types de bocage de façon si fine. Il évoque ces espaces en ces termes : « Ce type de paysage relativement fermé ne permet pas de vues d'ensemble sur des parcs éoliens. La taille des éoliennes créerait parfois une rupture d'échelle avec le paysage, (...). La perception d'éventuels projets, aléatoire selon le relief, produirait un effet de mitage dans le bocage. Ce secteur est donc plutôt défavorable à l'implantation d'éoliennes. Cependant, (...) des projets éoliens pourraient devenir envisageable quand le relief est assagi et permet des vues lointaines.

NB : Cette unité de paysage étant très étendue, les contraintes paysagères du contexte local d'un projet peuvent être fort différentes d'un secteur à l'autre » (p. 83 et 84).

b. Les landes et le bocage haut



fig. 10. Élise GÉNOT
Lande (Baudreville)

Une étroite portion de lande se développe de Surville à St-Symphorien-le-Valois. On y trouve un paysage bocager particulier et très localisé.

Ce paysage est caractérisé par de larges parcelles de landes, souvent pâturées, entourées de haies bocagères à strate haute majoritaire (fig. 10).

Les caractéristiques visuelles dépendent de notre lieu d'observation. En effet, à l'entrée d'une parcelle, le paysage est très ouvert devant nous (fig. 10). Il est marqué par l'horizontalité et de façon plus discrète par la ligne aléatoire formée par la cime des arbres.

Lorsque l'on se trouve sur une route, la perception du paysage est très différente. En effet, les routes sont bordées de haies composées d'arbres haut jet qui ferment la vue de

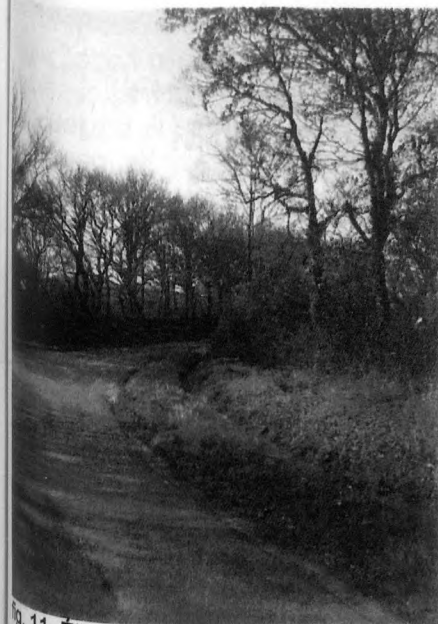


fig. 11. Élise GÉNOT
D337 à Surville

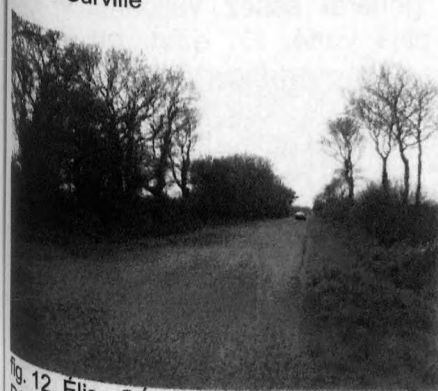


fig. 12. Élise GÉNOT
D67 entre Surville et Baudreville

part et d'autre de la route et qui guident nos regards dans l'axe de la route. Les caractéristiques visuelles sont ici l'opacité, la courbe (fig. 11) ou la symétrie (fig. 12) selon le tracé de la route et l'alternance de l'ouverture et de la fermeture des vues (route ou ouverture de parcelle). On peut également parler d'épaulement lorsque un écran plus haut d'un côté par exemple, nous amène à regarder privilégiement dans une certaine direction.

Codes visuels : *horizontalité, ligne aléatoire, opacité, courbe, symétrie, alternance d'ouverture et de fermeture, épaulement.*

(Voir les fiches présentant quelques caractéristiques visuelles).

Sensibilité à l'éolien

Cette unité paysagère présente de larges espaces plans traversés par des routes rectilignes. Les haies d'arbres haut jet cloisonnent ces étendues au niveau des routes, mais cela ne crée pas une atmosphère intimiste car les parcelles peuvent être découvertes fréquemment au niveau des entrées. Il ne s'agit pas d'un territoire mystérieux mais au contraire d'un paysage très facilement lisible.

Des éoliennes pourraient être implantées avantageusement de part et d'autre de la RD67, qui est en quelques sortes la moelle épinière de cette unité paysagère. Cela créerait un effet de porte, qui pourrait annoncer, par exemple, la présence toute proche de la côte.

Le Guide « Les éoliennes dans les paysages de la Manche : pour une implantation raisonnée » ne distingue pas les différents types de bocage de façon si fine. Il évoque ces espaces en ces termes : « Ce type de paysage relativement fermé ne permet pas de vues d'ensemble sur des parcs éoliens. La taille des éoliennes créerait parfois une rupture d'échelle avec le paysage, (...). La perception d'éventuels projets, aléatoire selon le relief, produirait un effet de mitage dans le bocage. Ce secteur est donc plutôt défavorable à l'implantation d'éoliennes. Cependant, (...) des projets éoliens pourraient devenir envisageable quand le relief est assagi et permet des vues lointaines.

NB : Cette unité de paysage étant très étendue, les contraintes paysagères du contexte local d'un projet peuvent être fort différentes d'un secteur à l'autre » (p. 83 et 84).

c. Le bocage vallonné caractéristique de la Manche

Il s'agit sur ces territoires d'un bocage encore bien conservé. On rencontre cependant différents types de haies en fonction de leur état d'entretien : bocage traditionnel à deux strates, bocage à une strate ponctuée de quelques arbres résiduels de la haute strate, bocage à une strate, haute ou basse. Selon le type de bocage et de relief rencontrés, notre regard sera plus ou moins contenu par des obstacles végétaux ou appelé par d'autres éléments (bâti, prairies dégagées...).



fig. 13. Élise GÉNOT
Ouverture et fermeture du paysage
(Baudreville)



fig. 14. Élise GÉNOT
Ligne courbe créée par la route
(St-Sauveur-de-Pierrepont)



fig. 15. Élise GÉNOT
Parcelle présentant une vue dégagée sur le
paysage environnant (Baudreville)

Le réseau de haies apporte ses caractéristiques au paysage. Les différents types de haies créent un jeu de portes et de fenêtres qui nous font découvrir le paysage petit à petit au gré des ouvertures dans les haies (fig. 13). Le fait de n'avoir que des lieux ponctuels d'observation de « l'intérieur du paysage » stimule notre curiosité et nous pousse à tourner la tête dès que nous approchons d'une de ces portes (entrée de parcelles) ou fenêtres (haie plus basse, trous, arbres non remplacés).

Les haies, de taille équivalente ou non de part et d'autre d'une route ou d'un chemin guide notre regard (fig. 14). On parle d'épaulement lorsque un écran plus haut d'un côté par exemple, nous amène à regarder privilégié dans une certaine direction (fig. 13). Le paysage est relativement opaque, du fait de la présence des nombreuses haies. Lorsqu'elles sont hautes et denses, elles délimitent des espaces cloisonnés et intimistes.

Le terrain est en général assez vallonné et le paysage en est d'autant plus varié. En effet, on a de certaines parcelles des vues dégagées (fig. 15), alors qu'au contraire la conjonction du relief et du cloisonnement par les haies nous confine dans des espaces intimistes.

Les lignes peuvent être courbes : tournant d'une route (fig. 14), relief vallonné - horizontales : haies, paysage au loin (fig. 15) - ou obliques : route, talus, haies.

Le paysage évolue au gré des saisons. En effet avec le feuillage, les haies sont denses et opaques du printemps à l'automne alors qu'elles sont relativement transparentes en hiver. Dès le début du printemps le vert domine, puis les fleurs champêtres amènent quelques touches jaunes, blanches ou roses mais restent discrètes et ponctuelles.

Il existe bien évidemment des nuances au sein de cette unité paysagère. Cela tient à la taille des parcelles, à l'entretien des haies, au relief, au tracé des routes et à l'interaction avec les autres unités paysagères environnantes.

Codes visuels : dominance du vert, épaulement, effet de portes et de fenêtres, différents jeux de lignes (horizontale, courbe, oblique).
(Voir les fiches présentant quelques caractéristiques visuelles).

Sensibilité à l'éolien

Ce paysage est en général assez bien structuré et cohérent. Ses caractéristiques paysagères concernent majoritairement l'ouverture, la fermeture du paysage et le guidage visuel dans certaines directions. Ces aspects ne sont pas contradictoires avec un parc éolien mais il faut privilégier les espaces qui laissent un peu de dégagement pour permettre au visiteur de le saisir dans sa globalité. Cela évitera que le parc paraisse alors monumental et hors de l'échelle du lieu.

Pour mémoire le Guide « Les éoliennes dans les paysages de la Manche : pour une implantation raisonnée » parle de ces espaces en ces termes : « Ce type de paysage relativement fermé ne permet pas de vues d'ensemble sur des parcs éoliens. La taille des éoliennes créerait parfois une rupture d'échelle avec le paysage, (...). La perception d'éventuels projets, aléatoire selon le relief, produirait un effet de mitage dans le bocage. Ce secteur est donc plutôt défavorable à l'implantation d'éoliennes. Cependant, (...) des projets éoliens pourraient devenir envisageable quand le relief est assagi et permet des vues lointaines.

NB : Cette unité de paysage étant très étendue, les contraintes paysagères du contexte local d'un projet peuvent être fort différentes d'un secteur à l'autre » (p. 83 et 84).

4. Les Monts

Les Monts



Fig. 16. Élise GÉNOT
Le Mont de Doville (Neufmesnil)



Fig. 17. Élise GÉNOT
Vue sur le bocage et le Mont Etencin depuis le Mont de Doville

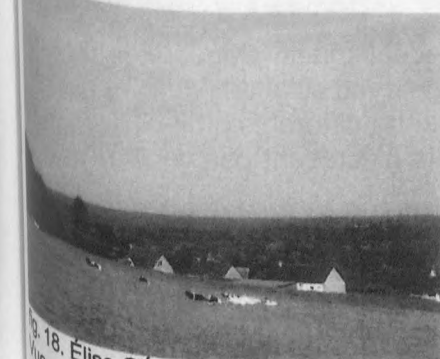


Fig. 18. Élise GÉNOT
Vue depuis le Mont Ste Catherine (Neufmesnil)

On parle habituellement des « 5 Montagnes du Cotentin », à savoir le Mont de Doville (112m), le Mont Castre (130m), le Mont Étencin (131m), le Mont de Ste-Catherine (98m) et le Bois de la Poterie (104m). Cependant on peut ajouter à cet ensemble, le Bois de Broquebeuf (79m) et les reliefs situés sur les communes de Montgardon (87m) et de Mobecq (78m).

Ces Monts sont généralement boisés, sauf le Mont de Doville couvert de landes. Ils se détachent donc sur l'horizon comme des masses sombres aux courbes douces (fig. 16).

Les caractéristiques visuelles de cette unité paysagère sont bien sûr très liées à celle de l'unité paysagère précédente car c'est le bocage qui relie les monts entre eux. Épaulement, effet de portes et de fenêtres, jeux de lignes subsistent auxquels on peut ajouter les courbes des Monts.

Cependant les monts permettent également de découvrir les paysages de plus loin et de plus haut, notamment le Mont de Doville qui offre un panorama inégalé sur la Communauté de Communes puisque son sommet est dégagé. De haut, notre perception du bocage change du tout au tout. En effet, il apparaît vu d'assez près comme une mosaïque de parcelles aux teintes variées (fig. 17) ou au loin comme une mer végétale (fig. 18).

Codes visuels : *Épaulement, effet de portes et de fenêtres, jeux de lignes, courbe, mosaïque de couleurs, mer végétale. (Voir les fiches présentant quelques caractéristiques visuelles).*

Certains Monts sont situés à proximité directe des marais. Parfois notre regard est attiré d'un côté par les pentes des Monts et par les vastes espaces nus des marais. Il est donc délicat de tracer une frontière nette entre les deux unités paysagères. De plus, avec l'augmentation des altitudes lors de l'ascension des Monts nos regards portent plus loin et notamment en direction des marais. La carte des unités paysagères que nous avons présenté plus haut a valeur d'indication mais ne doit pas être comprise comme une juxtaposition de paysages aux caractères distincts et sans dialogues.



fig. 19. Élise GÉNOT
Brumes vers le Mont Castre

Il faut également signaler qu'il existe de nombreux contes et légendes inspirés de ces paysages aux ambiances si particulières et variées (fig. 19). L'aménagement du paysage doit pouvoir permettre des évolutions du paysage sans gommer l'imaginaire du lieu forgé au cours des temps.

Sensibilité à l'éolien

Les paysages que nous venons de décrire sont particulièrement emblématiques dans le département de la Manche. En effet, ils sont à la fois des points de repère et des lieux privilégiés pour l'observation des paysages. Ce sont également des espaces de promenades et de visites qui sont associés à un imaginaire local alimenté de nombreux contes et légendes. L'implantation d'éoliennes, en faisant évoluer le paysage, changerait l'image de ce territoire.

Les monts sont situés assez près les uns des autres et il semblerait hasardeux de rompre la covisibilité entre deux monts en y intercalant un parc éolien. L'implantation de parc éolien semble de ce fait peu favorable au cœur de l'unité paysagère mais pourrait peut-être être envisagée à sa périphérie, quand les caractéristiques visuelles propres aux monts s'atténuent et laisser place à celles du bocage uniquement. Les reliefs des monts pourraient être soulignés à distance par des parcs éoliens.

Cependant, il faut bien comprendre que l'implantation d'éoliennes fera évoluer les paysages. Il faut en être conscient et être maître de ce développement.

Pour mémoire le Guide « Les éoliennes dans les paysages de la Manche : pour une implantation raisonnée » parle de ces espaces en ces termes : « Dans un paysage au relief aussi nettement contrasté, des éoliennes seraient très visibles et aisément situables dans l'espace par rapport aux Monts. La covisibilité de différents projets devrait être envisagée à l'échelle des 5 Monts. Dans ce paysage pourtant à l'échelle des éoliennes, le caractère emblématique et patrimonial de ces monts est plutôt défavorable à l'implantation d'éoliennes. Cependant, à l'est, des éoliennes pourraient venir souligner l'articulation de ce paysage avec celui des marais, le long de la RD24 et des lignes à très haute tension. Outre la covisibilité entre différents projets, il faudrait veiller à ce que l'échelle des éoliennes et leur distance aux Monts n'écrasent pas ce paysage si particulier. » (p. 115).



fig. 20. Élise GÉNOT - Vue sur les paysages embrumés depuis le vieux château du Mont Castre

5. Les marais du Cotentin et leur écrin bocager

Les marais « sensus stricto »

Les espaces de marais se présentent sous la forme de vallées à larges fonds plats. Les cours d'eau (la Douve, la Senelle, le Gorget...) sont très peu visibles car le niveau de leur lit est inférieur à celui des vastes plaines. On les devine grâce à la présence des ouvrages qui les enjambent ou au fin zigzag de végétation touffue qui les bordent. La végétation est en majeure partie constituée d'herbacées formant de grandes prairies verdoyantes. Quelques arbres (frênes, saules, peupliers) viennent parfois égayer ces espaces très uniformes.

Les marais présents sur le territoire de la Communauté de Communes : le marais de la Sangsurière, celui de l'Adriennerie et ceux bordant la Douve et la Senelle sont assez homogènes à la fois par leurs dimensions et leur morphologie. En effet ils représentent des couloirs aux horizons plans et profonds de 500m à 2km de large et de 5 à 10km de long, occupés par de vastes prairies. Ceci vient du fait qu'ils correspondent aux zones les plus tourbeuses et qu'ils ont été exploités de façon communale, ce qui leur a conféré petit à petit cette unité.

Les paysages varient plus que les autres selon le niveau d'eau et donc selon les saisons. Le niveau d'eau détermine en effet la croissance des végétaux, les activités humaines et peut introduire des caractéristiques visuelles variées.

Au printemps, ces marais sont particulièrement verts, couverts d'une herbe grasse dont se régalaient les bovins que l'on voit paître et qui mouchètent les prairies de leurs robes aux couleurs variées. Le jaune vif des pissenlits contraste avec le vert franc majoritaire dans ce paysage. Il rappelle le jaune des champs de colza (fig. 21) que l'on aperçoit parfois au loin ou celui des ajoncs en fleurs à cette période dans le bocage environnant. A la transition entre marais et bocage sont parfois plantés des peupliers d'Italie dont le jeune feuillage ajoute des touches rouges à ce tableau (fig. 22).



fig. 21. Élise GÉNOT
Le jaune des pissenlits rappelle celui du colza au loin - Port Butor (Cretteville)



fig. 22. Élise GÉNOT
Tâches rouges formées par le jeune feuillage des peupliers d'Italie (*Populus italica*) - Marais de Franquetot (Vindefontaine)

Entre printemps et automne, seules les couleurs changent. Les prairies passent du vert intense au jaune paille (fig. 23), puis sont fauchées. En automne, à l'arrière, les bêtes sont retirées des prairies et les dernières balles de foin rentrées.

En hiver, les fortes précipitations peuvent mener à la *blanchie*, l'inondation du marais. C'est à cette période que le marais se révèle, et qu'un nouveau paysage se montre au visiteur. L'horizontalité est sublimée par les jeux de reflets et de lumière provoqués par la nappe d'eau qui couvre les fonds plats du marais (fig. 24).



fig. 23. Coll PNRMCB
Marais de l'Adriennerie l'été

Source : De Terre et d'eau. Au rythme de la blanchie dans les marais du Cotentin. PNRMCB.



fig. 24. P.-Y. Le Meur. Coll PNRMCB

La particularité de ces zones de marais est finalement leur caractère ouvert : relief d'une extrême platitude, végétation rase qui ne créent aucun obstacle à notre regard. Seuls quelques arbres isolés ou en petits bouquets forment de discrètes ponctuations. Notre regard peut donc balayer ce paysage de part en part et découvrir ses franges bocagères.

Codes visuels : horizontalité, transparence, dominance du vert, et selon les saisons : contrastes de couleurs et réflectance.

(Voir les fiches présentant quelques caractéristiques visuelles).

L'écrin bocager

Nous considérons que le bocage entourant le marais fait partie de l'unité paysagère des marais du Cotentin et du Bessin dans la mesure où celui-ci est visible depuis des points de vue privilégiés offerts par le relief plus marqué dans le bocage. La transition entre marais et bocage concerne deux domaines : le relief et la végétation. En effet le relief est de plus en plus vallonné, les altitudes de plus en plus hautes et la végétation de plus en plus dense du marais au bocage.

Les caractéristiques visuelles de la frange bocagère entourant le marais ne sont pas différentes de celles décrites dans l'unité paysagère « Le bocage vallonné caractéristique de la Manche ».

Il faut noter que le marais c'est-à-dire le « bas pays » est indissociable du « haut pays » (le bocage) puisque l'un et l'autre sont utilisés alternativement pour le pâturage ou les cultures. De plus le « haut pays » concentre l'habitat.

Des versants bocagers, nous pouvons contempler l'étendue des marais (fig. 25). Lorsque nous sommes dans la plaine nous pouvons sans mal observer les bourgs, les fermes ou les manoirs qui sont autant de points d'appel présents dans le bocage nous faisant face (fig. 26).

Ainsi bocage et marais sont liés à la fois par des critères d'occupation des sols (exploitation et habitat) et par des aspects visuels (réciprocité des regards de l'un vers l'autre).



fig. 25. Élise GÉNOT
Vue sur le marais depuis le bocage (Houtteville)

Sensibilité à l'éolien



fig. 26. Élise GÉNOT
Vue sur le bocage depuis le marais (Cretteville)

Nous avons vu que les marais sont des espaces ouverts, marqués par l'horizontalité et très paisible. Leur visage change au cours du temps et au gré des fluctuations du niveau d'eau. La verticalité et le mouvement propres aux éoliennes s'opposent du tout au tout au paysage en présence. Les paysages étant d'une grande transparence, nous verrions de très loin ces objets monumentaux se détacher sur ces étendues verdoyantes. L'atmosphère calme, et l'impression d'immensité serait sans doute modifiée par l'implantation d'éoliennes. Pour ces raisons, il semble peu opportun de prévoir un développement éolien sur les plaines.

Nous avons vu ensuite qu'il existe un lien visuel assez fort entre le marais et l'écrin bocager qui l'entoure. Planter un parc éolien le long de la zone de transition entre ces deux espaces reviendrait à instaurer une barrière visuelle entre ces entités paysagères. Cela ne semble pas être une disposition satisfaisante non plus.

Il semble préférable d'éviter toute implantation de parcs éoliens au sein même de cette unité paysagère, mais d'envisager d'étudier les propositions faites dans la partie 5. On y suggérerait quelques lieux d'implantation dans le bocage, dans une zone intermédiaire entre les grands ensembles paysagers que sont les monts et les marais.

Pour mémoire le Guide « Les éoliennes dans les paysages de la Manche : pour une implantation raisonnée » parle de la pertinence de projets éoliens dans ces territoires en ces termes :

« Les vastes secteurs plats de marais sont à protéger de toute implantation d'éoliennes pour que le regard puisse se perdre à loisir dans les larges panoramas offerts et pour ne pas perturber leur caractère paisible. La présence d'éoliennes viendrait rompre à la fois l'échelle et l'homogénéité des éléments qui composent le paysage. De plus, autour de ce premier périmètre, les secteurs d'environ 1km au-delà, c'est-à-dire les versants qui bordent les fonds plats des marais, sont plutôt défavorables à l'implantation d'éoliennes.

L'unité paysagère des marais constitue une entité très particulière, voire unique, dans les paysages de la Manche. Pour cela, il est possible d'envisager que des parcs éoliens constituent des portes d'entrées à sa périphérie, sur les hauteurs bocagères en retrait des marais. Ils pourraient notamment constituer des éléments de repère le long des axes de circulations qui mènent aux marais ou les contournent. Leur verticalité et leur échelle répondraient à l'horizontalité et à la vastitude des paysages. Le vent au travail redeviendrait présent dans le paysage.

Il faut cependant noter que la présence d'éoliennes aux portes des marais provoquerait une mutation importante des paysages actuels, tant par leur échelle que par la dynamique qu'elles induisent, car les éoliennes seraient perceptibles au loin depuis les marais eux-mêmes... Se poserait également le problème de la covisibilité entre les différents projets autour du parc, les sites éoliens ne pourraient vraisemblablement cohabiter avec bonheur que très éloignés les uns des autres... » (p. 70).



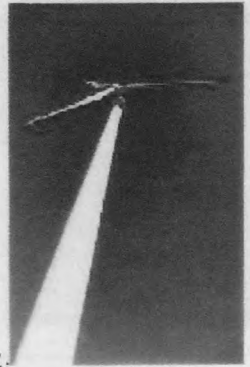


Fig. 27. Élise GÉNOT
Le marais de la Sangsurière et le Mont de Doville (St-Sauveur-de-Pierrepont)

Conclusion

A ce stade de l'étude, il est nécessaire de réfléchir à l'image que la Communauté de Communes veut donner de son territoire. Est-ce qu'elle privilégiera des sites d'implantation qui marqueront très fortement les paysages car elle veut associer l'image de l'éolienne et le sens qu'elle porte au développement de ce territoire ? Ou cherchera-t-elle à considérer des lieux où l'impact des éoliennes sera moindre ?

Aux vues de l'étude que nous venons de voir, les sites d'implantation les plus favorables se situent dans les différents bocages, parfois dans des zones de transition entre monts et marais. L'étude plus détaillée de ces différentes propositions permettra de faire émerger quelques scénarii d'implantation.

Photo	Caractéristique visuelle
 <p data-bbox="399 521 749 536">Élise GÉNOT Eolienne de Sortosville-en-Beaumont</p>	<p data-bbox="1630 143 1773 173"><u>Verticalité</u></p> <p data-bbox="1225 196 2177 241">De part sa constitution : mât et rotor, l'éolienne est un objet vertical. Les pâles sont fines et en mouvement, et c'est donc le mât seul qui est très visible.</p> <p data-bbox="1225 249 2177 317">Dans la nature il existe peu de paysages marqués par la ligne verticale, à l'exception des forêts, et surtout des forêts de conifères. L'implantation d'éoliennes introduira donc, dans la majorité des cas, une caractéristique visuelle nouvelle qui entraînera une mutation du paysage.</p>
 <p data-bbox="345 839 690 854">source : http://www.eurobru.com/elec-bru.htm</p>	<p data-bbox="1618 597 1785 627"><u>Mouvement</u></p> <p data-bbox="1225 650 2177 718">Les éoliennes ont pour vocation de produire de l'énergie grâce à l'énergie du vent. Leurs pâles tournent donc, comme les ailes d'un moulin autrefois, plus ou moins vite selon la force du vent.</p> <p data-bbox="1225 725 2177 824">Les paysages sont généralement statiques. On peut citer quelques exceptions : bord de mer et va-et-vient des vagues, champ ou forêt au vent – mais en général vus d'une certaine distance, les paysages semblent immobiles. L'œil humain est toujours attiré par le mouvement et les paysages seront donc vus différemment avant et après une implantation d'éoliennes.</p>
 <p data-bbox="464 1232 773 1247">sources : www.bio-picardie.com/action/</p>	<p data-bbox="1582 907 1820 937"><u>Objet monumental</u></p> <p data-bbox="1225 960 2177 1081">De part ses dimensions (115m de haut, avec un mât de 75m par exemple pour les grandes éoliennes d'aujourd'hui), l'éolienne fait partie de la famille des très hauts objets : Viaduc de Millau (343m), Tour Eiffel (320m), cheminée de centrales électriques (100 à 150m de haut et 60 à 100m de diamètre), immeuble de 20 étages (60m), pylônes électriques THT (50m), château d'eau (30m)...</p> <p data-bbox="1225 1088 2177 1179">Ces objets peuvent être considérés comme des œuvres d'art ou comme des nuisances, selon la sensibilité de chacun. Mais dans tous les cas, ils impressionnent par leur taille et deviennent vite des points de repère dans le paysage. En cela également, les éoliennes transforment les territoires par leur présence.</p>

Quelques caractéristiques visuelles **des paysages de la Côte sableuse à havres** et leurs rapports à l'éolien



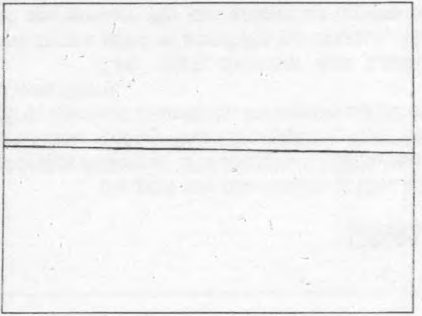

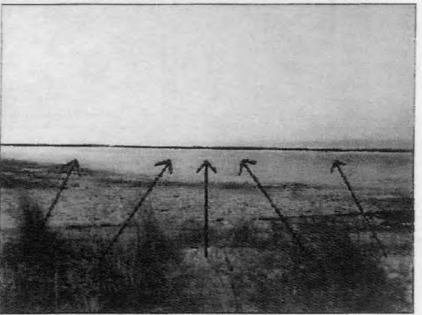
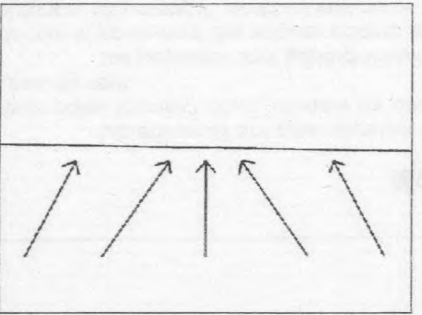


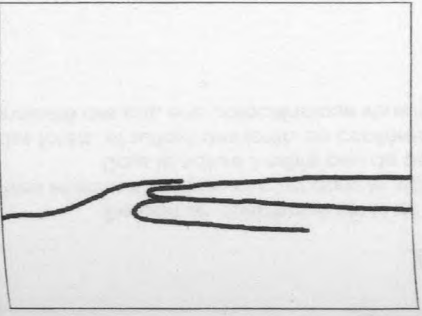





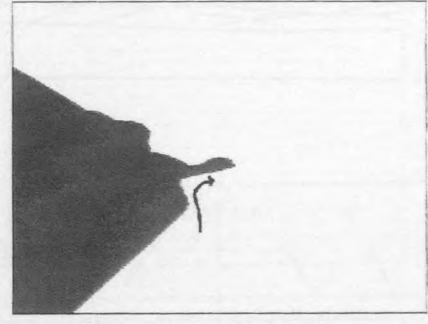


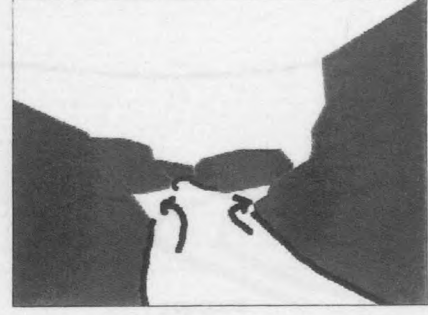
Photo	Photo+Schéma	Schéma	Caractéristique visuelle et rapport à l'éolien
			<p style="text-align: center;"><u>Horizontalité</u></p> <p>La caractéristique première des éoliennes étant leur verticalité, leur implantation serait ici en contraste par rapport à la ligne majeure de ce paysage.</p> <p>Il faut donc évaluer, si cette horizontalité est une force (lisibilité, cohérence...) ou une faiblesse (simplicité, monotonie...) dans ces paysages.</p> <p>On distinguera donc l'horizontalité propre des paysages du littoral où la mer est visible et celle des paysages plats et répétitifs.</p>
			<p style="text-align: center;"><u>Transparence</u></p> <p>Les éoliennes sont visibles, de part leurs dimensions et leur couleur blanche souvent étincelante.</p> <p>Elles le seront d'autant plus dans un paysage transparent, sans aucun obstacle visuel.</p> <p>Voulons-nous conserver ou égayer cette transparence ?</p>
			<p style="text-align: center;"><u>Courbe</u></p> <p>La courbe est une caractéristique du havre, elle constitue une ligne de découverte supplémentaire du paysage, en s'ajoutant à la ligne horizontale.</p> <p>Elle apporte une certaine diversité à notre façon d'observer ce paysage et nous permet d'en saisir l'originalité</p>

Photo	Photo+Schéma	Schéma	Caractéristique visuelle et rapport à l'éolien
			<p><u>Dominance du vert</u></p> <p>Les éoliennes étant généralement blanches, elles ne s'opposent a priori à aucune couleur du paysage initial.</p> <p>Pourtant, leur aspect brillant les fait ressortir par rapport aux autres éléments du paysage.</p>
			<p><u>Épaulement</u></p> <p>Si des éoliennes sont implantées du côté de la haie qui provoque l'épaulement, elles seront invisibles.</p> <p>Au contraire, si elles se trouvent de l'autre côté, elles profiteront de l'épaulement, et seront observées au cours du parcours.</p>
			<p><u>Alternance des ouvertures et fermetures</u></p> <p>Pour les mêmes raisons que dans le cas de l'épaulement, les éoliennes seront cachées dans les espaces fermés et visibles dans les espaces ouverts.</p>

Quelques caractéristiques visuelles **des paysages des Monts** et leurs rapports à l'éolien


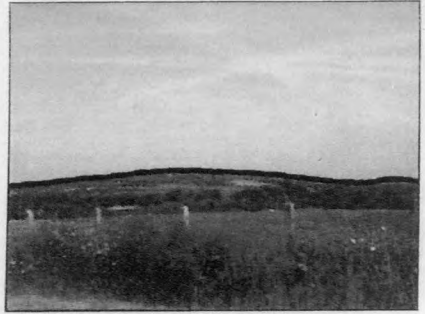
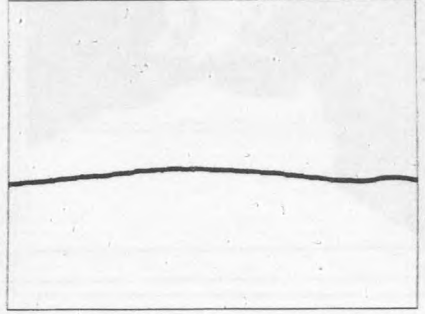
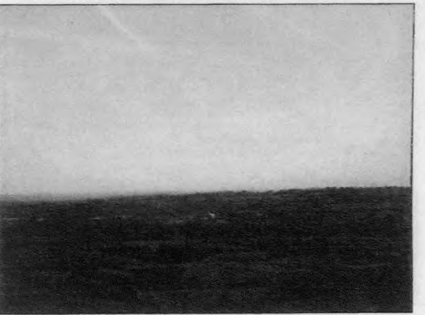
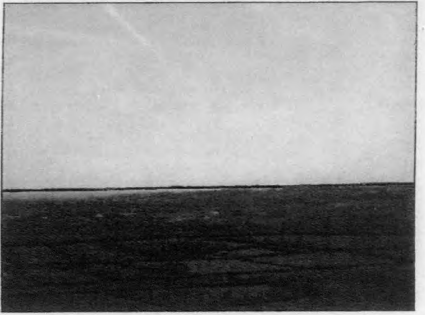
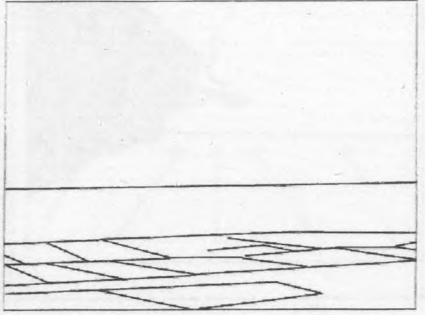


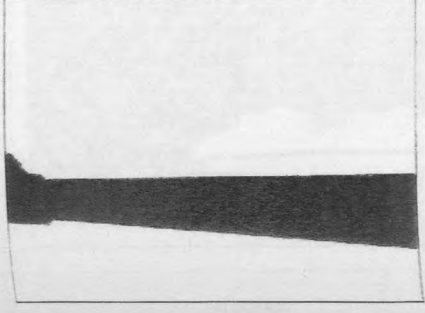


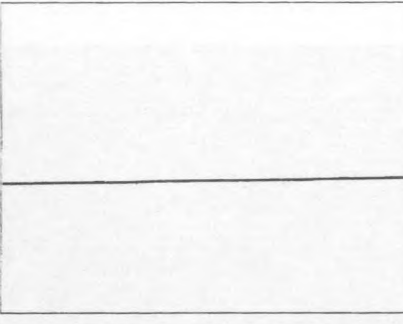

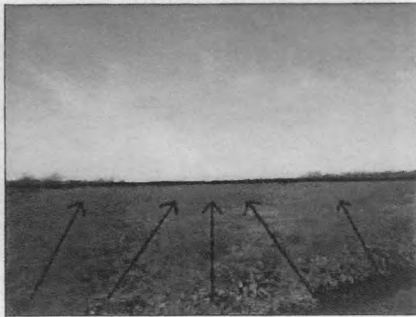
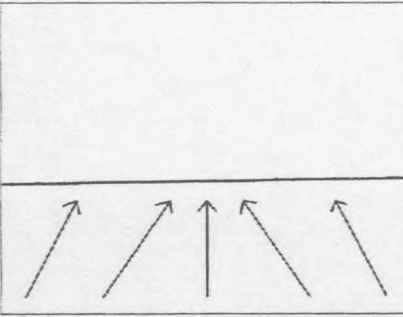


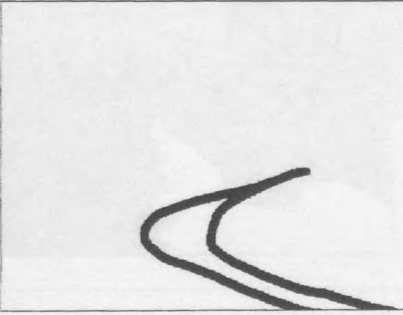


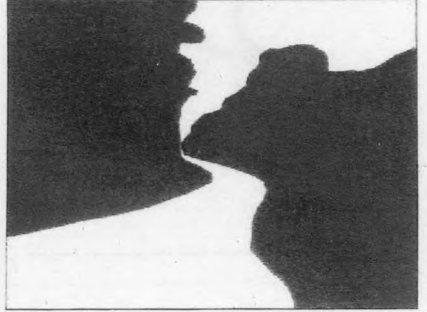


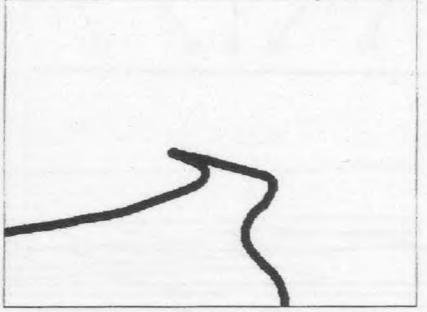

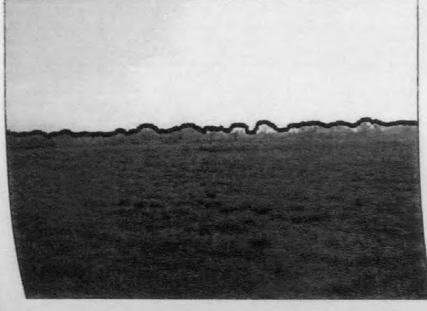
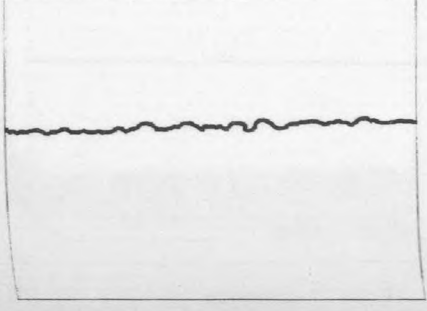
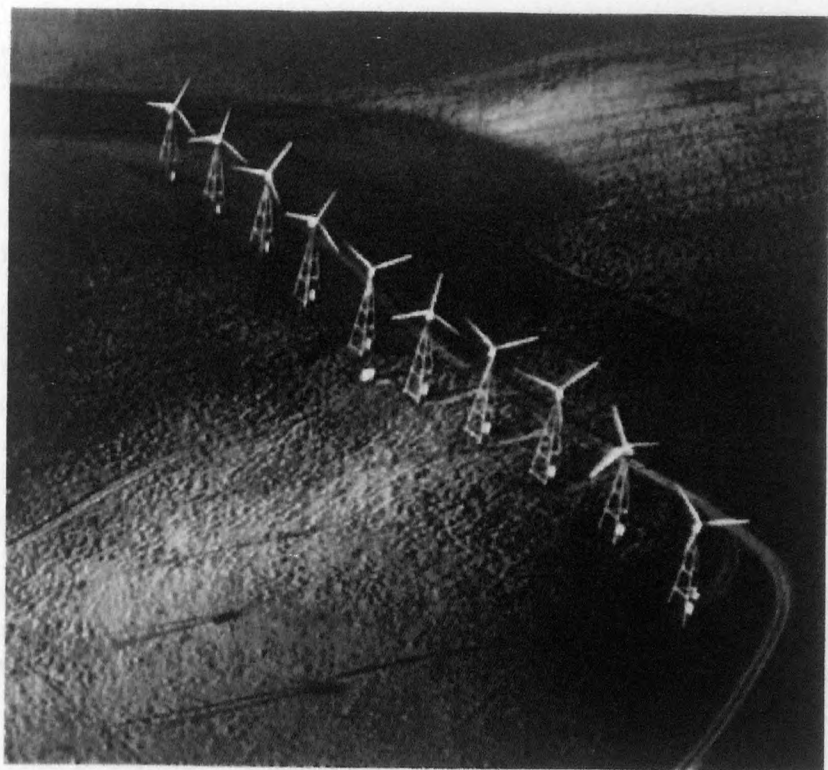
Photo	Photo+Schéma	Schéma	Caractéristiques visuelles et rapport à l'éolien
			<p style="text-align: center;"><u>Courbe</u></p> <p>La caractéristique première des éoliennes étant leur verticalité, leur implantation serait ici en contraste par rapport à la ligne majeure de ce paysage.</p> <p>Des éoliennes pourraient souligner ces formes à distance.</p>
			<p style="text-align: center;"><u>Jeux de lignes</u></p> <p>Vus des monts, le bocage environnant ressemble à une mosaïque de parcelles. Leurs limites, matérialisées par les haies se dessinent très nettement dans le paysage. A la découverte de ce paysage, notre regard suit ces lignes brisées en zigzag.</p> <p>Les éoliennes modifieraient ce jeu en introduisant des verticales majeures. Notre perception en serait sans doute modifiée, le regard ne suivrait peut-être plus que les deux lignes principales : verticale et horizontale, sans se perdre dans le dédale des lignes obliques.</p>
			<p style="text-align: center;"><u>Mer végétale</u></p> <p>Ce paysage ressemble à un tapis végétal ou à une mer verte. Il est paisible et semble immuable.</p> <p>Les éoliennes y introduiraient blancheur et mouvement.</p> <p>Voulons nous égayer ou conserver ce caractère paisible ?</p>

Photo	Photo+Schéma	Schéma	Caractéristiques visuelles et rapport à l'éolien
			<p>Horizontalité</p> <p>La caractéristique première des éoliennes étant leur verticalité, leur implantation serait ici en contraste par rapport à la ligne majeure de ce paysage.</p> <p>L'horizontalité est l'essence de ce paysage maraîchin, il est la trace du passage de l'eau au temps de la blanchie.</p>
			<p>Transparence</p> <p>Les éoliennes sont visibles, de part leurs dimensions et leur couleur blanche souvent étincelante.</p> <p>Elles le seront d'autant plus dans un paysage transparent, sans aucun obstacle visuel.</p> <p>Cette caractéristique, autant que l'horizontalité fait la force de ce paysage. Elle est importante tant l'hiver lorsque cette étendue est couverte d'eau et lieu de reflets et jeux de lumière magiques qu'à la belle saison où les prairies s'enchaînent à perte de vue.</p>
			<p>Courbe</p> <p>La courbe est ici ponctuelle, lorsque nous sommes à proximité d'un cours d'eau.</p> <p>Elle apporte une certaine diversité à notre façon d'observer ce paysage et nous permet d'en saisir l'originalité</p>

Quelques caractéristiques visuelles **des paysages des landes et du bocage haut** et leurs rapports à l'éolien

Photo	Photo+Schéma	Schéma	Caractéristiques visuelles et rapport à l'éolien
			<p><u>Opacité</u></p> <p>Dans les espaces opaques, il ne sera possible de voir que des fragments d'éoliennes : tronçons du mât, bout d'une pale...</p> <p>Il faut savoir si nous voulons voir ou non les éoliennes.</p>
			<p><u>Courbe</u></p> <p>Les courbes sont introduites par le tracé des routes et des chemins. Il ne s'agit donc pas d'une ligne majeure du paysage.</p>
			<p><u>Ligne aléatoire</u></p> <p>Cette ligne est assez discrète et pourrait être simplifiée par une ligne horizontale lors d'un balayage rapide du paysage.</p> <p>Cependant elle souligne l'importance des végétaux dans ces paysages bocagers.</p> <p>Elle serait sans doute éclipsée par les lignes verticales fortes introduites par une implantation d'éoliennes dans ce paysage.</p>



EOLIENNE ET FORME DU PAYSAGE

4.7 Eolienne et forme de paysage

Gaëlle Bouilly

INTRODUCTION :

L'objet de recherche qui relie les parcs éoliens et le paysage, il sera question de mettre en application une méthode d'approche d'un paysage et de réfléchir sur comment un parc éolien peut-il s'implanter dans un morceau de territoire ?

Cette forme d'étude porte au préalable sur une démarche de rencontre d'un site d'intervention. A l'aide d'une méthode de découverte : une approche dite « aveugle », il s'agit de soupçonner les potentialités d'un site avant de le voir.

Cette étude aveugle s'appuie essentiellement sur des cartes à partir desquelles s'enchaînent des recherches graphiques, géographiques, paysagères, géologiques... Les résultats permettent de cadrer une ou plusieurs zones qui font l'objet de l'étude approfondie.

L'objectif est d'isoler des formes géométriques particulières et de les analyser grâce à des critères d'études précis. Que représentent des figures identifiables sur une carte dans un paysage existant ? Quelles propriétés spatiales résultent du transfert de l'échelle du dessin sur la silhouette d'un sol ?

L'objet éolien et son intégration dans le paysage permettront de :

- Mettre en exergue des principes de recherche et d'appréhension d'un territoire.
- Comprendre l'interface entre des éléments remarquables dans un site (ligne d'horizon, ligne de crête, développement d'un sol...) et l'implantation d'un parc éolien.

Un parc éolien construit une lecture horizontale et révèle la morphologie du sol alors que l'objet « éolienne » impose sa verticalité. Le passage de l'ensemble (parc) à l'unité se crée avec la distance de vision du site. Comment se représenter et mesurer le moment de basculement entre l'un et l'autre ?

Cette méthode de recherche sera exercée sur un territoire intérieur : les Landes de Lanvaux dans le Morbihan (56).

DEFINITIONS :

FORME :

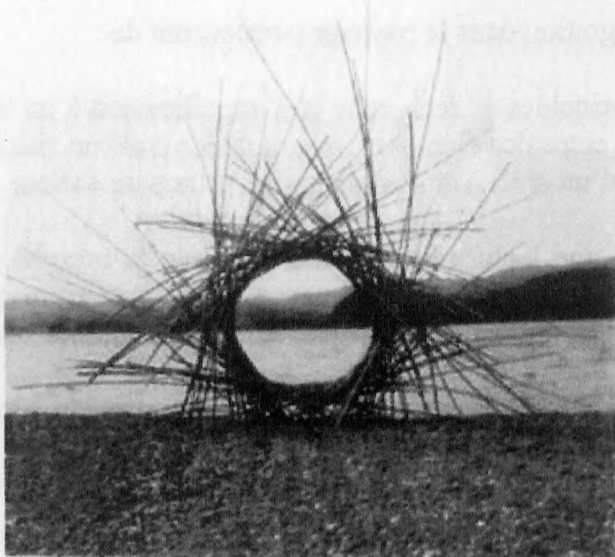
La forme c'est la configuration des contours, des corps, des objets. Si ces formes présentent des critères reconnaissables, elles deviennent géométriques comme : une ligne, un cercle, un carré.

La forme générale du paysage se définit par son relief. Le sol subit des déformations et échafaude sa silhouette. Il est entendu que la forme est toujours liée au temps, c'est à dire qu'elle est relative et non figée.

Elle résulte d'un acte. On dit par exemple d'un dessin qu'il « prend forme ».

« Mon approche de la terre a commencé par une réaction contre la géométrie. Je trouvais arrogant de l'imposer à la nature, et je le pense toujours. Mais je me rends compte, aujourd'hui, qu'il est arrogant de considérer que l'homme est l'inventeur de la géométrie. En ce qui concerne mes propres travaux, il me semble que la géométrie s'y trouve au même degré que dans la nature. » A. Goldworthy

GARRAUD, Colette, *Idée nature dans l'art contemporain*, éd. Flammarion, 144p.



Andy Goldsworthy
Woven bamboo, windy...,
Before the Mirror
1987

PAYSAGE :

Le terme paysage est apparu avec les peintres de la renaissance qui représentaient des séquences de territoire. C'est le nom donné à ces tableaux figuratifs d'un morceau de nature. Ces paysages sont vus au travers d'une fenêtre ou d'une porte. Le paysage est alors une partie de pays découpé et détaché de la réalité. Ses limites sont les bords du cadre ou ceux de la menuiserie.

La notion de paysage aujourd'hui est liée à la notion du continuum et de la dilatation qui s'opère d'un lieu à un autre. Pour imaginer cette continuité, il faut reprendre une phrase de Georges Perec : « un espace, un bel espace, un bel espace alentour, un bel espace tout autour de nous. » Le paysage est une vue d'ensemble qui se développe devant soi.

Il se déroule un long moment spatial entre l'observateur et la limite visible d'un environnement. Cette séparation est le paysage.

Le paysage est d'abord l'appréhension du paysage.

C'est une image insaisissable puisque de cause à effet plus on s'approche d'un paysage plus il disparaît. Et lorsque l'on se trouve dans le paysage il n'est alors plus paysage.

La notion de paysage est donc une notion abstraite étroitement liée à une autre: l'horizon.

C'est avec celui-ci que le paysage reste fuyant. C'est cet élément (l'horizon) qui bouge et transforme le paysage de façon continue.

Le paysage est une partie de territoire.

Une séquence de territoire se compose de 3 arbres, 2 maisons et 1 champ. Le déplacement de l'observateur transforme la combinaison d'un élément par rapport à l'autre. Les 3 arbres, les 2 maisons et le champ seront toujours la base constituant le paysage qualifié pourtant de changeant. La notion de paysage concerne d'une part le contenu du « morceau de pays » mais aussi l'interaction et le contact d'une chose avec une autre. Ainsi, « la notion de paysage est intuitivement liée à celle d'un point de vue, d'un angle de vision. » C'est un lien intrinsèque qui unit le paysage à l'observateur.

La notion de paysage est articulée entre deux idées. La première est celle de disposition de l'espace : ce qui caractérise un paysage, c'est la façon dont un ensemble d'objets, de modes d'agencement des êtres et des choses, constituent un espace, le révèlent en même temps qu'ils le construisent. La deuxième idée renvoie au regard : le paysage est, avant tout peut-être, ce lieu dans lequel le regard peut déployer toute sa plénitude. (...) Regard certes, mais regard orienté, apte à produire une vision plus ou moins panoramique, plus ou moins transparente de l'espace.

MALLARD, Alexandre, *Les échelles du paysage*, Ecole Régionale des beaux arts de Rennes, Cahier paysage et espaces urbains, 1993, N°1

L'HORIZON :

DEFINITIONS :



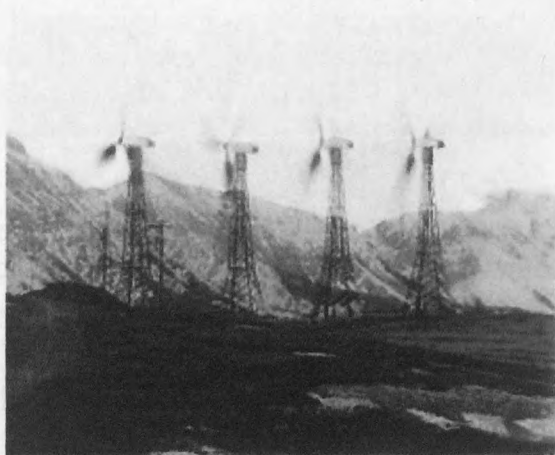
MIRO

La ligne d'horizon est la limite franche entre la terre et le ciel. C'est une ligne imaginaire circulaire dont l'observateur est le centre et où le ciel et la terre (ou la mer) semblent se joindre. Cette ligne brisée relie horizontalement les éléments du paysage qui constituent cet ensemble linéaire. Elle est nécessaire à la fabrication d'un paysage.

« L'horizon est ce sur fond de quoi il (le paysage) s'élève. Où il n'y a pas d'horizon, la vue est bouchée, le point de vue insaisissable ; c'est de nature alors, d'un ensemble de choses naturelles qu'il s'agit, mais pas de paysage. » G. A. TIBERGHEIN
EVENO, Claude et CLEMENT, Gilles, *Le jardin planétaire*, édition de l'aube.

ACCROISSEMENT DE L'ESPACE PAYSAGE.

Depuis le début de l'étude, il est adopté que c'est le parc éolien et surtout l'espace contenu entre les éoliennes qui agit sur le paysage. « L'accroissement du paysage » est la distance qui sépare la ligne de ciel de la ligne haute du développé horizontal du parc éolien.



accroissement de l'espace paysagé.



COMMENT QUANTIFIER CET ACCROISSEMENT DU PAYSAGE ?

Les éoliennes prises comme exemple de dessin sont celles de la Ferme éolienne de Donzère. Le parc est constitué de 5 machines identiques d'une puissance unitaire de 600 kW.

ROTOR :

Type : 3 pales, axe horizontal.

Diamètre : 43m

Surface balayée : 1452m²

Vitesse de rotation : 27/18 tr/mn



Il faut partir du constat que si les éoliennes s'imposent spatialement dans le paysage, les tours n'occupent qu'une petite surface au sol.

Est-il possible de quantifier leur occupation dans l'espace paysage?

Les éoliennes sont en général séparées par une distance de 5 à 7 fois le diamètre de leur rotor. Pour cet exemple de recherche, les éoliennes seront distancées de 6 fois leur rotor soit : $43\text{m} \times 6 = 258\text{m}$.

Deux formes d'installation basique : En ligne ou en quinconce.



Si on positionne deux éoliennes sur une ligne de sol parfaitement plane, « l'accroissement paysagé » est de $18\,450\text{ m}^2$.

Un parc éolien de 5 éoliennes crée donc de façon mathématique un accroissement paysagé de $73\,800\text{ m}^2$.



Si l'on positionne ces mêmes éoliennes en quinconce, les éoliennes étant espacées les unes des autres d'un rayon de 258m , l'augmentation paysagère est de : $36\,900\text{ m}^2$ soit deux fois moins que l'implantation linéaire.





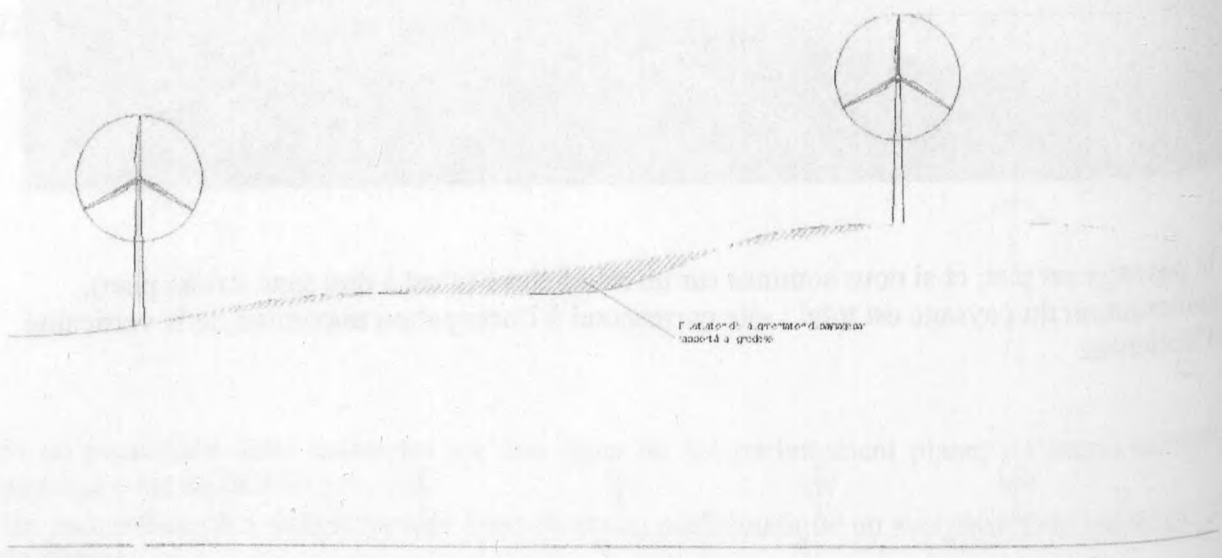
Si le paysage est plat, et si nous sommes sur un relief élevé (c'est à dire sans arrière plan), l'augmentation du paysage est total ; elle correspond à l'occupation maximum de la verticalité de l'éolienne.



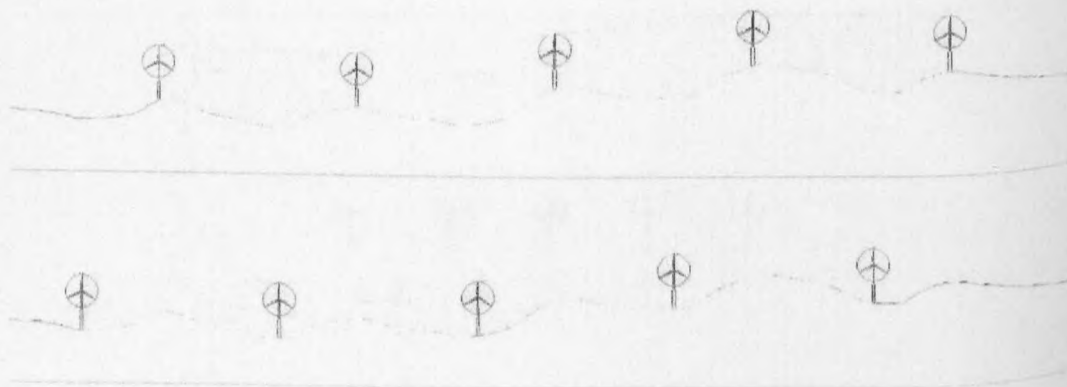
Par contre, sur une ligne de crête, l'accroissement du paysage est supérieur à celui décrit sur une ligne de sol parfaitement horizontal.



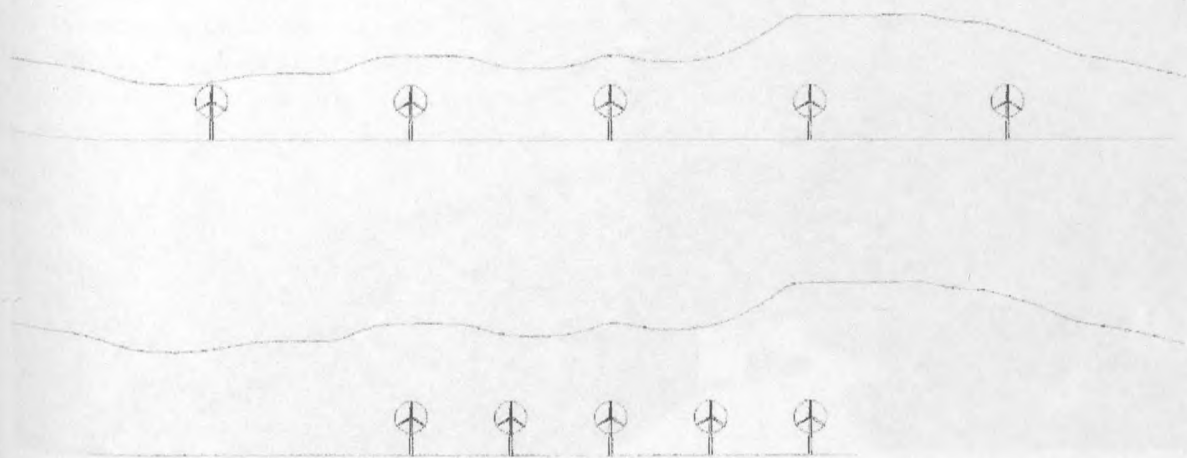
Cette variation est due au dénivelé de la courbe du sol puisque la surface d'un rectangle est égale à la surface d'un parallélépipède de même diamètre.



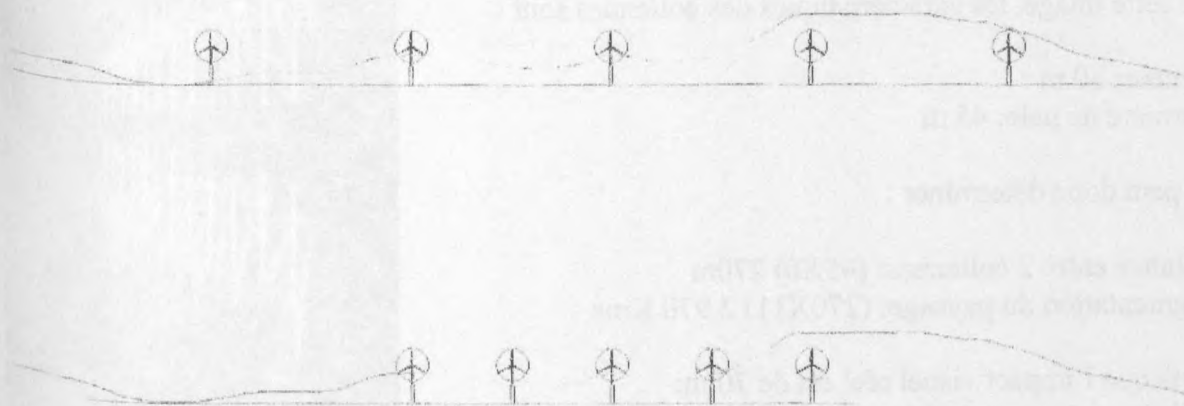
L'accroissement du paysage est par conséquent moins élevé si les éoliennes sont placées dans les creux et plus élevé si les éoliennes sont placées sur des sommets.



Si les éoliennes sont adossées à un paysage (contre une ligne d'horizon épaisse par exemple), l'augmentation du paysage est nul. Les éoliennes sont incluses dans le paysage existant ; et cela pour une installation linéaire ou en quinconce. Il est nécessaire que la dénivellation soit supérieure à la hauteur de l'éolienne.



Si les éoliennes sont adossées à un paysage dont le dénivelé est inférieur à la hauteur de l'éolienne l'augmentation du paysage varie alors en fonction du dénivelé. Cette fois-ci l'accroissement de l'espace paysage diminue en fonction du dénivelé mais elle dépend aussi de l'installation du parc éolien.





« L' accroissement du paysage » est aussi fluctuant que la ligne d'horizon. Mais un autre facteur doit être pris en compte ; l'impact visuel d'un parc éolien est aussi changeant que la position de l'observateur.

Exemple de variation de l'augmentation du paysage par rapport à l'angle de vision de l'observateur.

Sur cette image, les caractéristiques des éoliennes sont :

Hauteur: 50 m

Diamètre de pale: 45 m

On peut donc déterminer :

Distance entre 2 éoliennes: $(45 \times 6) 270\text{m}$

Augmentation du paysage: $(270 \times 11) 2,970 \text{ Kms}$

Alors que l'impact visuel réel est de 70 m.
Ceci est seulement du à la position latérale de l'observateur.



Réfléchir sur l'impact de l'objet éolienne dans le paysage c'est donc réunir tous les critères que sont : l'échelle d'intervention, le morceau de territoire à mettre en valeur et le combiner avec la vision environnante que l'on va avoir de ce site. Ce n'est pas une vision réduite de cet objet mais bien de la mise en relation avec le grand territoire alentour dont il s'agit.

L'objet éolienne à sa propre esthétique : verticalité, rapport avec le ciel, mouvement majestueux. Il va intervenir comme élément de cadrage, comme signalétique, comme ponctuation. Sa construction dans l'espace paysage ce fera par le parc éolien (multiplication des objets) et son déployé horizontal. Ces jeux de ligne : verticale affirmée et horizontale souple vont venir s'inscrire dans un espace qui était végétal pour l'exemple mais il serait tout aussi pertinent de voir comment ces formes interviendraient dans un espace minéral, et même urbain.

Faint, illegible text at the top of the page, possibly a header or introductory paragraph.

Second block of faint, illegible text, appearing to be a list or series of entries.

Third block of faint, illegible text, continuing the list or series of entries.

Fourth block of faint, illegible text, possibly a section separator or a specific entry.

Fifth block of faint, illegible text, located on the left side of the page.

Sixth block of faint, illegible text, located on the left side of the page.

Seventh block of faint, illegible text, located on the left side of the page.

Eighth block of faint, illegible text, located on the left side of the page.

Ninth block of faint, illegible text, located on the left side of the page.

Tenth block of faint, illegible text, located on the left side of the page.



I
R
N
C

125 II
obje

4.8 Lignes de crête et éoliennes

Marie-Pascale Corcuff

Introduction

Les éoliennes jouent avec la perception du paysage, nous allons voir en quoi elles peuvent le révéler. Dans un premier temps nous allons considérer la question des lignes de crête¹²⁵. Nos explorations de nombreux parcs d'éoliennes nous ont mis devant un certain nombre de cas d'éoliennes confrontées à de telles lignes de crête.



ill. 1 : Loja

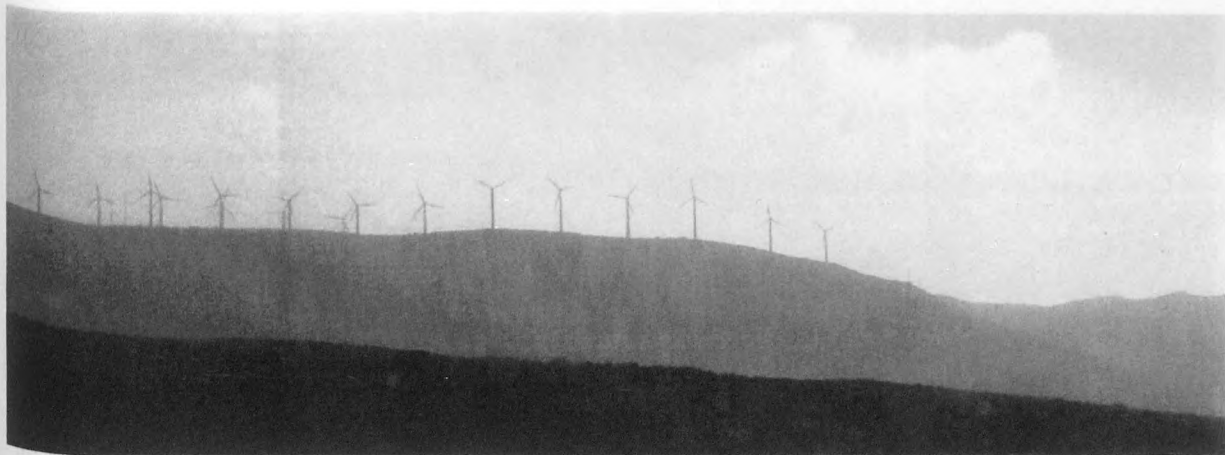
¹²⁵ Il s'agira ici des lignes de crête *perçues* (on pourrait aussi parler de *silhouettes*), et non des lignes de crêtes objectives que l'on peut déterminer par d'autres moyens.



ill. 2 : Cieza



ill. 3 : Galice (photo Gilles Guézo)

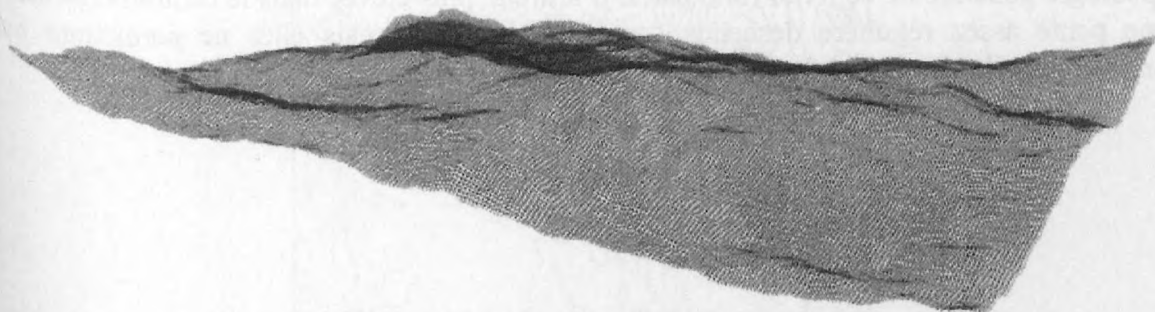


ill. 4. : Tarifa

Pour mieux comprendre le mécanisme de perception à l'œuvre dans ces situations, nous avons entrepris un travail théorique sur la notion de ligne de crête. Ce travail a porté sur un relief fictif obtenu par génération fractale.

1. Génération fractale de relief

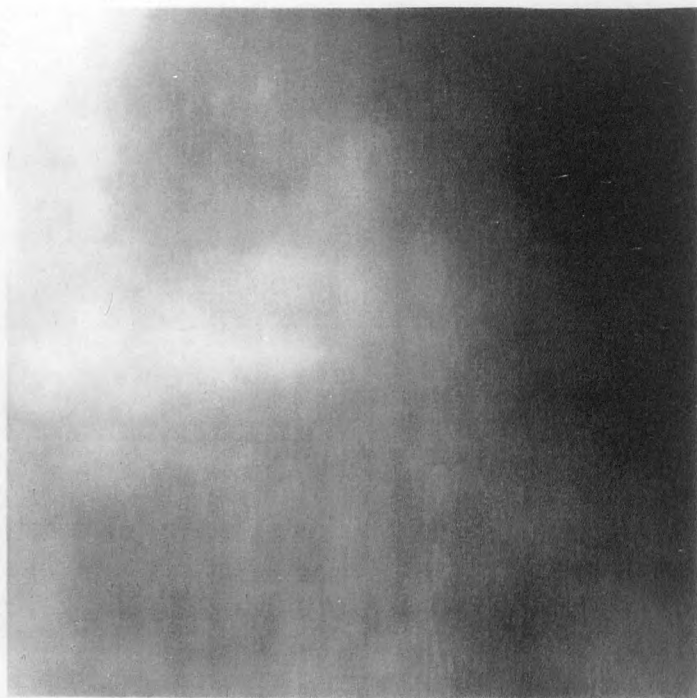
La méthode consiste à partir d'un maillage plan horizontal et à déplacer verticalement les sommets de ce maillage suivant une loi hiérarchique fractale. On peut jouer sur l'ampleur de ce déplacement, ainsi que sur la marge d'aléatoire que l'on introduit. L'illustration 5 montre le prototype sur lequel portera la suite de l'expérimentation.



ill. 5 : le prototype de relief fractal

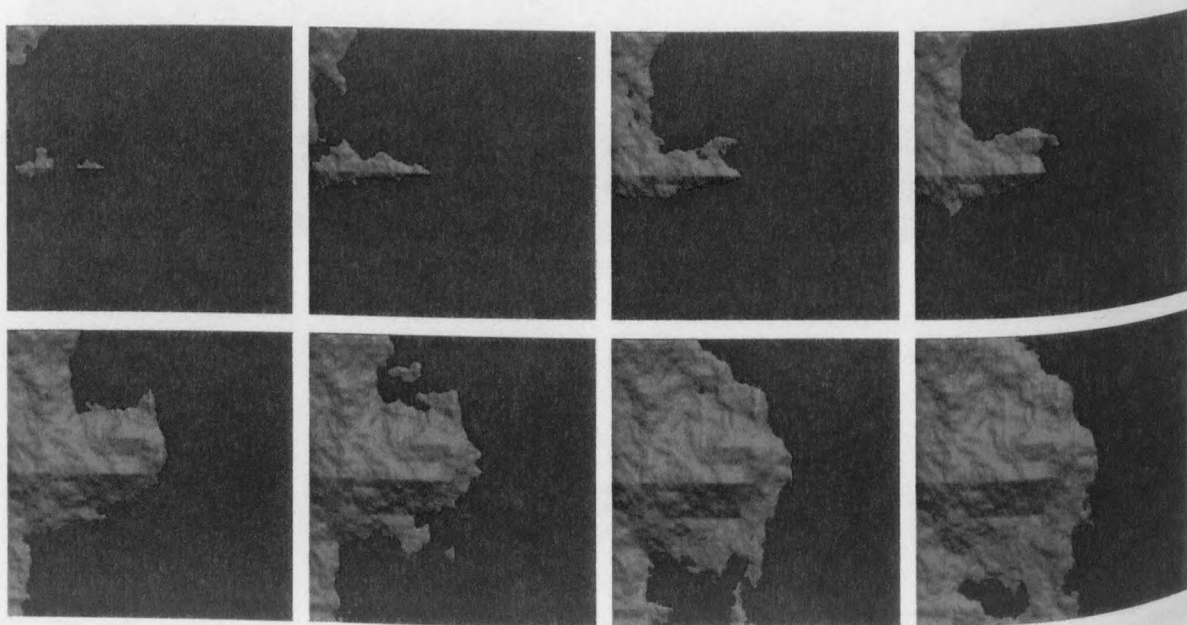
Pour mieux se représenter ce relief, on peut traduire les altitudes des points en niveaux de gris : les points les plus bas sont plus foncés, les plus hauts plus clairs¹²⁶ (ill. 6).

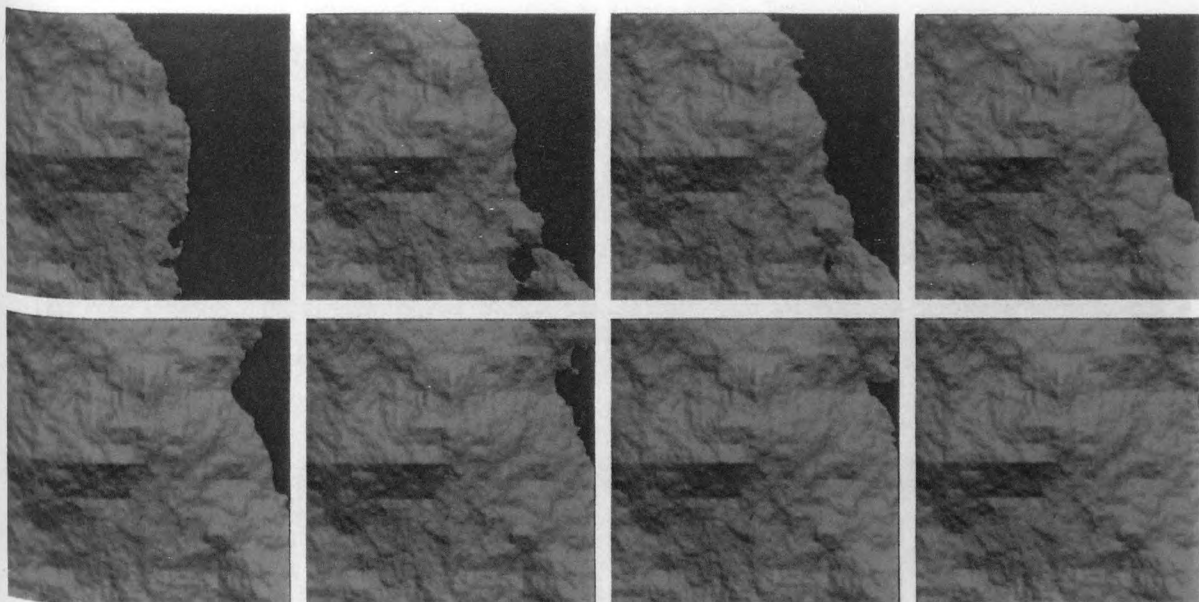
¹²⁶ Cette représentation montre d'ailleurs la similitude de morphologie fractale entre les reliefs et les nuages...



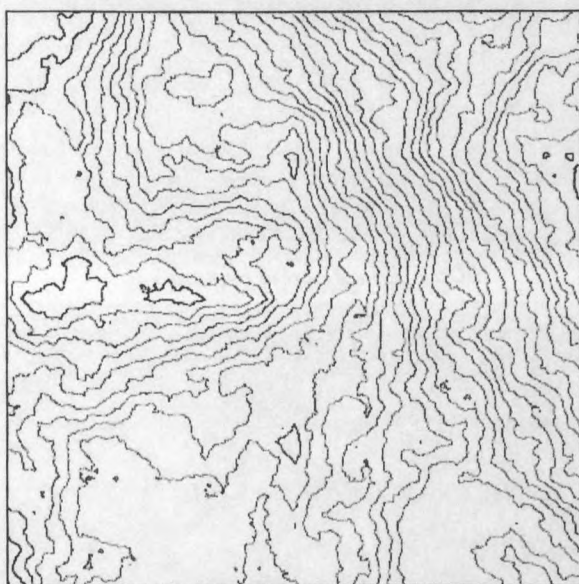
ill. 6 : traduction du relief en niveaux de gris

Une autre lecture consiste à intersecter ce relief par des plans horizontaux successifs, d'altitude dégressive (ill. 7). Enfin, on peut déduire de ces intersections une représentation classique de ce relief en courbes de niveau (ill. 8). Ces représentations nous montrent la morphologie générale de ce relief (une partie d'altitude plus élevée dans le centre/nord-ouest, et une pente assez régulière descendant vers le nord-est), mais elles ne permettent pas vraiment de révéler les lignes de crête.





ill. 7 : intersection du relief fractal par des plans d'altitude dégressive



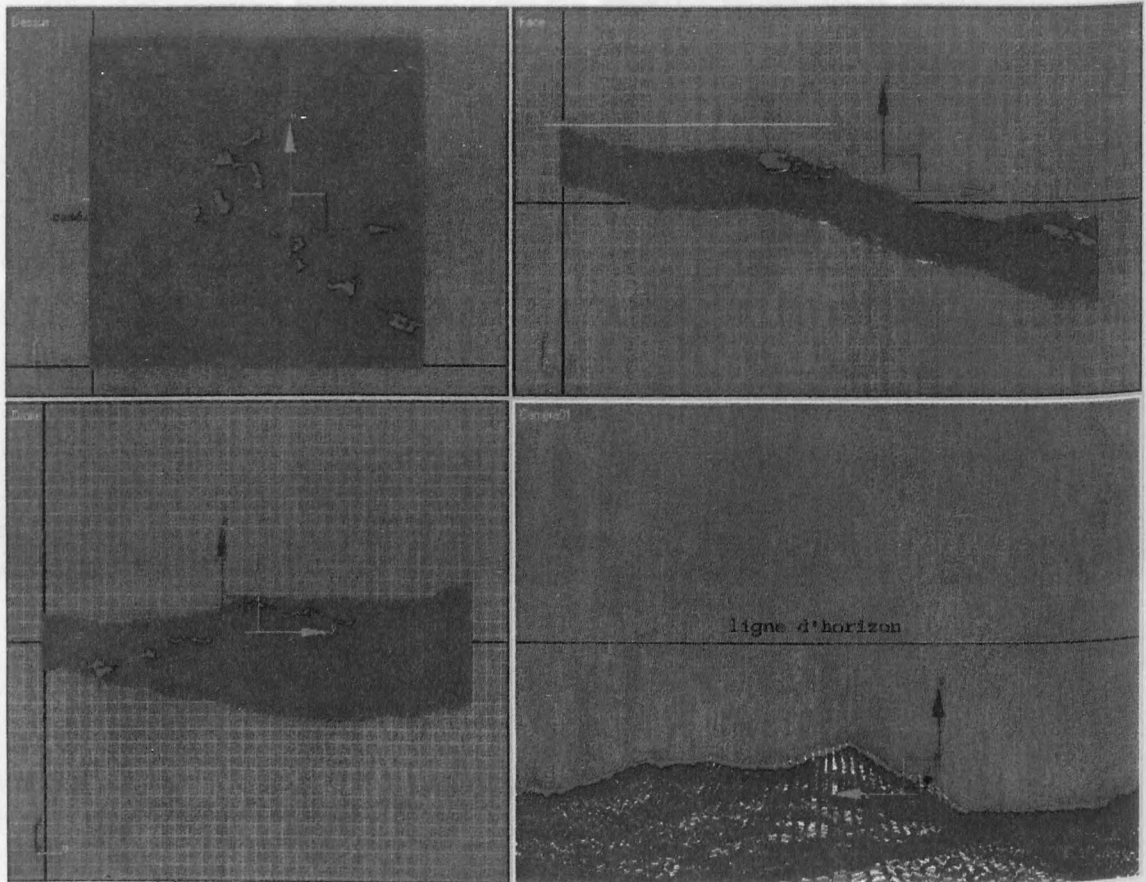
ill. 8 : le relief fractal en courbes de niveau

2. Détermination de lignes de crête

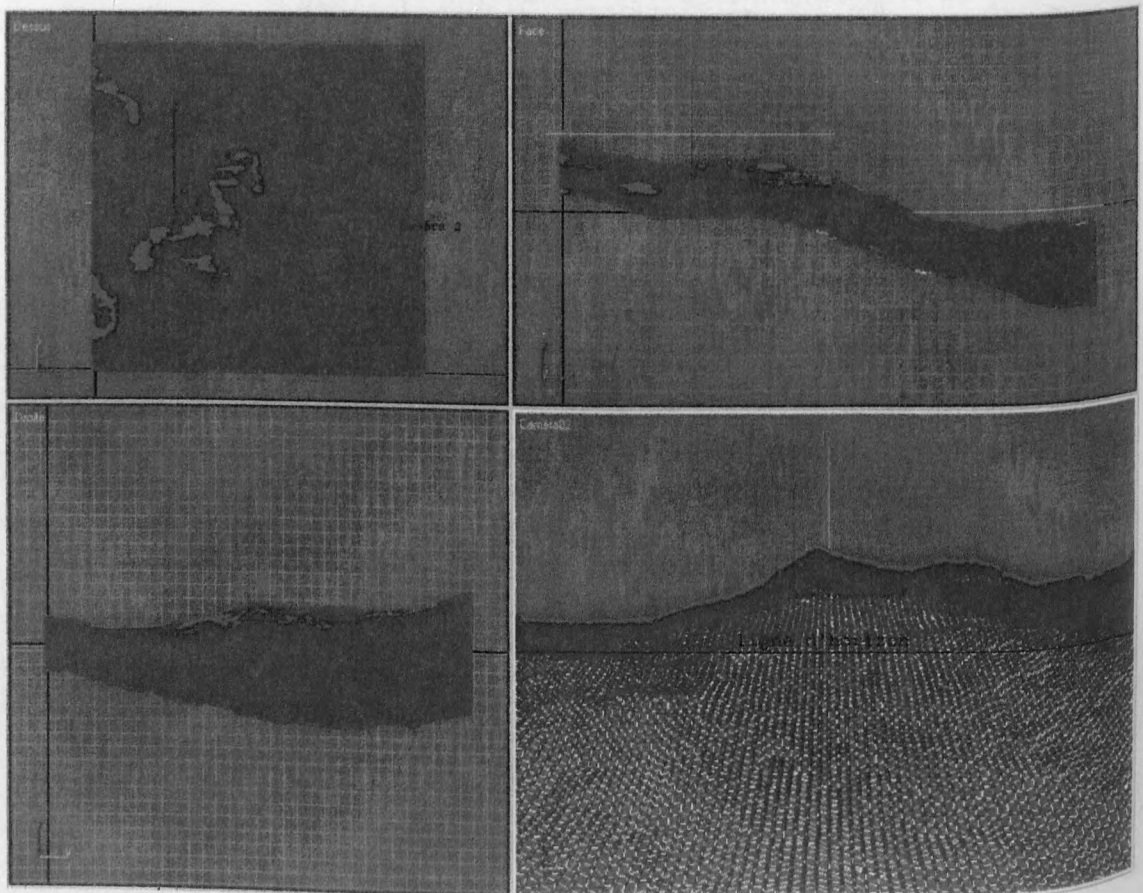
Les lignes de crête dépendent du relief, mais aussi de l'observateur. De plus, une vue peut comprendre plusieurs lignes de crête se succédant dans la profondeur. Dans un premier temps, nous nous intéresserons à la ligne de crête principale correspondant à tel ou tel point de vue. Cette ligne de crête coïncide parfois avec la "skyline", c'est-à-dire avec la frontière visuelle entre terre et ciel, si le point de vue est tel que la ligne d'horizon¹²⁷ est plus basse que cette ligne de crête. Dans d'autre cas, l'horizon est perceptible au-dessus de la ligne de crête.

Pour déterminer quatre lignes de crête, on met en place un dispositif de quatre caméras aux quatre points cardinaux autour du relief fractal généré. A chaque caméra correspond une vue sur laquelle on repère la ligne de crête, et on relève les portions du relief auxquelles elle correspond (ill. 9, 10, 11, 12). La caméra 1 a été positionnée à l'ouest, la 2 à l'est, la 3 au sud, et la 4 au nord. Les caméras 1 et 2 sont donc opposées, ainsi que les caméras 3 et 4.

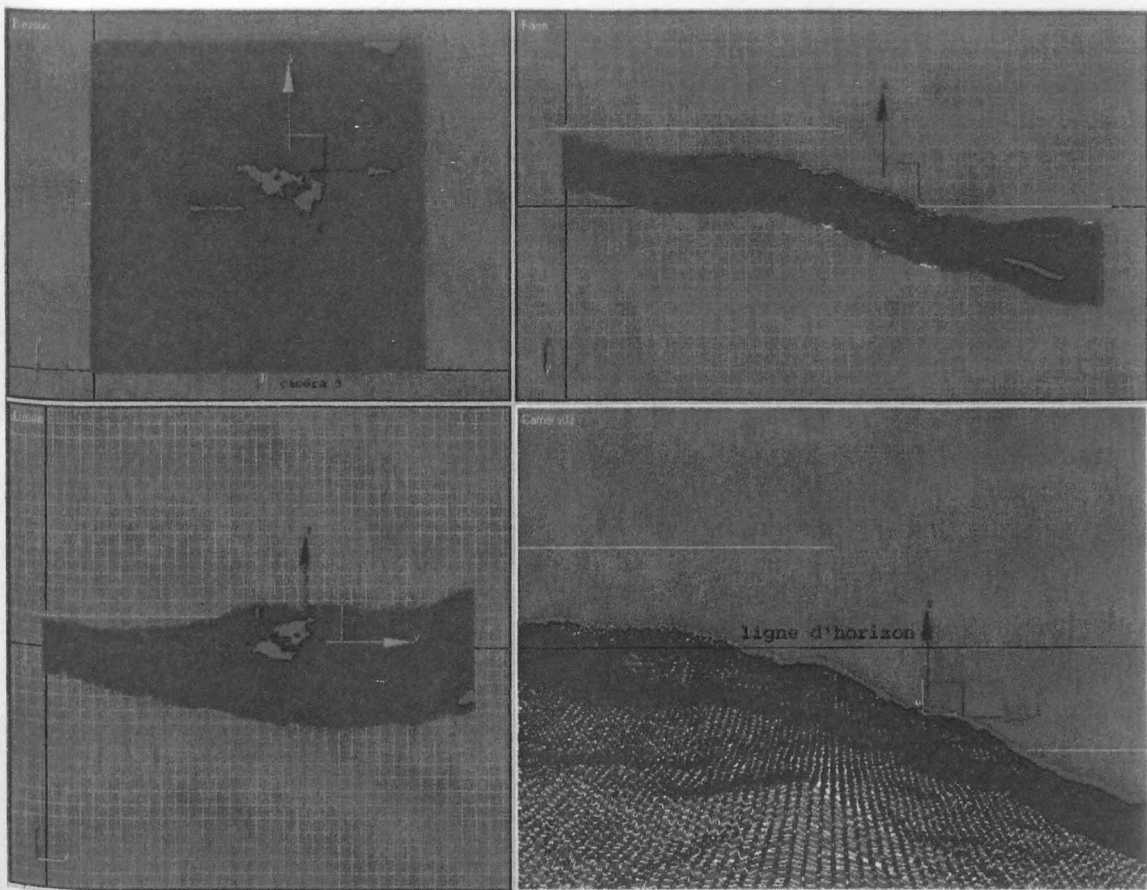
¹²⁷ rappelons que la ligne d'horizon est la ligne horizontale fictive qui correspond à la hauteur de l'œil de l'observateur, même si elle peut parfois, en plaine ou en mer, se confondre avec la ligne de contact entre le sol et le ciel...



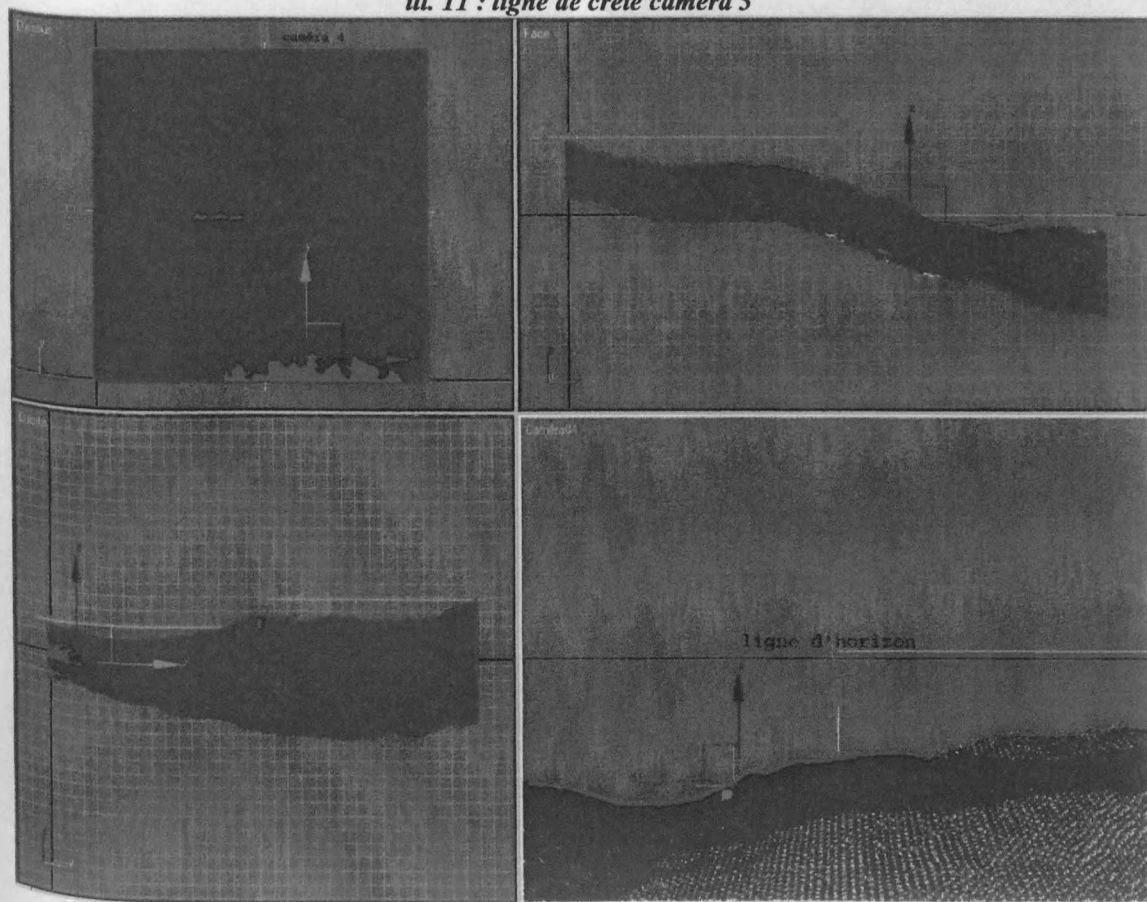
ill. 9 : ligne de crête camera 1



ill. 10 : ligne de crête caméra 2



ill. 11 : ligne de crête caméra 3



ill. 12 : ligne de crête caméra 4

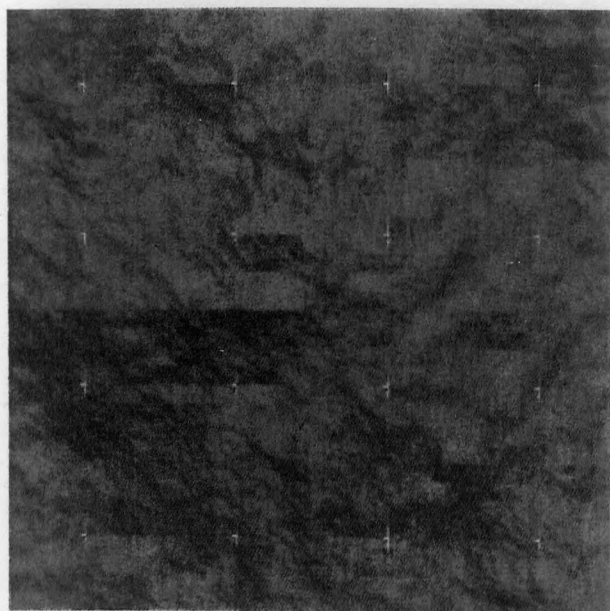
Le dispositif permet de constater que la ligne de crête, qui est lue comme une ligne continue dans la vue caméra, ne correspond pas forcément à une distribution linéaire, ni même connexe, de sommets. D'autre part, on peut voir quelle portion du relief est partagée dans les lignes de crête correspondant à des caméras opposées.

A partir de ces déterminations, nous allons passer à des perceptions plus réalistes et confronter des lignes de crête à diverses implantations d'éoliennes.

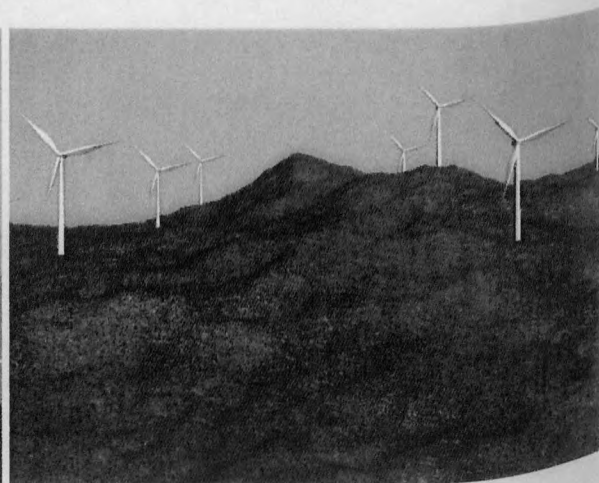
3. Confrontation de lignes de crête avec des distributions d'éoliennes

Dans un premier temps, on implante des éoliennes dans ce relief suivant une grille orthogonale (ill. 13). On peut alors observer l'effet de cette distribution sur la perception de la ligne de crête dans chacune des vues¹²⁸ (ill. 14).

La distribution régulière d'éoliennes fait lire le paysage dans la profondeur. La ligne de crête est bien sûr toujours présente, mais l'effet de perspective modifiant la taille relative des éoliennes accentue la perception du relief comme se déployant du proche au lointain, même en l'absence d'autres repères d'échelle.



ill. 13 : distribution régulière d'éolienne dans le relief fractal



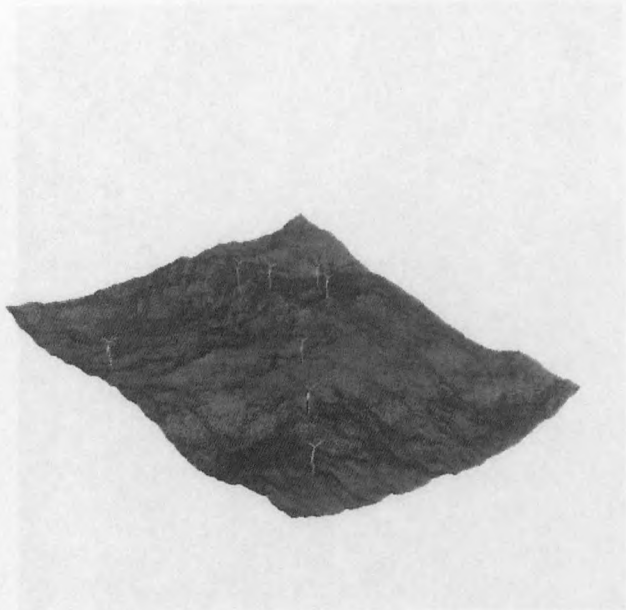
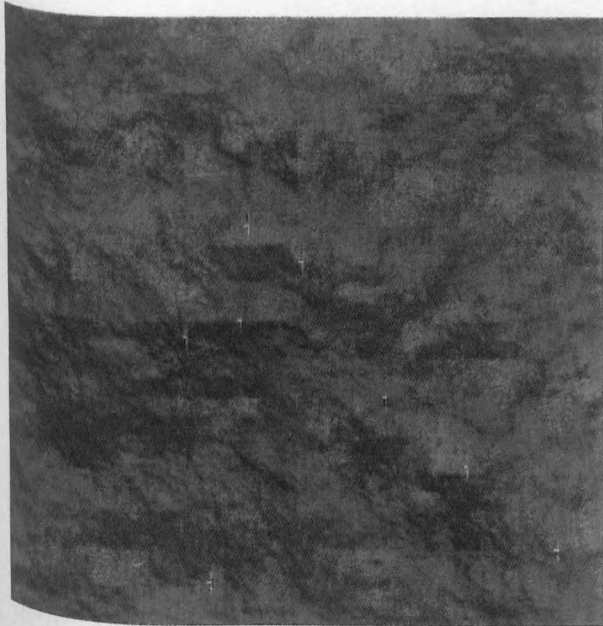
¹²⁸ dans les cas où la ligne de crête est en dessous de la ligne d'horizon, le fond de l'image montre un arrière plan en conformité avec le paysage suggéré par le relief fractal



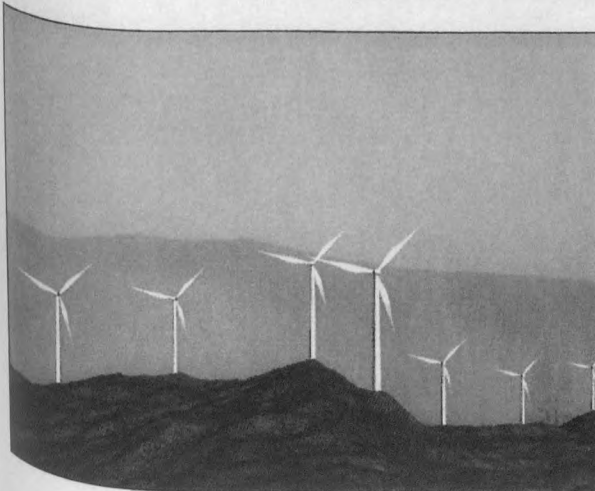
ill. 14 : les quatre vues caméra du relief avec la distribution régulière d'éoliennes

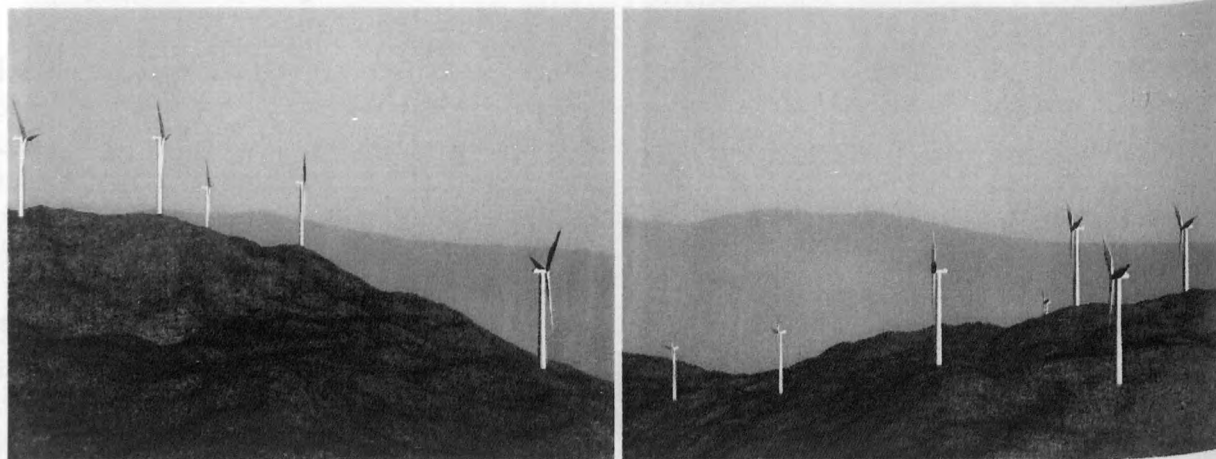
En se référant à l'analyse précédente des lignes de crête, nous allons maintenant implanter les éoliennes sur des points appartenant à ces lignes de crête.

D'abord, prenons la ligne de crête correspondant à la caméra 1 (ill. 15). Nous implantons quelques éoliennes sur cette ligne de crête. Nous pouvons ensuite obtenir les vues correspondant à chaque caméra (ill. 16).



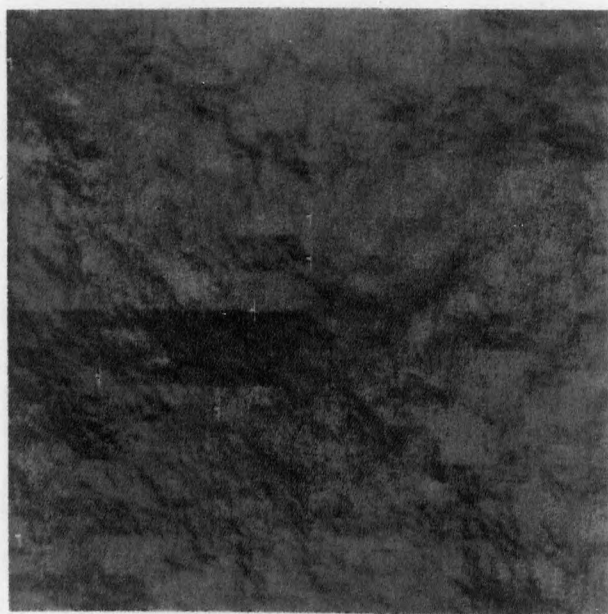
ill. 15 : implantation d'éoliennes pour la ligne de crête caméra 1



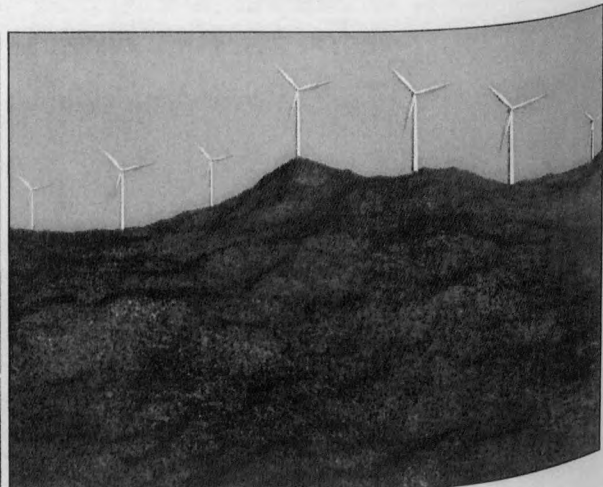


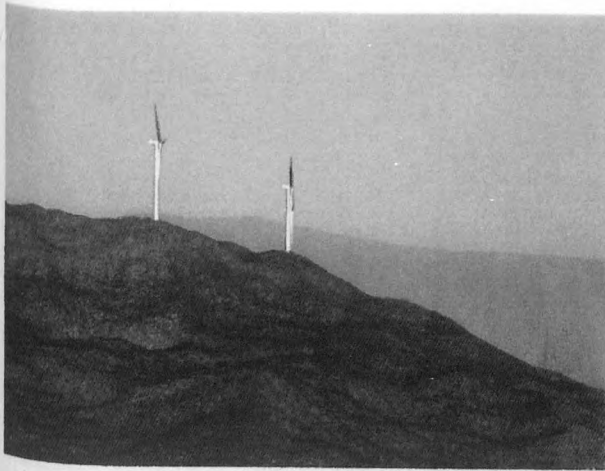
ill. 16 : vues de la ligne de crête caméra 1 par caméras 1, 2, 3, 4

La même procédure est mise en œuvre pour les lignes de crête correspondant aux vues des caméras 2, 3 et 4 (ill. 17 à 22).

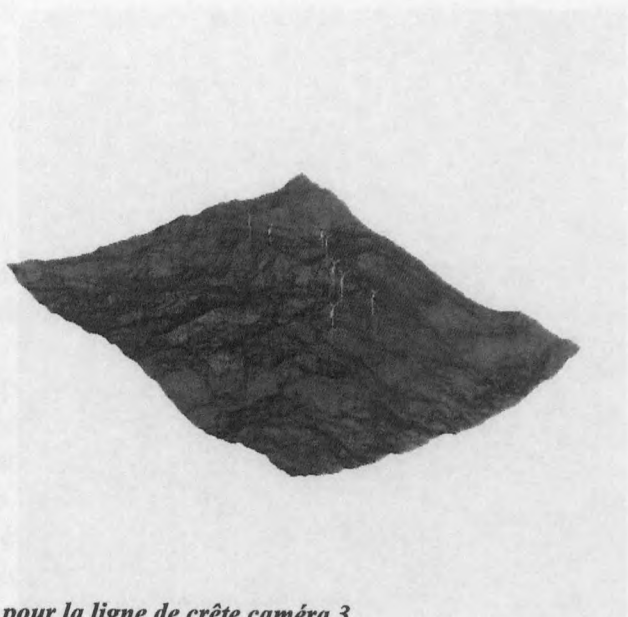
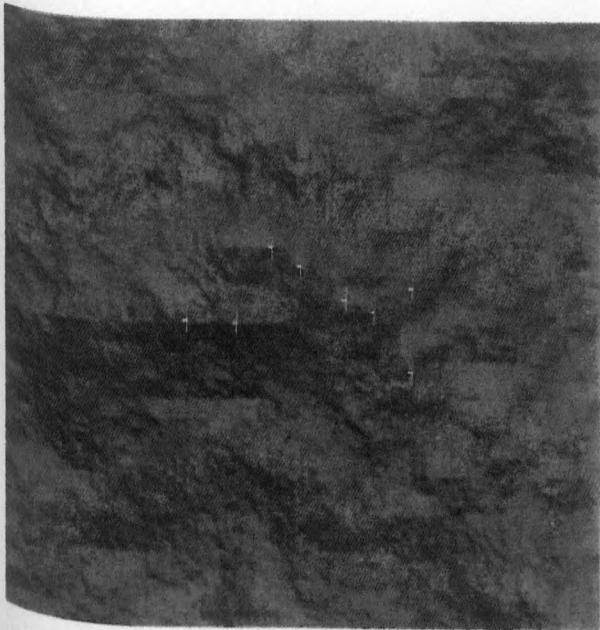


ill. 17 : implantation d'éoliennes pour la ligne de crête caméra 2

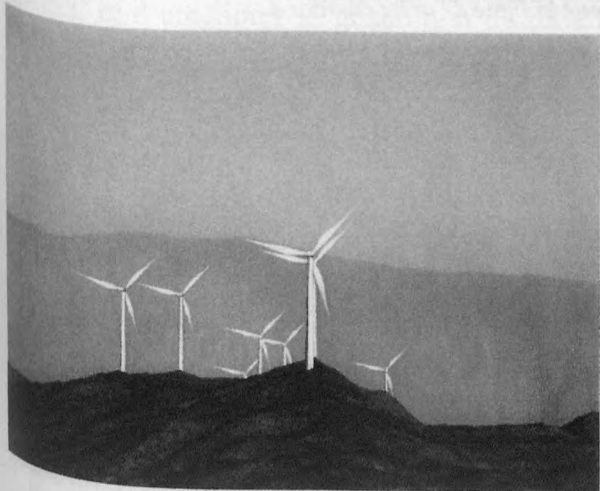




ill. 16 : vues de la ligne de crête caméra 2 par caméras 1, 2, 3, 4

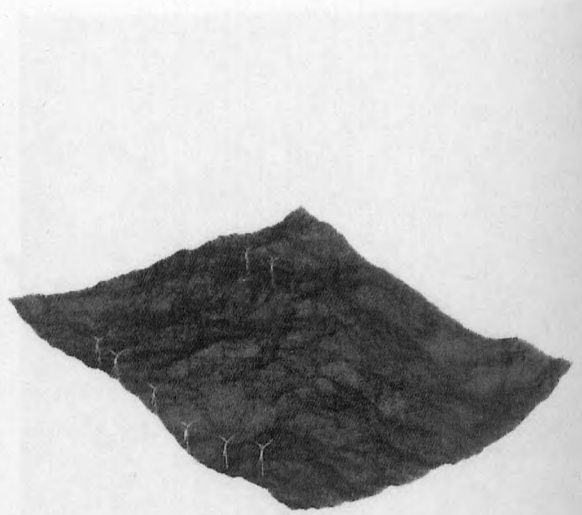
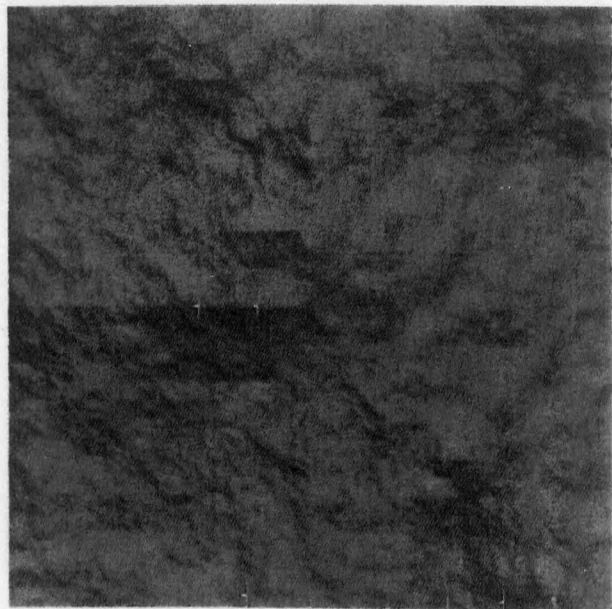


ill. 19 : implantation d'éoliennes pour la ligne de crête caméra 3

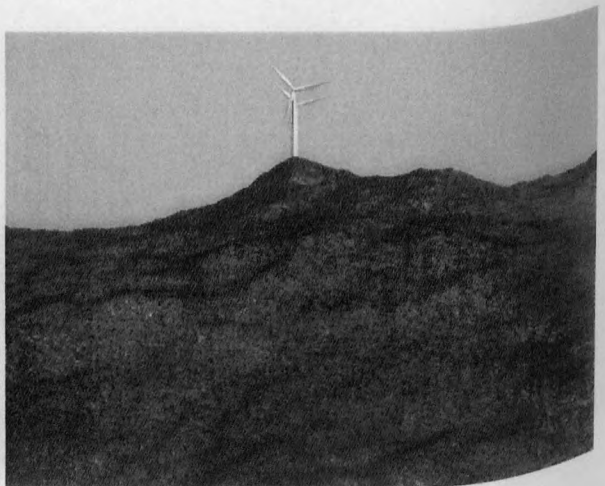




ill. 20 : vues de la ligne de crête caméra 3 par caméras 1, 2, 3, 4



ill. 21 : implantation d'éoliennes pour la ligne de crête caméra 4

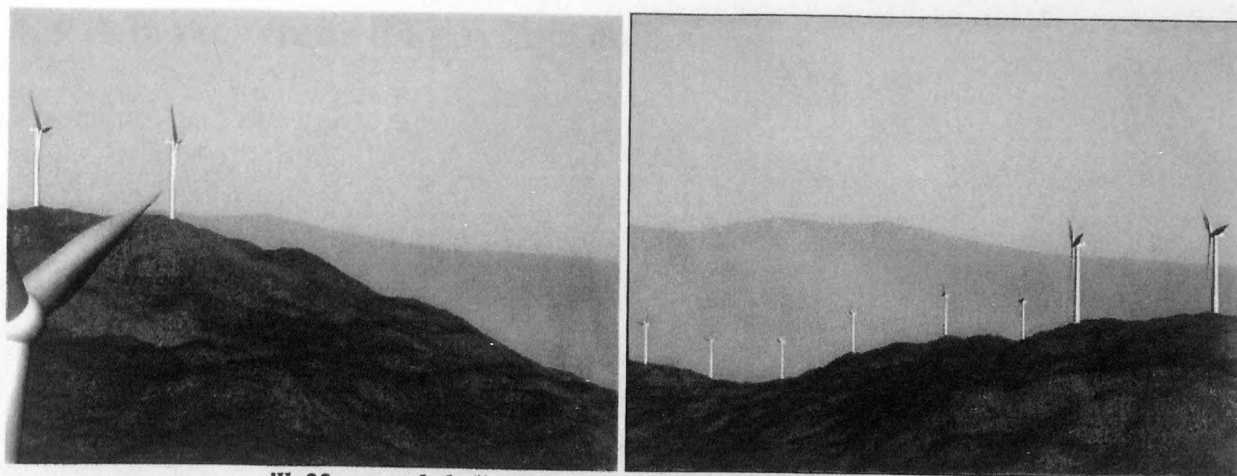


Sa
ce
op
lig
pa

Co
Ce
dét
d'é
Cet
de
don
pou
théc
la s
auss
terra
faite
pou
cont
conc

Note
Tout
prog

129 dan
essent



ill. 22 : vues de la ligne de crête caméra 4 par caméras 1, 2, 3, 4

Sans surprise, les lignes de crête correspondant à telle caméra restent perceptibles dans une certaine mesure par la caméra opposée (1-2, 3-4). Dans la vue propre à la ligne de crête, et par opposition à ce qui se passait avec les distributions régulières d'éoliennes, la disposition sur la ligne de crête a tendance à "aplatir" l'image, à réduire l'effet de profondeur de lecture du paysage.

Conclusion

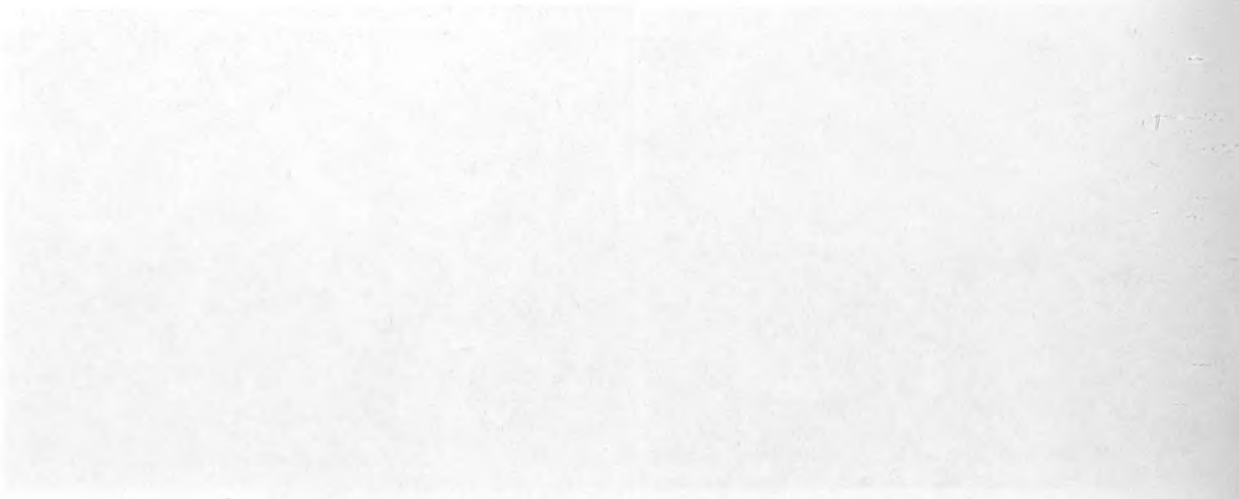
Ces expérimentations nous ont apporté un certain nombre de réponses, et d'outils, en terme de détermination et de perception des lignes de crête, en interaction avec l'implantation d'éoliennes.

Cette recherche est restée limitée sur plusieurs points. D'abord, on s'est borné à quatre points de vue, et on n'a pas envisagé les lignes de crête intermédiaires. L'expérimentation pourra donc s'étendre à de multiples points de vue et à la superposition des lignes de crête. On pourra aussi tester d'autres reliefs théoriques. Ensuite, le relief envisagé étant un relief théorique, aucun autre élément de paysage n'y était inclus. Cette limite sera repoussée lors de la suite de ce travail, qui portera sur un modèle numérique de terrain (réel). Cela permettra aussi d'évaluer les différences en terme de lignes de crête entre un relief théorique et un vrai terrain, et d'améliorer la génération de reliefs fictifs. Enfin, l'implantation d'éoliennes s'est faite suivant certaines contraintes distributives¹²⁹, mais sans tenir compte d'autres contraintes pourtant incontournables (potentiel éolien, distance entre éoliennes, etc., sans même parler de contraintes foncières ou légales...). La suite de ce travail permettra d'envisager des situations concrètes.

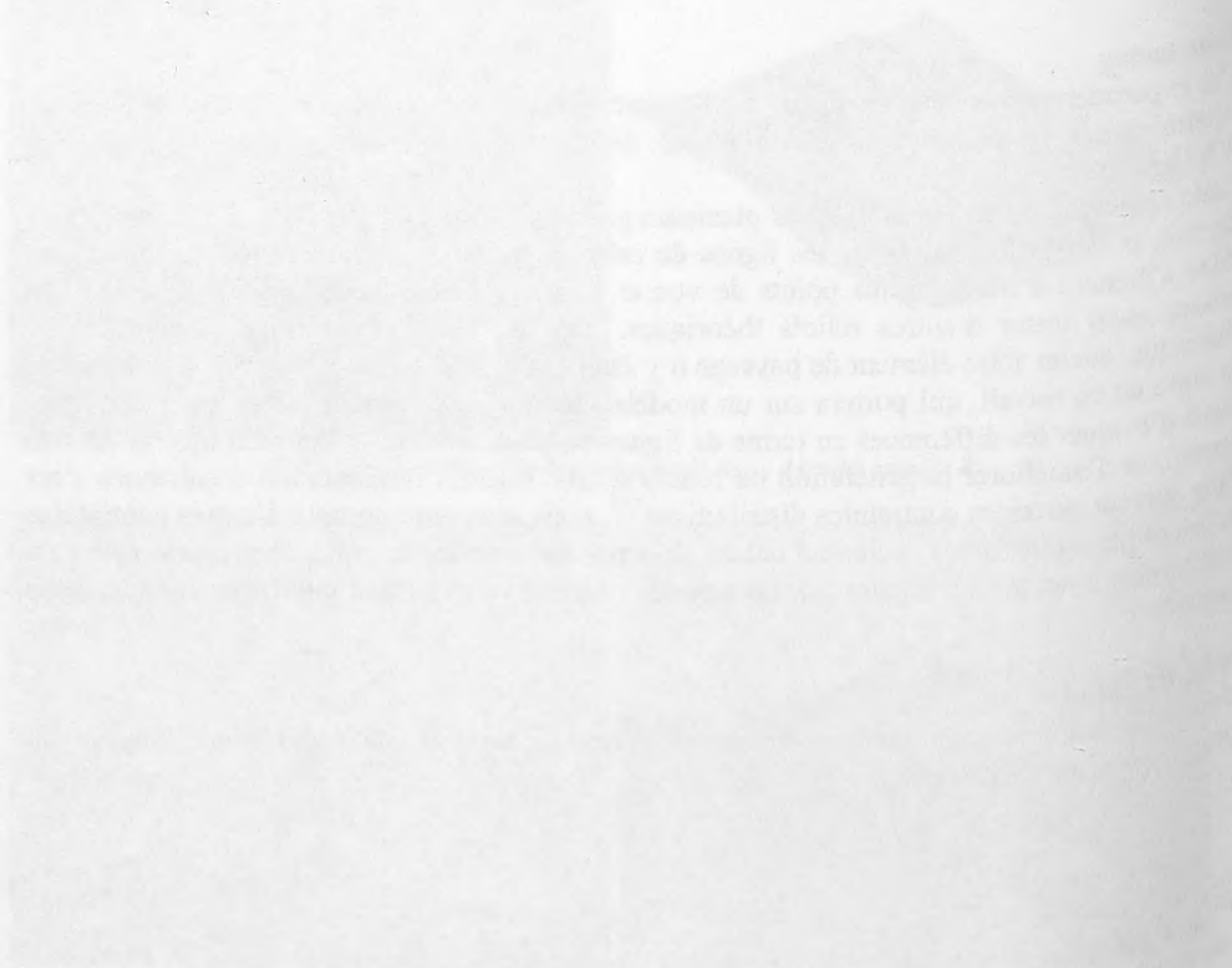
Note technique

Toutes les expérimentations ont été menées avec le logiciel 3DStudio Max (langage de programmation MaxScript)

¹²⁹ dans une grande mesure arbitraires : il est évident que les distributions régulières d'éoliennes s'observent essentiellement en plaine, voire off shore...



... les lignes de cette page...



Un
ne
à l
bu
qu
pa
pa
éol
con

1-
Les
abo

4. 9 A la recherche du paysage éolien

Véronique Van Tilbeurgh



Le parc de Kerherhal, Plouguin

Une des caractéristiques majeures du débat public autour des parcs éoliens de Plouguin est de ne quasiment jamais aborder les conséquences de cette implantation sur le paysage. Les seuls à les avoir abordées, en tant que telles, comme nous l'avons vu précédemment, ce sont les bureaux d'études à travers les études d'impact. Cette absence est d'autant plus surprenante que toutes les structures intervenant dans ce débat considèrent ces questions comme le point à partir duquel doit être évaluée l'intégration sociale des sites d'éoliennes. Pour analyser ce paradoxe, dans un premier temps, nous reviendrons sur la façon dont est envisagé le paysage éolien par ces structures, puis, dans un second temps, nous analyserons concrètement comment le paysage éolien de Plouguin a été construit collectivement.

1- Le paysage éolien dans le débat public

Les structures associatives, promouvant ou adoptant un regard critique à l'égard de l'éolien, abordent toutes la question du paysage éolien. Pour celle qui promeut l'éolien, cette question

reste indubitablement le problème majeur posé par cette énergie, étant le plus perceptible : *«Parmi tous les impacts générés par la présence d'éoliennes sur un territoire, l'évolution paysagère est certainement le plus perceptible. En effet, la taille des aérogénérateurs et leur localisation impliquent une visibilité incontestable. Aucun autre impact ne suscite tant de critiques vis à vis de l'énergie éolienne. Ces réactions ne sont pourtant pas spécifiques à ce type de projet.»*¹³⁰ La suite du texte souligne, tout d'abord, la faible acceptabilité dans la société contemporaine des grandes transformations paysagères, à l'inverse de la situation rencontrée au cours du XX^e siècle jusque dans les années 1970/1980. Ensuite, il est souligné l'aspect subjectif du jugement paysager conduisant, souvent, différents groupes sociaux d'un même territoire à poser des regards distincts sur le paysage éolien. La part de la subjectivité dans l'appréciation paysagère conduit à remettre en cause les études d'impact telles qu'elles sont réalisées : *«Aussi, il semble qu'une étude (d'intégration, comme on la nomme souvent) paysagère aussi pertinente soit-elle (recherche de l'harmonie visuelle, de l'équilibre entre le site et les éoliennes, etc.) ne peut garantir l'adhésion de l'ensemble des groupes sociaux concernés à ce qu'il convient d'appeler un projet de paysage. Isolée du contexte social, l'étude paysagère s'apparente plus à une étude morphologique de l'environnement où seule finalement la subjectivité du paysagiste intervient»*. La solution à ce problème, pour l'association, consiste une nouvelles fois à mobiliser les acteurs locaux : *«Il n'est plus concevable aujourd'hui de laisser les citoyens à l'écart du processus d'étude et de décision qui va présider à la transformation du paysage. Les associations, les habitants, les groupes sociaux concernés à un titre ou à un autre par un projet d'aménagement souhaitent de plus en plus se faire entendre et être écoutés. Cette volonté diffuse, pas toujours clairement exprimée de pouvoir devenir en quelque sorte acteur de son cadre de vie ne doit pas être ignorée. Le devenir d'un territoire concerne donc des acteurs multiples en interaction. Il apparaît alors logique de mobiliser les différents acteurs locaux afin d'établir les conditions propices à l'émergence d'un consensus sur les conditions de réalisation du projet»*. Une fois rappelé ce principe de participation des acteurs locaux à la définition de leur cadre de vie, le texte souligne qu'il existe toutefois des éléments objectifs pouvant mesurer l'impact paysager des éoliennes. Deux sont identifiés puis analysés : la taille des éoliennes elles-mêmes et leur apparence ainsi que leur positionnement ou disposition dans le paysage. Les différentes formes d'éoliennes et d'implantations de parcs éoliens sont ensuite discutées. Après avoir rappelé l'évolution des dimensions et des formes des éoliennes (des tours allant de 30 à 90 mètres, en treillis tout d'abord puis tubulaires), l'implantation des éoliennes est analysée en fonction du degré d'anthropisation de la zone (Cf : Encadré 4) et de son relief. Les zones peu accidentées et les paysages vallonnés sont ainsi distingués. Pour les premières, les zones à topographie plane, *«le positionnement des éoliennes selon des figures géométriques simples, facilement perçues par les observateurs, constitue souvent une bonne idée de positionnement : des éoliennes placées à égales distances sur une ligne droite constituent un schéma d'implantation qui fonctionne en général relativement bien, mais la disposition sera encore plus élégante lorsque les contours du paysage invitent à une telle solution»*. En revanche, dans les paysages plus accidentés *«il est rarement possible d'utiliser des figures simples, et il est souvent préférable de suivre les contours topographiques du paysage, les traits caractéristiques ou d'autres particularités architecturales du paysage»*. Enfin, l'analyse de l'impact visuel des éoliennes se conclut avec la phrase suivante : *«La façon dont les gens perçoivent les éoliennes dans le paysage demeure éminemment subjective. De nombreuses études menées au Danemark, au Royaume-Uni, en Allemagne ou aux Pays-Bas ont révélé que les personnes vivant à proximité d'éoliennes sont généralement plus favorables à leur égard que les autres»*.

¹³⁰ Extraits du site : www.apab.org

Encadré 4 : Le positionnement des éoliennes dans le paysage

Extrait du site : www.abap.org

Les sites éoliens diffèrent grandement d'une région à l'autre. Au Danemark, les plus anciennes turbines sont généralement situées près des bâtiments et des haies en limite de parcelles, soulignant ainsi leur connexion aux constructions. Les éoliennes plus récentes sont situées assez loin des bâtiments. Cela signifie par conséquent qu'elles deviennent plus visibles, d'autant qu'elles sont souvent plus grandes et ont des pâles plus amples. Dans les pays nordiques, en particulier au Danemark, des schémas d'aménagement éolien ont été élaborés par les municipalités (qui regroupent plusieurs villes ou villages, et peuvent donc être comparées aux formes d'intercommunalités françaises). Ces projets ont été motivés par le constat que les implantations réalisées par le passé l'avaient été sans cohérence globale et que certains sites étaient particulièrement visibles depuis des points de vue considérés comme remarquables sur le plan paysager. Le principal problème ne réside pas dans la présence des éoliennes individuellement, mais plutôt dans les interactions esthétiques malheureuses entre les turbines. De plus, la zone d'influence visuelle augmente corrélativement à la taille des machines. Cette covisibilité peut entraîner un impact perturbateur important sur le paysage. En effet, lorsque la taille et le design des turbines varient dans une même zone d'influence visuelle, l'impression générale que donne la grande variété des éoliennes et leur positionnement a priori aléatoire engendre un paysage sans harmonie. L'exploitation de l'énergie éolienne en harmonie avec le paysage nécessite donc d'adapter à la fois la taille des éoliennes, leur design, et leur disposition dans le paysage.

Dans le texte de l'APSA (2005), assez curieusement le lien entre éoliennes et paysage est peu développé. Deux paragraphes l'abordent directement. Dans le premier, c'est la dimension des éoliennes qui est soulignée : *«Les éoliennes s'implantent là où le vent est fort, sur les côtes littorales et sur les lignes de crête et pas où elles seraient peu visibles. Leur hauteur est très élevée, 120 m pour un engin de 1 MW de puissance, 150 m – la moitié de la tour Eiffel – et plus pour les plus puissants. En conséquence leur impact sur le paysage est toujours exceptionnellement important. Or, on constate que, dans les régions favorables, les sites d'implantation se multiplient en situation de covisibilité ; c'est notamment le cas pour les côtes du Finistère Nord, les collines de l'Aude, où les dégâts causés aux paysages sont déjà énormes»*. Le second introduit une comparaison entre l'impact paysager de l'éolien et celui d'autres filières énergétiques : *«(...) [L'impact de l'éolien] sur les paysages est considérable, environ 5000 fois supérieure à celui des autres filières, et bien plus encore si l'on tient compte de la hauteur de ces machines -150 mètres pour les plus grosses machines actuelles- la moitié de la hauteur de la tour Eiffel.»*

Ces deux positions renvoient aux représentations déjà identifiées. Pour l'association de promotion de l'éolien, la subjectivité de l'appréciation paysagère oblige de prendre en compte le point de vue des acteurs locaux. La valeur esthétique ne pouvant s'objectiver entièrement, c'est par la prise en compte des positions des acteurs qu'elle pourra être évaluée. En d'autres termes, l'objectivation de la subjectivité du jugement paysager des bureaux d'études peut être réalisée en prenant en compte l'appréciation des habitants. Pour l'association, l'impact visuel d'un parc éolien ne constitue pas une donnée en soi. Les éoliennes peuvent participer, soit à la valorisation, soit à la dégradation du paysage sur un territoire. Pour éviter toutes mauvaises interprétations, un certain nombre de précautions doivent donc être prises concernant, en particulier, la forme des éoliennes et leur schéma d'implantation. Cette conception, où l'implantation d'une éolienne en tant qu'objet technique n'est pas conçue comme dégradant le paysage naturel en soi, reflète une absence de discontinuité entre les conceptions des milieux naturels et des milieux anthropisés. Le texte de l'APSA conçoit l'implantation d'éoliennes que là où elles sont peu visibles. Elles doivent être, autant que possible, cachées du regard pour ne pas dénaturer le paysage. La remise en cause de toute covisibilité entre les parcs éoliens reflète cette préoccupation de ne

pas montrer les éoliennes alors que, précédemment, la covisibilité était interrogée car elle pouvait produire des ruptures d'harmonie paysagère par l'hétérogénéité des machines. Cette représentation renvoie à une discontinuité marquée entre les sociétés et leur milieu. Par la présence des éoliennes en tant qu'objet industriel, les hommes marquent leur empreinte sur un territoire dédié à l'expression des seules forces de la nature.

Les entreprises éoliennes ne commentent pas cet aspect de l'impact des parcs éoliens. D'ailleurs, plus généralement, ces entreprises ne s'attardent pas, voire même n'abordent pas du tout, les nuisances générées par les éoliennes. Sur son site, l'ADEME-Bretagne explique les démarches à effectuer pour monter un projet de parc éolien. Dans cette description, il est rappelé que la dimension d'intégration paysagère du site doit être étudiée : *«Il est sans doute difficile de parler d'intégration étant donné la taille des éoliennes actuelles. Toutefois, leur implantation doit être choisie avec soin, suite à une analyse paysagère réalisée par des professionnels compétents. Les fabricants ont fait beaucoup d'effort sur l'esthétique des éoliennes, mais une attention particulière doit être apportée sur l'intégration des constructions annexes (chemin d'accès, transformateur, enfouissement des réseaux...)»*¹³¹ Dans le document plus complet que l'agence a publié sur l'insertion sociale et territoriale des éoliennes (2003), il est rappelé la subjectivité de l'appréciation paysagère. Toutefois, le travail des bureaux d'études n'est pas remis en cause et la concertation locale n'est pas conçue comme un outil d'objectivation de l'appréciation paysagère.

Dans les documents des administrations et collectivités territoriales, la question centrale est d'établir des méthodes devant permettre la prise en compte de l'impact paysager. Dans la *«Charte départementale des éoliennes du Finistère»*, il est ainsi proposé d'examiner les impacts du projet paysager en fonction de différentes échelles : celle de *«l'unité paysagère, pour définir les principes d'organisation général générale du projet (...), prendre en compte des relations de covisibilité avec d'autres installations, évaluer l'impact du renforcement des lignes H.T. nécessaires au raccordement au réseau public...»*, celle du paysage proche, *«pour prendre en compte les relations de covisibilité avec les principales composantes du paysage (...))»*, celle des abords immédiats, *«pour composer et harmoniser les différents éléments de l'opération (...))»*. De plus, il est précisé que le volet paysager du permis de construire doit comporter des photographies et simulations graphiques réalisées depuis les points de vue les plus significatifs et les plus fréquentés. Enfin, certaines mises en garde sont effectuées destinées aux opérateurs : éviter un conflit avec une perspective sur un site emblématique, éviter les pastiches d'architecture locale pour les locaux annexes, rechercher une architecture discrète s'intégrant dans son environnement.

Dans ses documents, la DIREN-Bretagne (2003) propose également une méthode pour prendre en compte l'impact paysager des parcs. Pour ce faire, dans un premier temps, sont identifiées les questions posées par l'impact paysager des éoliennes. En introduction, il est tout d'abord rappelé que : *«Compte tenu de la qualité plastique des éoliennes actuelles, de l'image moderne qu'elles renvoient, un parc éolien peut générer une image positive et attractive, voire contribuer à la requalification d'un site banal ou dégradé. Dans ce cas, les éoliennes constituent des éléments de structuration et de composition du paysage. A l'inverse, un développement non raisonné de parcs éoliens, leur implantation dans un site peu propice peuvent contribuer à banaliser ce dernier. Les éoliennes constituent alors des éléments perturbateurs du paysage.»*

La « capacité » d'un paysage à recevoir un projet éolien dépend de la combinaison de plusieurs facteurs :

- les caractéristiques paysagères du site d'implantation,

¹³¹ Extrait du site : www.ademe.fr/bretagne/

- le projet éolien (hauteur des éoliennes, nombre, organisation spatiale),
- l'existence d'une adéquation ou non entre le projet et son site d'implantation.»

Ensuite, il est rappelé qu'en fonction de l'échelle de perception du paysage, l'impact du parc éolien ne sera pas identique. En quelque sorte, chaque échelle paysagère sert à discriminer les problèmes posés par l'intégration des éoliennes. Concernant, la perception lointaine, «(...) le regard s'attarde peu [sur le parc éolien] et passe d'un point d'appel à un autre en suivant les lignes de force du paysage.» La perception de proximité est évaluée en fonction de la «qualité esthétique des éoliennes, la qualité du traitement des abords immédiats, de l'insertion visuelle du local technique, de l'aménagement de la piste d'accès ... [qui] participent à l'image globale du site.» Ce serait la perception semi-éloignée à proche qui poserait le plus de problèmes, marquant fortement le paysage. Différents critères sont alors identifiés pour évaluer l'inscription des éoliennes dans le paysage en fonction de cette perception semi-éloignée :

-«la prise en compte des composantes et de l'organisation générale du paysage :

- le respect des limites naturelles et des lignes de force, notamment les lignes de crêtes.

- la lisibilité ou non du paysage (...)

- le degré « d'anthropisation » du paysage (...)

- le degré d'ouverture ou de fermeture du paysage (...)

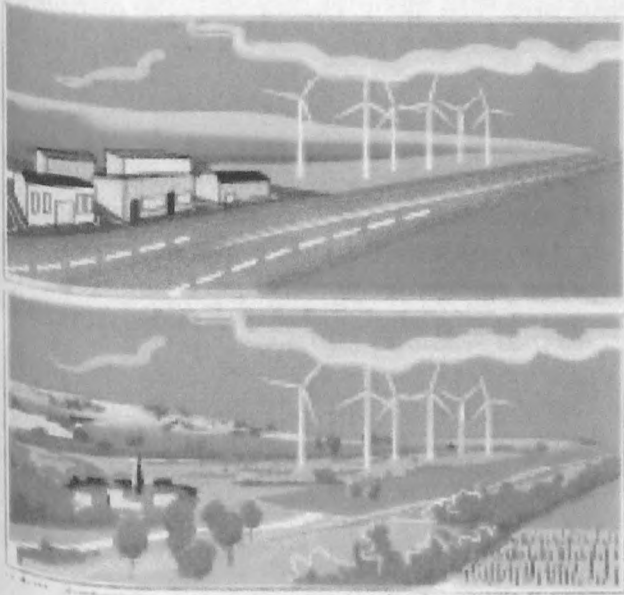
- l'organisation spatiale des éoliennes (...), elle peut participer à souligner, à renforcer la compréhension et la lisibilité du paysage,

- le rapport existant entre l'échelle du site et celle du projet (hauteur des éoliennes, nombre d'éoliennes),

- la prise en compte de la fréquentation et des modes de découverte des sites (perceptions depuis les routes, sites fréquentés ...)

- l'existence ou non de plusieurs projets éoliens dans un même secteur : la modification de l'identité d'un paysage sera d'autant plus importante que les parcs éoliens sont nombreux.»

Evaluation de l'intégration des éoliennes en fonction du degré d'anthropisation du paysage



Source : DIREN-Bretagne, 2003,

A la suite de l'analyse de la perception paysagère d'un parc éolien, le document propose d'identifier les lieux à fort enjeu paysager pour lesquels la construction d'un parc éolien devra se faire sous certaines conditions : regroupement des parcs éoliens sur quelques uns de ces sites ; pour les projets situés le long de voies express ou de circuits touristiques, intégration d'une réflexion à l'échelle de l'itinéraire ; regroupement des parcs dans des zones déjà artificialisées. Ces sites à fort enjeu paysager sont : les paysages et sites patrimoniaux et les paysages et sites très fréquentés. A côté de ces secteurs particuliers sont identifiés les sites sans enjeux majeurs. La méthode proposée ici est de définir des schémas territoriaux d'intégration des projets éoliens. Ainsi, le choix d'implantation des éoliennes serait arrêté à partir de schémas territoriaux pouvant définir par exemple : un seuil minimal et maximal du nombre d'éoliennes par secteurs, une hauteur maximale et minimale des éoliennes, une organisation spatiale spécifique, un type de traitement des abords immédiats, le respect d'une homogénéité d'aspect des éoliennes... La définition de ces schémas serait effectuée en trois étapes :

- Une étape de connaissance du territoire et de mises en évidences des contraintes et sensibilités spécifiques (il est proposé en particulier de repérer les contraintes et les sensibilités locales mais sans aborder l'évaluation locale du paysage).
- Une étape au cours de laquelle des secteurs d'implantation vont être sélectionnés.
- Une étape permettant de définir la cohérence générale du projet éolien à l'intérieur de chaque secteur choisi.

Enfin, dans un troisième temps, une méthode est proposée pour évaluer les impacts paysagers. Cette analyse est constituée de deux étapes : une évaluation de l'état initial, puis, des impacts générés par le parc éolien. L'évaluation de l'état initial doit être effectuée à deux échelles : périmètre d'étude éloigné (description des composants, des modes de fonctionnements visuels, des ambiances, des tendances d'évolution...) et aire d'étude rapprochée (mise en évidence des similitudes avec l'unité paysagère dans laquelle le parc se situe et ses caractéristiques propres). Cette analyse doit se fonder sur l'utilisation de certaines techniques d'objectivation des données (cartes, vues aériennes, documents d'urbanisme et des prospections sur le terrain).

L'évaluation des impacts paysagers devra être effectuée pour chaque échelle distinguée précédemment. De plus, deux types d'impacts seront étudiés :

- des impacts temporaires liés à la phase chantier,
- des impacts permanents liés à la présence des éoliennes jusqu'à leur démantèlement.

Plusieurs critères devront être pris en compte pour évaluer ces impacts :

- l'importance et la fréquence des perceptions des éoliennes (avec détermination des types de vues, filtrée, masquée, tronquée ou directe) et des zones des perceptions des éoliennes.
- *« l'aspect qualitatif des vues (en fonction de l'organisation spatiale des éoliennes, leur inscription dans le paysage ...) peut être analysé, en particulier pour les perceptions les plus fréquentes et les perceptions depuis les secteurs les plus sensibles (...). »*

Enfin, le type de restitution est précisé :

- une carte des perceptions visuelles (cette carte est réalisée à partir de l'analyse détaillée du relief et de l'occupation des sols. Une étude exhaustive des perceptions depuis les zones les plus sensibles que sont les hameaux de proximité et les franges urbaines des agglomérations concernées peut être envisagée).
- des photomontages, même si cet outil présente des limites, ils permettent de concrétiser plus aisément les différents types de vues sur le projet.

La conclusion de ce document énumère les différents points devant figurer dans les études d'impact paysager :

- «- la fréquence et l'importance des perceptions du site,
- les types de vues les plus fréquentes,

- les zones les plus sensibles, exposées aux vues,
- l'adéquation existante ou non entre le projet et le paysage dans lequel il s'inscrit : si le projet s'inscrit dans les lignes du paysage ou constitue une rupture ...,
- l'effet de « mutation » ou non du paysage généré par le projet (en fonction de son importance, des autres projets existants ...).

Plusieurs aspects de cette description de la façon par laquelle la DIREN-Bretagne envisage la prise en compte des impacts paysagers seront commentés. Tout d'abord, il peut être souligné que c'est l'échelle intermédiaire, semi-éloignée à proche, qui semble poser problème, les éoliennes perçues à cette distance (en second plan) transformant le paysage. Or, comme nous l'avons vu, un parc éolien peut être interprété comme une forme d'anthropisation d'un milieu naturel (les éoliennes étant considérées comme des objets industriels) ou être intégré dans un milieu conçu comme un continuum entre les zones les moins artificialisées et les milieux urbains. Dans le premier cas, la perception de parcs au second plan gêne le regard en ce qu'ils apportent une confusion entre deux catégories de pensée, une rupture de l'ordre normal du monde (Douglas M, 1996). Ce qui n'est pas le cas quand le regard possède une autre grille d'interprétation du milieu. Les enjeux sont moins présents en vision éloignée car le regard ne discrimine pas le parc en tant que tel au milieu des autres éléments du relief et en vision approchée car la dimension des équipements empêche toute assimilation du parc à un milieu naturel.

L'autre point important concerne la méthode d'évaluation de l'impact paysager tel qu'il est traité dans les documents de la DIREN-Bretagne. A aucun moment, il n'est proposé très explicitement de prendre en compte l'avis des habitants dans l'évaluation des impacts paysagers. Les auteurs du document reconnaissent qu'un paysage est lié à un regard. Mais l'approche paysagère est ici conçue comme une méthode pour objectiver l'évaluation de l'impact des éoliennes sur le paysage. Cette conception se retrouve également dans la «Charte départementale des éoliennes du Finistère». Ces méthodes d'évaluation du paysage ne s'interrogent jamais sur l'intégration paysagère des éoliennes du point de vue des acteurs locaux, comme si le point de vue des populations locales était objectivé par les critères identifiés pour mesurer l'impact des parcs. C'est autour de ces questions que l'analyse du paysage éolien de Plouguin sera menée.

Les abords immédiats et une vue proche du parc éolien de Plouguin



2- Le paysage éolien de Plouguin

Pour cerner la place des conflits paysagers dans l'implantation des sites éoliens, nous nous sommes référés une nouvelle fois à l'étude Louis Harris commanditée par l'ADEME (2004). Deux populations ont pu être caractérisées : l'une pour laquelle les éoliennes s'intègrent bien aux paysages (45 % des personnes sondées) et l'autre défendant la proposition inverse (54 %). Par ailleurs, 19 % des personnes interrogées citent le caractère inesthétique des processus techniques des EnR et des éoliennes, en particulier, comme un de leurs inconvénients. Pour résumer, concernant l'appréciation esthétique des éoliennes et de leur conséquence sur les paysages, les positions sont, encore une fois, clivées. Les volets paysagers des études préalables à la demande de permis de construire doivent fournir une première perception de cet impact à travers une tentative d'objectivation. Nous débiterons donc l'analyse du paysage éolien de Plouguin par celle des études paysagères.

Les deux entreprises intervenant à Plouguin ont sous-traité ces travaux. Les deux analyses paysagères se fondaient sur des critères permettant d'objectiver le paysage aux trois échelles précédemment identifiées. Toutefois, ces études ont été peu approfondies. L'étude d'impact paysager du parc de Lescoat souligne ainsi que *«compte tenu de l'absence d'éléments remarquables susceptibles d'être «conurrencés», les éoliennes ne constituent pas une altération paysagère : la grande dimension des machines, en introduisant une nouvelle échelle de vision, viendra contrebalancer le paysage du plateau agricole et ouvert des abords immédiats des quatre éoliennes»*. Il est encore souligné que le projet de s'inscrit en *«covoisibilité avec aucun élément de patrimoine historique ou culturel remarquable situé sur Plouguin ou sur ses environs. Toutefois, l'ouverture des paysages du plateau Léonard fait notamment que les éoliennes seraient visibles au-delà de l'Aber Benoît. Il s'agira du seul élément vertical créant un appel visuel fort. Toutefois, à cette distance, et malgré l'absence d'éléments significatifs, les quatre éoliennes ne gêneront pas la lecture agricole du plateau Léonard»*.

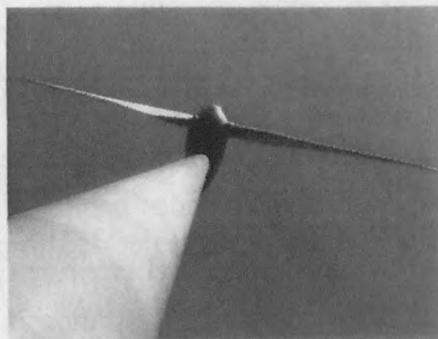
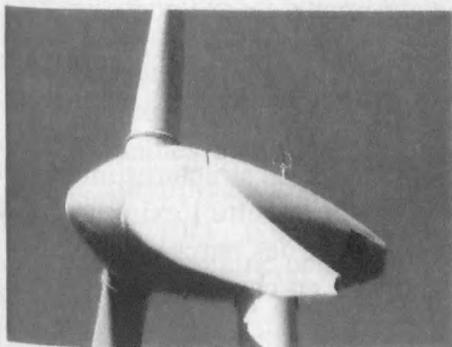
Si l'on compare l'analyse de l'impact paysager aux autres types d'impact, il peut être remarqué que concernant les nuisances sonores, par exemple, l'impact des éoliennes sur les riverains et, plus largement, les habitants, a été pris en compte. Par exemple, le bruit prévisible des aérogénérateurs a été évalué en fonction de la distance des habitations aux éoliennes. Certes, l'acceptabilité de la nuisance par les habitants n'a pas été prise en compte, mais le bruit émergent a été mesuré dans les jardins des habitants. En revanche, l'analyse paysagère se fonde peu sur une objectivation de données que ce soit par l'utilisation de méthodes quantitatives d'évaluation des paysages, par exemple, ou par la prise en compte du point de vue des populations confrontées aux projets éoliens. Dans les deux études, l'approche paysagère consiste à montrer les transformations du paysage induites par la présence des éoliennes en les rapportant à l'organisation générale paysage sans intégrer le sens que les populations locales attribueront à ces changements.

Toutefois, cette façon d'évaluer l'impact paysager des parcs n'a pas porté préjudice à leur intégration à Plouguin. Pour toutes les personnes interrogées, les parcs éoliens se localisent, avant tout, dans des terres agricoles loin des sites les plus fréquentés de la commune comme celui de la vallée des moulins. De plus, comme nous l'avons vu, ce plateau agricole a été remembré à la fin des années 1960. Les talus et haies ont été arasés, les champs ouverts, pour permettre la motorisation des travaux agricoles. A cette époque, les discussions entre agriculteurs portaient sur l'équité des échanges de terre et jamais sur les aspects paysagers que posait le remembrement. Le principal propriétaire des parcelles sur lesquelles sont implantées les éoliennes aujourd'hui travaillait déjà sur son exploitation à cette période. Son rapport au site n'a pas varié depuis. A aucun moment, une autre relation que productive à ce milieu ne

s'est constituée. Cette terre agricole était et reste aujourd'hui avant tout un moyen de production.



Pour les personnes favorables au parc éolien que nous avons interrogées, la dimension paysagère n'apparaît jamais dans le discours. Souvent, les éoliennes sont esthétisées, comparées à des mannequins, des silhouettes qui animent le site. Certains habitants nous ont expliqué venir se promener sur le chemin à côté des éoliennes pour les admirer. Des randonnées sont mêmes organisées maintenant à proximité de ces machines. Mais, encore une fois, cette esthétisation ne concerne que l'objet technique en lui-même. Par ailleurs, d'après les entretiens, les habitants leur attribuent des fonctionnalités bien précises. Elles leur permettent de se repérer dans la région. Visibles de loin, elles servent de point de repère. Une personne nous a ainsi indiqué que grâce aux éoliennes, elle savait maintenant on se trouvait sa maison qu'intuitivement elle avait situé à un autre endroit. Les éoliennes étant visibles également en mer, les marins pêcheurs s'en serviraient d'amère. Pour certaines personnes, les aérogénérateurs sont également considérés comme des girouettes. Depuis leur mise en marche, ces habitants regardent systématiquement l'orientation de la nacelle pour savoir d'où vient le vent. Enfin, dernière fonction attribuée, un «emblème territorial». Les éoliennes de Plouguin sont les seules, dans la région, à être colorées. Pour certains habitants, cette singularisation de l'objet technique permet une appropriation des éoliennes comme marqueur de leur territoire. Ainsi, ces éoliennes deviennent «nos éoliennes» (plus esthétiques que celles de Plouarzel). Un objet emblématique de la commune, chargé de la représenter donc de l'identifier autour de cet objet technique et esthétique, symbolisant la production d'une énergie propre.



Les éoliennes de Kerherhal

Les opposants au parc ne rentrent jamais dans ce type de discours. D'après les entretiens, les éoliennes sont avant tout un objet industriel. Avant la construction du parc, un des leaders des opposants se promenait souvent sur le site où sont implantées aujourd'hui les éoliennes, profitant de la nature aux portes de sa maison (et non des champs, selon son discours). Depuis qu'elles ont été construites, il n'y serait jamais retourné. Il se protège même de l'impact visuel et sonore des éoliennes en arrêtant d'élaguer ses arbres. Ce qu'il regrette, par ailleurs, son jardin étant à l'ombre la plupart du temps maintenant. Pour cette personne, le problème posé n'est pas la dégradation du paysage par les éoliennes, mais la dégradation de la nature par des objets industriels. D'ailleurs, selon lui, il a moins sollicité l'APSA que «Les Abers» car cette association défend surtout la préservation des paysages et le plateau agricole n'est pas interprété comme constituant un paysage. L'APSA, par ailleurs, s'est attaché à défendre le site de Plouguin sans les éoliennes en raison de leur visibilité depuis les Abers, et l'Aber Benoît en particulier. Or, ce site est réputé comme remarquable, à fort enjeu patrimonial.

Plus généralement, dans le cas du site de Kerherhal, on observe un hiatus entre l'étude de l'impact paysager du parc éolien par le bureau d'étude et la perception par les habitants de cet impact. Ce clivage s'explique par les grilles de lecture utilisées pour interpréter cet impact, lesquelles sont fortement distinctes. Dans le cas de Plouguin, cela n'entraîna aucun préjudice, les deux évaluations étant convergentes. Pour la population locale, le parc ne dégrade pas le paysage car le site ne constitue pas un paysage. Pour les bureaux d'études, le parc ne dégradait pas le paysage, il s'y intégrait aux différentes échelles envisagées. La seule structure à se mobiliser au nom du paysage fut l'APSA, les éoliennes dégradant le paysage apprécié depuis l'Aber Benoît. Pour cette association, les éoliennes devraient être érigées dans les friches industrielles ou le long des quatre voies, c'est-à-dire dans des zones fortement anthropisées n'introduisant pas de confusion entre des catégories de pensée. Toutefois, en raison de la sensibilité des habitants à la préservation plus générale des paysages, la mobilisation de cette notion répond à un autre objectif. L'idée de dégradation du paysage permet de traduire une cause, la lutte contre l'implantation d'éoliennes, en enjeux collectifs. En dehors de certains riverains, les individus se mobilisent peu contre les nuisances sonores. Les mobilisations plus larges reposent sur la défense des paysages. En d'autres termes, dans certains conflits, les éoliennes construisent un paysage en traduisant des préoccupations plus particulières en enjeux collectifs. Ce qui n'a pas été le cas à Plouguin, l'APSA s'est emparée de cet argument, mais pas les opposants riverains. Or, nous avons constaté que la dénonciation des éoliennes est incorporée par ces opposants, les nuisances sonores, en particulier, détruisant leur cadre de vie tout en portant atteinte à leur intégrité (perte de sommeil). En ne reprenant pas l'argument paysager, ces opposants rendent encore plus difficile la traduction de leurs préoccupations en enjeux collectifs. La seule possibilité qui leur reste alors pour faire reconnaître leur position est le recours juridique, la décision de justice devant objectiver les préjudices subis. C'est pourquoi quand ce jugement va à l'encontre du sens qu'ils attribuent à la situation, ils ne leur restent plus comme solution que de mobiliser une théorie du complot pour donner un sens aux problèmes tels qu'ils les perçoivent.

La confrontation entre l'approche paysagère développée par les structures intervenant dans le débat public sur l'éolien et celle des habitants de Plouguin montre l'existence de différentes pratiques d'évaluation des paysages et de l'impact paysager des parcs éoliens. Les méthodes proposées, par l'administration de l'environnement (ayant en charge également la protection des paysages) ou par d'autres administrations à travers la «Charte département des éoliennes du Finistère» par exemple, identifient des critères pour construire une évaluation qui se veut objective de la situation, même si celle-ci intègre une part de subjectivité irréductible. Ces

méthodes font porter le problème de l'intégration paysagère des éoliennes à l'échelle semi-éloignée à proche et sur les sites réputés remarquables, naturels ou patrimoniaux. Cette échelle paysagère pose problème dans la mesure où, à cette distance, les éoliennes «accrochent» le regard. Les machines peuvent modifier ainsi les grilles d'interprétation du milieu où l'anthropique vient, avec des éoliennes/objets industriels structurant le paysage, concurrencer le naturel. Toutefois, les administrations ne se dotent pas d'outils pour analyser l'articulation entre ces différentes catégories de pensée l'éolienne et son insertion paysagère, laissant aux habitants et riverains des sites éoliens la possibilité de porter un jugement divergent sur l'intégration des éoliennes par rapport à celui des bureaux d'études. Or, en raison de la légitimité aujourd'hui de la protection des paysages, leur dégradation correspond à une des modalités utilisées pour la mobilisation collective, permettant de traduire des dénonciations en enjeux collectifs. Cette capacité de mobilisation des paysages montre ainsi leur rôle dans les mouvements de protestation et l'intérêt à prendre en compte les interprétations locales des impacts paysagers dus à l'implantation de parcs éoliens. La réponse apportée actuellement par les administrations et collectivités territoriales pour résoudre ces questions consiste à élaborer des schémas de développement de l'éolien à différentes échelles : régionale, départementale et intercommunale, mais sans explicitement les définir en y intégrant le point de vue paysager des populations locales.

Le bourg de Plouguin



En conclusion, nous avons montré dans cette recherche que les dynamiques générées par l'implantation des éoliennes renvoient à deux variables principales déclinées selon différentes modalités. Ces deux variables sont :

- les connaissances des habitants et riverains concernant le vent, l'énergie éolienne et plus généralement la question des énergies renouvelables, mais également les référentiels de sociétés (hiérarchisée ou structurée par la participation des acteurs locaux), les conceptions de l'articulation entre milieux naturels et anthropisés (continuité/discontinuité) ainsi que la capacité de l'homme à agir sur le milieu naturel,
- les dynamiques propres des collectivités locales au sein desquelles doivent s'intégrer les sites éoliens avec, en particulier, les modes d'intégration des habitants à la collectivité locale.

La place des connaissances dans l'analyse des dynamiques sociales générées par l'implantation d'éoliennes s'explique, plus particulièrement, par l'absence d'interprétation univoque, à la fois, du milieu naturel et de l'éolienne et tant qu'objet technique. L'opposition déterminante se situe entre :

- d'une part, les individus qui ne conçoivent pas les milieux naturels et humains en opposition mais selon un continuum, pour lesquels le site éolien reste un moyen de production, un outil de travail et l'éolienne, un objet technique esthétique,

- et d'autre part, les individus interprétant les milieux naturel et humain comme radicalement distincts, le site éolien comme dénaturant, soit un paysage, soit une nature et, enfin, où l'objet technique, l'éolienne, demeure avant tout un objet industriel contre lequel il faut lutter.

A la suite de cette enquête empirique, forcément très limitée, il nous a semblé que le facteur social le plus déterminant pour comprendre la distinction entre ces deux populations reste les modalités d'intégration sociale des individus ou des groupes d'individus à la collectivité locale. En effet, c'est ce facteur qui a permis de discriminer pertinemment, c'est-à-dire en fonction des observations qui ont été effectuées, les groupes opposés que nous avons pu voir œuvrer. Schématiquement, les individus les moins intégrés à la collectivité locale s'opposent au site et les autres le soutiennent. Bien sûr, il s'agit ici que d'une observation d'une certaine régularité comportementale sur un site particulier. Cette première analyse des dynamiques générées par l'implantation de parcs éoliens demanderait à être confirmée par une approche comparative avec d'autres sites.

Dans ce contexte, les mobilisations collectives contre les éoliennes ne rassemblent pas massivement les habitants des collectivités locales qui subiraient de nombreuses nuisances sonores, en particulier. Cette mobilisation collective doit prendre d'autres modalités pour pouvoir dépasser ces préoccupations moins partagées. La traduction s'effectue par la mobilisation de ressources à travers les associations adoptant un regard critique à l'égard de l'éolien. Concernant le Finistère-nord, précisément, la traduction judiciaire de la mobilisation collective contre les parcs éoliens semble corrélée à l'existence d'au moins une association développant un savoir-faire juridique. Les compétences ainsi acquises sont mises à disposition des opposants locaux dès qu'ils commencent à structurer une opposition autour d'un projet de parc éolien. En revanche, la traduction des oppositions en termes de dégradation du paysage permet, non seulement de mobiliser les médias, mais également les administrations départementales, régionales et centrales. Pour l'association plus spécifiquement dédiée à la protection des paysages, son mode d'action consiste moins à faire arrêter des chantiers à la suite de jugements que de faire pression sur les administrations pour modifier leur politique à l'égard de l'éolien. L'argument initial justifiant cette distance critique à l'égard de l'éolien consistait à assimiler la construction d'éoliennes à la destruction des paysages. Aujourd'hui, cet élément de justification s'est considérablement enrichi pour aboutir à un argumentaire se déclinant sur plusieurs registres (technique, économique, social, politique...), engageant des représentations du vent, de l'énergie éolienne, du milieu naturel et de son lien avec les sociétés humaines et des référentiels de sociétés. En ce sens, le positionnement de cette association à l'égard de l'éolien devient éminemment politique, reflétant, en cela, celui de nombreuses structures intervenant dans le débat public sur l'éolien. Chacune de ces structures prend position en fonction de ses propres grilles d'interprétation de la situation de l'éolien en France et de son référentiel de sociétés.

Si l'on rattache les évolutions récentes du débat public sur l'éolien au processus de mobilisation de ressources qui vient d'être décrit, on peut constater que les discussions autour des nuisances induites correspondent à un ancrage politique du débat éolien. Plus précisément, cette inscription du débat éolien dans le champ politique correspond à une appropriation du débat énergétique par la société civile. Chaque structure concernée s'en empare et tente d'y apporter une réponse en fonction de ses propres moyens. Les associations peuvent soit, constituer un support logistique pour favoriser les projets éoliens ou pour les combattre, soit adopter un mode d'action de lobbying à destination des médias et des administrations. Concernant les collectivités locales, nous avons observé à Plouguin qu'elles peuvent construire le débat public sur les énergies renouvelables en intérêt général. Mais d'autres réponses peuvent exister nécessitant des recherches complémentaires et comparatives

pour les identifier, sachant que la grande caractéristique du débat public sur l'éolien est de mêler des arguments techniques, économiques, sociaux, politiques, architecturaux et esthétiques.

Bibliographie

- Abélès M., Charles L., Jeudy H.-P., Kalaora B. (sous la dir. de), *L'environnement en perspective, Contextes et représentations de l'environnement*, Paris, L'Harmattan, Collec. Nouvelles études anthropologiques, 2000.
- ADEME, Elaboration d'un outil d'insertion sociale et territoriale des éoliennes, Médiation et environnement pour l'ADEME, 2002.
- ADEME, *Les français et les énergies renouvelables*, Rapport final-étude quantitative, Louis Harris, 2004.
- APSA, *Argumentaire sur l'électricité d'origine éolienne*, 2005.
- Beuret J.-E., Floch H., Mouchet C., La médiation au cœur du territoire, *Pour*, n° 160, 1998.
- Boltanski L., Darré Y., Schiltz M.-A., La dénonciation, *Actes de la recherche en sciences sociales*, n° 51, 1984.
- Boltanski L., Thévenot L., *De la justification, les économies de la grandeur*, Paris, Gallimard, 1991.
- Boullier D., La construction de l'intérêt général au quotidien, Histoire de deux succès d'associations à Rennes dans le bois de Sœuvres, *Cadre de vie, environnement et dynamiques associatives*, Paris, PUCA, 2000.
- Callon M., Eléments pour une sociologie de la traduction. La domestication des coquilles Saint-Jacques et des marins pêcheurs en baie de Saint-Brieuc, *L'Année sociologique*, Vol. n° 36, 1986.
- Candau J., Usage de concept d'espace public, pour une lecture critique des processus de concertation, *Economie rurale*, n° 252, 1999.
- Catherin V., *La contestation des grands projets publics, Analyse microsociologique de la mobilisation des citoyens*, Paris, L'Harmattan, 2002.
- Cefai D., La construction des problèmes publics. Définitions de situations dans les arènes publiques, *Réseaux*, n° 75, 1999.
- Claeys-Mekdade C., Qu'est-ce qu'une «population concernée», l'exemple camarguais, *Géocarrefour*, n° 76, 2001.
- Crozier M., Thoenig J.-C., La régulation des systèmes organisés complexes, le cas du système de décision politico-administratif local en France, *Revue française de sociologie*, n° 16, 1975.
- Defrance J., "Donner" la parole, la construction d'une relation d'échange, *Actes de la recherche en sciences sociales*, n° 73, 1988.
- Descola P., *L'anthropologie de la nature*, Annales HSS, janvier-février 2002, n°1.
- DIREN-Bretagne, *L'implantation des éoliennes en Bretagne*, 2003.
- Doidy J., Faire entendre la voix des usagers dans les concertations environnementales, *Sociologies pratiques*, n° 7, «Gérer l'environnement, le temps de l'action concertée», 2003.
- Douglas M., *De la souillure*, Paris, La Découverte, 2001 (1ère éd. 1966).
- Duran P., Thoenig J.-C., L'Etat et la gestion publique territoriale, *Revue Française de sciences politiques*, n° 46, 1996.
- Hagett C. and al., *Tilting at windmills ? The Attitude-behavior Gap in Renewable energy conflicts*, ESRC Environment and human behavior programme, University of Newcastle, 2004.

- INSEE-Bretagne, *Recensement de la population française mars 1999, Commune de Plouguin*.
- Jobert A., L'aménagement en politique ou ce que le effet NIMBY nous dit de l'intérêt général, *Politix*, n° 42, 1998.
- Lascoumes P., *L'éco-pouvoir, environnements et politiques*, Paris, La Découverte, 1994.
- Lascoumes P., Le Bourhis J.-P., Le bien commun comme construit territorial, Identités d'action et procédures, *Politix*, n° 42, 1998.
- Latour B., *La science en action*, Paris, La Découverte, 1989.
- Lolive J., La montée en généralité pour sortir du NIMBY. La mobilisation associative contre le TGV Méditerranée, *Politix*, n° 39, 1997.
- Lyrette E., *La dynamique sociale entourant l'implantation d'une infrastructure majeure : le cas du parc éolien du Nordais*, mémoire pour l'obtention du grade de Maître ès en sciences (M. Sc.), Université du Québec, 2003.
- Lyrette E., Trépanier M., Les dynamiques sociales engendrées par l'implantation du parc éolien : Le Nordais, *Vertigo*, Vol. 5, n°1, 2004.
- Maresca B., Hébel P., *L'environnement, ce que les français en disent*, Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, 2000.
- Molinès N., *Méthodes et outils pour la planification des grandes infrastructures linéaires et leur évaluation environnementale*, Thèse de doctorat, Université de Saint-Etienne, décembre 2003.
- Mormont M., Bertrand A., Oppositions locales et dynamiques d'environnementalisation, *Espace et société*, n° 101-102, 2001.
- Reynaud Y., De la contestation à la concertation, *Les annales de la recherche urbaine*, n° 89, 2001.
- Quéré L., Agir dans l'espace public, *Raisons pratiques*, n° 1 «Les formes de l'action», 1990.
- Shültz A., *Le chercheur et le quotidien. Phénoménologie des sciences sociales*, Paris, Méridiens Klincksieck, 1987.
- Strauss A., *Negotiations. Varieties, Contexts, Processes and social order*, Jossey-Bass, San Francisco, 1978.
- Thompson M., Ellis R., Wildavsky A., *Cultural theory*, Oxford, WestviewPress, 1990.
- Trom D., De la réfutation de l'effet NIMBY considérée comme une pratique militante, *Revue Française de Sciences Politiques*, n° 49, 1999.
- Van Tilbeurgh V., L'huître, l'ostréiculteur et le biologiste, L'harmattan, 1994.

4.10 Etude de l'impact paysager d'un parc éolien à Plouguin, Finistère

Jihen Jallouli

Depuis leur apparition dans notre paysage quotidien, les éoliennes contemporaines suscitent des interrogations quant à leurs impacts environnementaux et à leur rapport au site. Aujourd'hui, la problématique paysagère des éoliennes est au cœur des débats et les services de l'Etat multiplient les méthodes et outils qui pourraient y répondre [ADEME, MEDD, 2005].

Que recouvre la notion de paysage ? Comment y répondre dans le cas des éoliennes ?

Le paysage est un concept hybride qui croise, selon T. Joliveau [Joliveau, 1994], trois dimensions :

« Le paysage a une dimension objective : le paysage comme le résultat d'activités humaines, d'un système territorial et de processus naturels [...] *Le paysage est un objet, un produit. C'est une réalité.*

Le paysage a une dimension sensible. Parler de paysage renvoie à un acte de perception: un paysage est toujours vu (entendu, senti, touché). Un paysage est toujours lié à un point de vue. Un même paysage objectif, aura une réalité différente en fonction du point de vue choisi. *Le paysage est une vue, fondée sur une distance.*

Le paysage est aussi une interprétation. La même vue sera lue, interprétée différemment par les acteurs en fonction de leur culture, de leur âge, de leur itinéraire, ... Au-delà du paysage perçu, se trouve le paysage pensé. *Le paysage est un regard.* »

Le paysage engage donc un être social qui va percevoir et interpréter une réalité physique. Cette interrelation entre paysage et usager est l'essence de toute impact sur le paysage. En effet, l'impact est compris ici comme l'évaluation par la perception de l'ensemble des changements, positifs ou négatifs, prévus ou imprévus, que l'homme lui-même opère sur l'environnement.

Depuis quelques années, l'être socioculturel est aussi reconnu comme un membre actif et capital dans l'évaluation de tout projet. Dans le cas des projets éoliens, suite aux premières implantations hasardeuses, les populations ont manifesté leur mécontentement aux changements de l'environnement et leur crainte de voir le paysage se détériorer par les éoliennes. L'Etat a vite compris le rôle influent des populations dans le processus décisionnel et l'importance de la concertation avec les associations, les habitants, les groupes sociaux et tout acteur présumé pour décider du projet et de sa transformation paysagère. Les études faites pour comprendre la motivation des riverains [Lyrette, Trepanier, 2004] et la recherche de stratégies de concertation avec les populations [ADEME, BCDM, 2002] montrent que cette étape est primordiale en amont des projets.

Qu'en est-il de l'usager dans l'appréciation du *paysage éolien* après construction du projet ? Au préalable, je voudrais définir le *paysage éolien* comme un paysage où les éoliennes sont une partie intégrante et intégrée de ce qui s'offre aux sens. Elles sont l'élément fort de ce paysage. Cette notion ne renvoie pas forcément à une dimension esthétique : un paysage éolien n'est ni beau ni laid, il est seulement la composition d'objets (les éoliennes) dans la nature.

Une fois les éoliennes implantées, le projet est considéré comme « réussi » et on va rarement vers les gens pour évaluer les impacts *perçus* et *interprétés* après coup. Une remise en situation m'a semblé donc appréciable pour affirmer la place centrale de l'utilisateur non seulement dans la prise de décision mais aussi dans l'esthétique du lieu. N'a-t-il pas le rôle le plus important de toute appréhension paysagère ?

C'est dans ce sens que je propose un travail sur le terrain basé sur l'observation et l'analyse des impacts des éoliennes sur le paysage, d'une part, d'un point de vue « plastique » et construit, d'autre part, d'un point de vue sensible et « ressenti » par les différents acteurs.

Ce travail est non exhaustif, il sera développé dans la thèse de doctorat en cours dont il fait partie et qui s'interroge sur la réalité virtuelle comme outil de communication des projets éoliens¹³².

Les ambitions de cette étude sont de révéler les impacts objectifs et sensitifs d'un parc éolien par mon immersion *in situ*. L'observation et l'analyse sur le terrain apportent une valeur ajoutée sensible à celles des photographies figées dans le temps et dans l'espace ; d'étudier le volet paysager de quelques *études d'impact* pour déceler les problèmes des méthodes utilisées en amont des projets et de confronter mon analyse du site aux discours des acteurs de l'éolien (riverains, spécialistes de l'environnement, opérateur, services de l'état, etc.) pour évaluer le décalage entre l'exposé du spécialiste et celui de l'habitant et caractériser les impacts d'un point de vue socioculturel.

Pour répondre à ces objectifs, il faut tout d'abord justifier le choix de Plouguin comme site d'étude. La présentation géographique et paysagère de la commune mettra l'accent sur le parc éolien choisi et sur les diverses perceptions et ambiances qu'il offre. Ensuite, plusieurs *Etudes d'Impact* et plus particulièrement leurs études paysagères seront examinées avec d'éventuelles propositions et améliorations. Dans une dernière étape aussi importante, ma participation à une enquête sociologique me servira pour analyser le discours social autour des éoliennes et du paysage ; ces entretiens ont été réalisés avec différents acteurs du projet – essentiellement les riverains –. Pour finir, il est nécessaire de ressortir tous les apports de cette investigation.

Choix de l'objet d'étude et méthodologie

Le choix de la Bretagne et du Finistère comme premier abord des sites éoliens ne se justifiait pas seulement par ma proximité géographique. La région est le deuxième potentiel éolien français et le département est le terrain des premières expérimentations du programme Eole 2005 [MEDD, 1999]. Le Finistère se distingue aussi par la sensibilité de ses paysages emblématiques farouchement protégés et une réglementation anticipée et rigoureuse entourant les projets éoliens [DDE Finistère, 2002]. La construction des parcs a commencé dès 1999 : les éoliennes finistériennes sont donc mûres, les habitants ont appris à les côtoyer.

En mai 2005, j'ai donc sillonné les parcs éoliens du Finistère. J'ai filmé et pris des photos qui m'aideraient par la suite pour le choix du site. Ces visites ont été appuyées par une recherche sur les sites éoliens conflictuels. Ils sont plus intéressants à étudier parce que les contestations prouvent une pluralité d'opinions, de « perceptions » et de représentations esthétiques autour des éoliennes.

¹³² Jihen JALLOULI. *La réalité virtuelle : quelles réponses aux impacts des éoliennes sur le paysage*. Thèse en architecture. Nantes : Ecole polytechnique, 2005-2008.

Le site de Plouguin répondait bien à cette attente : des conflits avec les riverains, appuyés par des associations anti-éoliennes, ont obligés l'opérateur à arrêter le chantier pour un moment [Panou, 2003]. Le parc est aussi proche de plusieurs hameaux, ce qui renforce le rapport des habitants au site.

L'avis favorable du Maire a permis la consultation des dossiers de *permis de construire* et a facilité la prise de contact avec les riverains.

Enfin, j'ai suivi Véronique Van Tilbeurgh, sociologue de l'environnement dans son enquête sociologique qui a pour objectif de déterminer les dynamiques sociales et d'appréhender la mobilisation qui se crée à chaque implantation d'éoliennes. Dans ces entretiens, j'ai surtout retenu la sensibilité des interviewés au paysage en général et particulièrement celui de Plouguin et leur appréciation de l'éolienne comme objet physique mais surtout comme objet d'ambiances et de paysage.

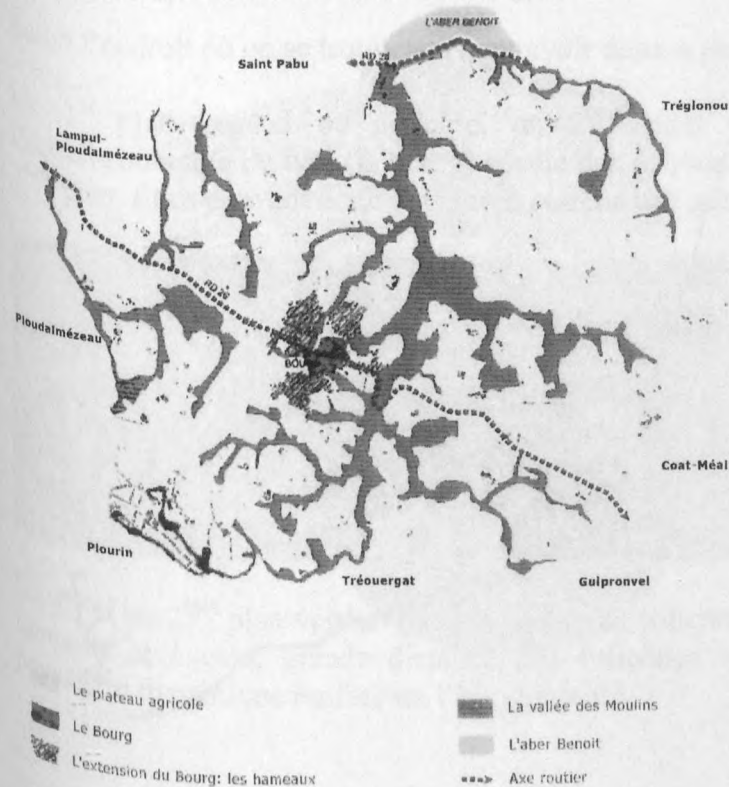
Présentation du site

Situation géographique

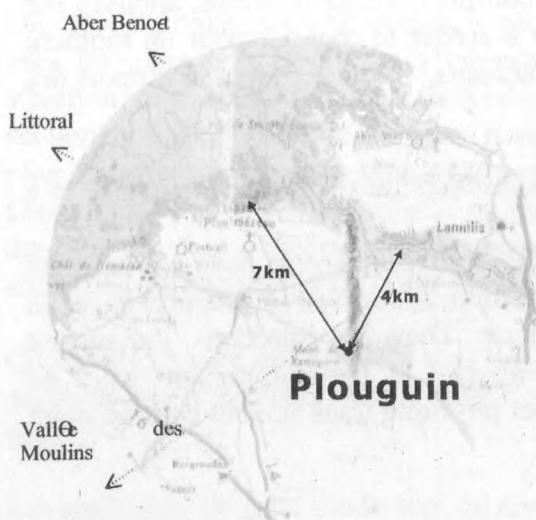
Plouguin se trouve à 20 km de Brest et à 7 km du littoral. Elle compte 1955 habitants d'après le recensement de l'INSEE en 1999 dont un bon nombre sont des rurbains retraités ou encore actifs qui vont travailler tous les jours à Brest.

La commune est constituée d'un noyau urbanisé (le bourg) autour duquel se développent quelques hameaux et un plateau agricole remembré. L'espace est donc plutôt dégagé avec peu de relief. Les éléments verticaux sont rares et les boisements sont peu nombreux.

Les vents dominants sont ouest / sud-ouest.



Plan établi par la Mairie de Plouguin



L'environnement « sensible » dans les environs de Plouguin se limite à trois sites qui sont au nord de la commune :

La Vallée des Moulins découpe la commune en son centre du nord au sud, elle est sinueuse, pourvue de nombreuses ramifications qui viennent jusque dans le bourg s'intercaler entre les divers quartiers ;

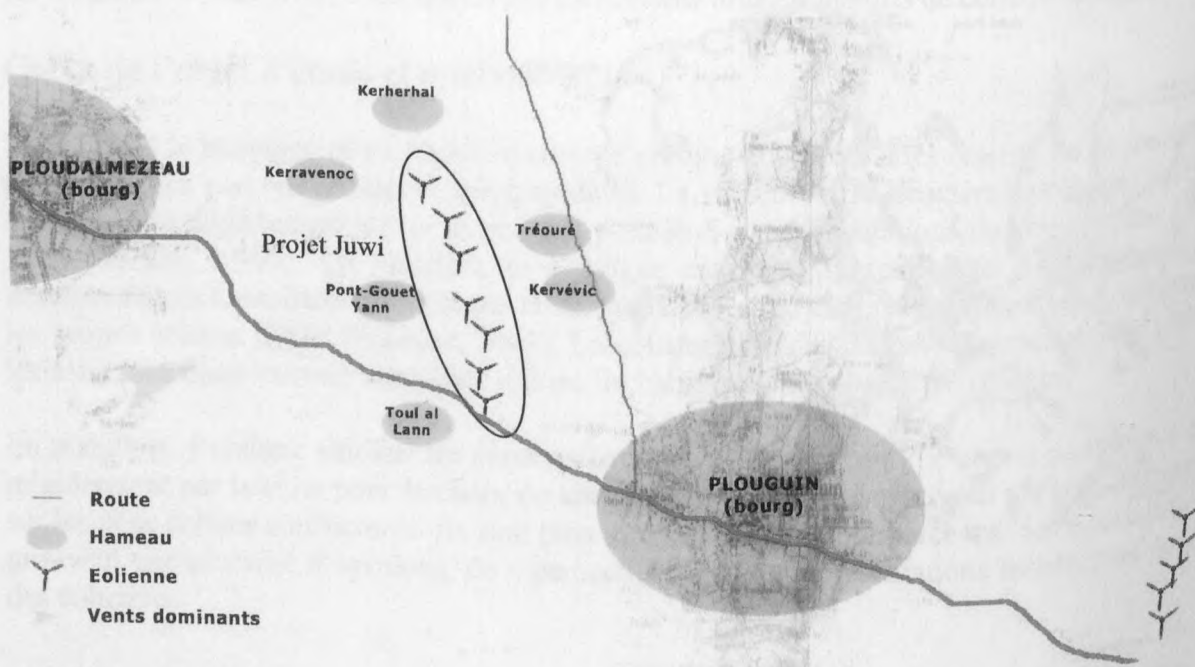
L'Aber Benoît, à 4 km au nord, est caractérisé par une ambiance maritime discrète mais présente ;

Le littoral, à 7 km au nord-ouest, est parfois sauvage, parfois sablonneux.

Les éoliennes

La commune possède deux parcs d'éoliennes : le projet VSB (5 éoliennes), à l'est du bourg, était en construction au moment de l'enquête (juin – juillet 2005) et le projet JUWI, qui concerne cette étude, est implanté à l'ouest.

Le projet JUWI comprend 7 éoliennes : 5 sont mises en service depuis octobre 2004 (2 ont été montées courant été 2005). Le chantier a duré un an, y compris un arrêt du chantier en novembre 2003 – par le tribunal administratif de Rennes – pour « absence de mise à disposition du public de l'étude d'impact » [Panou, 2003]. Chaque éolienne installée a 2 Mégawatts de puissance et atteint une hauteur de 126m (en bout de pale). Six hameaux sont à moins de 500m du parc et sont donc particulièrement concernés par le parc. Les hameaux à l'est (Tréouré et Kervavic) sont les plus sensibles aux nuisances sonores (dans la direction des vents dominants).



Analyse paysagère

Schéma de l'Éuteur

Les méthodes utilisées pour analyser un paysage sont nombreuses et variées. Elles diffèrent d'un bureau d'étude à un autre, d'un groupe de recherche à un autre mais aussi d'un paysage à un autre. Néanmoins, la majeure partie des spécialistes s'accorde à dire que l'appréhension d'un espace, surtout rural, s'opère à trois niveaux d'échelle : une *perception lointaine*, une *perception rapprochée* ou intermédiaire et une *perception immédiate* [ADEME, MEDD, 2005]. Le découpage dépend de l'objet à étudier.

Suivant ce découpage spatial et à chaque niveau d'échelle, j'ai essayé d'analyser le paysage selon trois critères, du plus objectif au plus subjectif : tout d'abord, la *géométrie* du paysage ou analyse plastique ; ensuite, la *perception* du paysage ou ce que traduit la géométrie en sensations et enfin, les *ambiances* ou la composante sensible du paysage.

Perception lointaine (rayon de plus de 5 km)

La perception lointaine concerne une aire d'étude dont l'éolienne est le centre et dont le rayon commence à 5 km.

Géométrie :

Le paysage prédominant est composé de terres agricoles plates, d'éléments verticaux rares et de quelques hameaux d'habitations et de bâtiments agricoles. La lecture du paysage est simple, caractérisée par des lignes horizontales fortes et réduite à trois plans maximum. Les éoliennes rythment le dernier plan en formant une bande horizontale supplémentaire.

Perception :

Le paysage est dégagé, au tracé simple et régulier. La perception visuelle est amplifiée par la spatialité et s'accroche facilement aux éoliennes : avec leur hauteur incontestable, elles forment un appel visuel fort et un point de repère pour les environs. Cette attraction visuelle est renforcée par le mouvement des pales et la couleur blanc gris démarquée du bleu ciel.

Selon l'endroit où on se trouve, on peut avoir deux « perceptions » du paysage éolien :

Un 1^{er} plan végétal ou agricole, un 2^{ème} plan urbain et un arrière plan éolien : l'échelle humaine du bâti (le bourg) révèle des éoliennes géantes, hors échelle par rapport au 2^{ème} plan. Elles peuvent donc être perçues comme une gêne, un déséquilibre visuel.



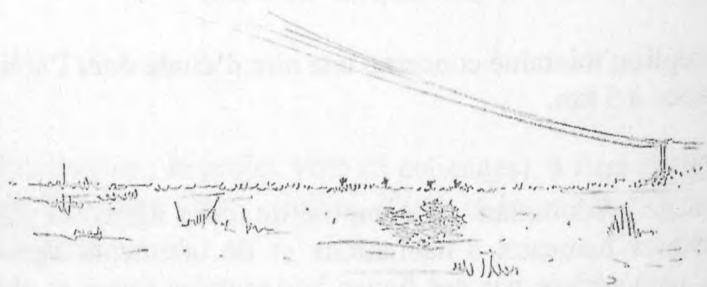
Photos de L'Éolien

Un 1^{er} et un 2^{ème} plan végétal ou agricole et les éoliennes en arrière plan : l'absence d'échelle humaine et à cette grande distance, les éoliennes sont perçues comme une composante paysagère dynamique renforçant l'horizontalité.



Photos de L'Étuteur

Au-delà d'une dizaine de kilomètres, les éoliennes ne sont presque plus perçues comme une composante paysagère captivante. De nouveaux éléments plus proches sont plus pertinents.



Dessins de L'Étuteur

Ambiances :

Les impressions qui se dégagent de cet environnement plat à dominante rurale et agricole sont principalement la spatialité et l'ouverture. Ils traduisent un fort sentiment de liberté (doublement ressenti par les touristes et les citadins).

Une grande sensation de vent et de courants d'air est ressentie aussi, confirmée par le mouvement des pales.

Les éoliennes ne sont pas toujours le centre d'intérêt visuel, cela dépend de là où on se trouve, des obstacles et de la lumière naturelle. Pour ce dernier cas, la couleur de l'objet éolien change avec la lumière : quand il fait beau, le soleil éclaire le parc, les éoliennes sont blanches et détachées du ciel. Quand il fait gris, la lumière du ciel est faible, les éoliennes sont bleu gris, elles se fondent dans les nuages, elles sont moins visibles surtout à cette distance.

Perception rapprochée (de 5 à 1 km)

La perception rapprochée concerne une aire d'étude dont l'éolienne est le centre et le rayon est compris entre 1 et 5 km.

Géométrie :

A cette échelle, les codes visuels deviennent plus nombreux et plus importants (éoliennes, bâti, arbres, routes,...). La lecture du paysage est tantôt à dominante horizontale, tantôt à dominante verticale (éoliennes), surtout en se rapprochant du site.

Perception :

Plus on se rapproche du parc et plus les éoliennes s'imposent à notre champ visuel. Elles ne sont plus perçues comme un ensemble cohérent horizontal mais individuellement. Cette individualité introduit une nouvelle échelle de vision : la verticalité qui contrebalance le plateau agricole ouvert et plat.

On commence aussi à distinguer les détails de l'objet éolien qui contraste encore plus avec le ciel.

Selon l'endroit où on se trouve, le paysage est saisi de plusieurs manières :

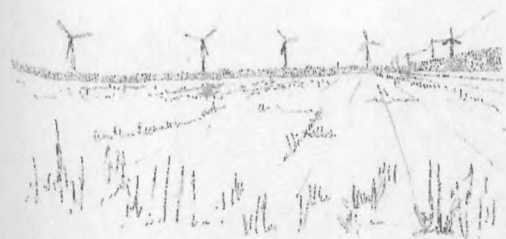
La perception « éoliennes / paysage bâti » : A l'entrée sud du bourg, les éoliennes, objets industriels et techniques, concurrencent le clocher de l'église, objet historique et patrimonial. elles le dépassent. Le rapport d'échelle est discordant. Il peut inspirer une image péjorative des éoliennes.



Photos de L'Éuteur

La perception « éoliennes / paysage rural » : elle diffère selon notre position spatiale.

La lecture frontale du parc éolien est précise, simple et proportionnelle. Les éoliennes, un ensemble d'éléments verticaux et dynamiques dessinent une bande horizontale dans la scène : elles forment un rythme attractif pour l'œil.



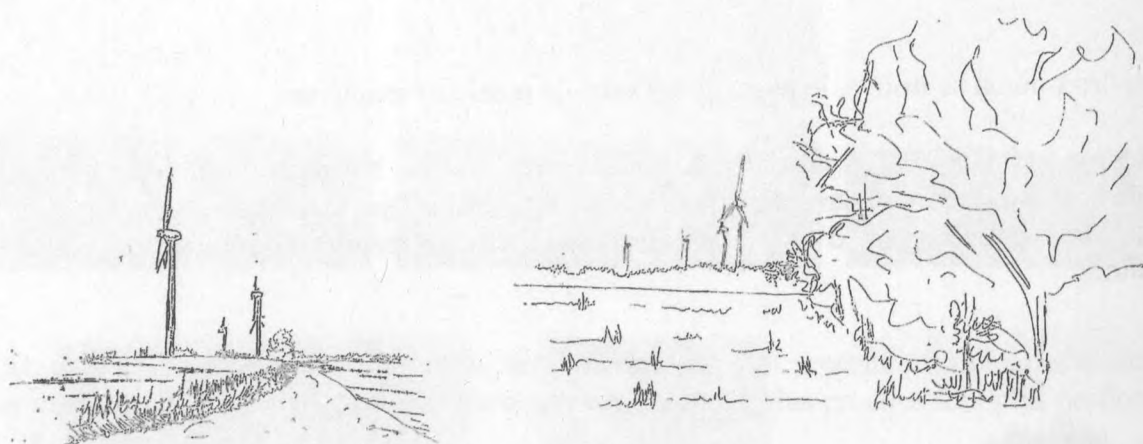
Dessins de L'Éuteur

La lecture frontale du parc éolien peut être perturbée par un ou plusieurs éléments du 1^{er} ou du 2^{ème} plan qui deviennent l'attraction principale de la scène. Les éoliennes ne sont remarquables que par leur mouvement.

La lecture latérale du parc peut être :

Dépouillée et réduite aux seules éoliennes : La dominante verticale de l'objet éolien est imposante et impressionnante dans ce paysage « vide ». L'oblique engendrée par l'effet de perspective crée un déplacement de l'œil vers le point de fuite.

Plurielle : quand plusieurs éléments visuels sont présents et concurrentiels. Le premier plan prédomine.



Dessins de L'Éuteur

Ambiances :

A cette distance intermédiaire des éoliennes, les ambiances sont plus diverses parce que l'environnement est plus détaillé et plus riche en éléments et en effets visuels. Beaucoup d'objets nous interceptent et nous parlent, beaucoup d'obstacles aux phénomènes physiques (vent, pluie, soleil) leurrent pour un moment notre perception.

Un jeu de cache-cache s'installe entre nos sens et ces objets dynamiques : parfois on les aperçoit et on ne voit plus qu'elles quand elles dominent l'espace et brassent le vent, parfois on les aperçoit mais notre perception est partagée entre le mouvement des pales et d'autres éléments de l'espace aussi ou plus pertinents, parfois on ne les voit plus et nos sens s'accrochent alors à d'autres objets et à d'autres impressions.

La disparité des points de vue, de nos rapports aux objets et de leur rapport entre eux, la diversité des couleurs et des textures, l'impact solaire sur notre peau et sur l'environnement, les senteurs avoisinantes, sont autant d'éléments qui animent notre parcours et marquent nos émotions.



Photos de L'Éuteur

Entre beau et mauvais temps, l'éolienne se détache du ciel ou s'y dissipe...

Perception immédiate (moins de 1 km)

La perception rapprochée concerne une aire d'étude dont l'éolienne est le centre et le rayon est inférieur à 1 km.

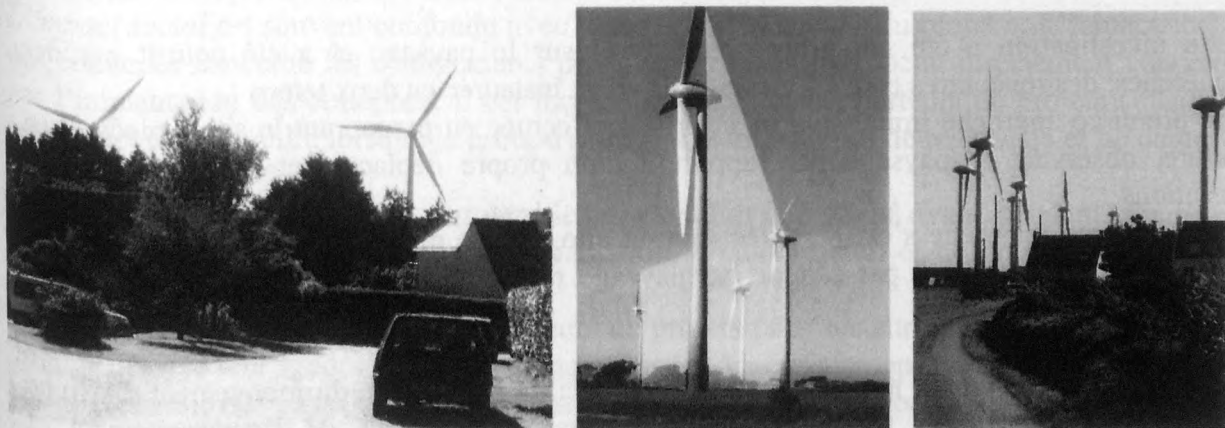
Géométrie :

Dans un environnement dégagé et aussi proche des éoliennes, on ne voit qu'une chose : l'éolienne. C'est l'acteur principal de la scène qui marque sa verticale dominatrice.

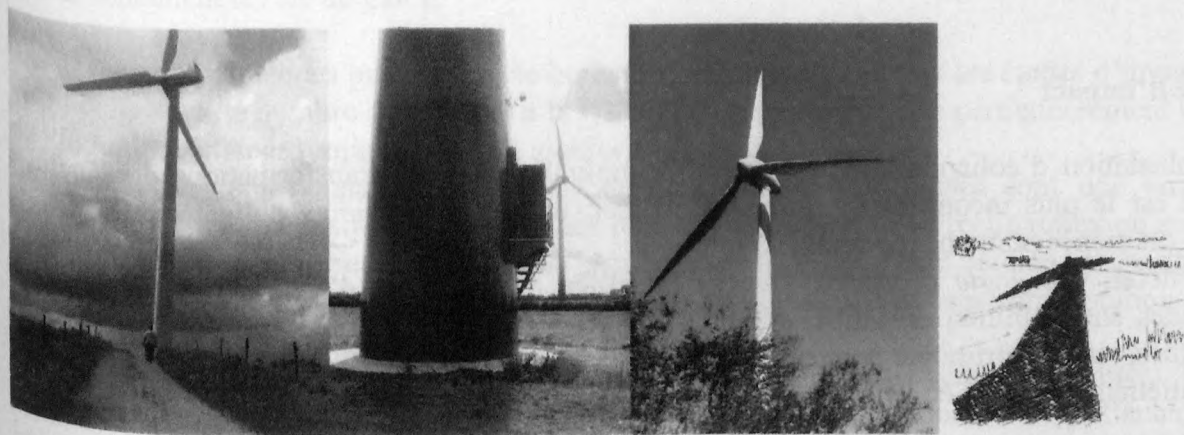
A partir des hameaux proches, seule la partie haute de l'éolienne est visible. Elle n'affirme plus une verticalité mais un arrière plan « rotatif ».

Perception :

Avec un premier plan végétal ou construit, les éoliennes s'imposent à la perception et paraissent « hors échelle » dans l'environnement immédiat. Elles dominent la lecture du paysage et peut perturber l'équilibre et l'harmonie visuelle (les proportions de l'éolienne par rapport à l'échelle humaine).



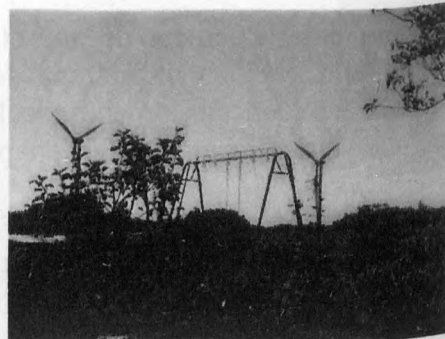
Au pied de l'éolienne, on ne peut voir qu'une partie de l'objet (le mât ou le rotor et les pales) ou son empreinte au sol (l'ombre). Pour les visiteurs qui ne l'ont jamais vu, l'éolienne fait peur parce qu'elle nous domine et nous écrase par sa hauteur. Cette impression est difficile à rendre par les photos et les croquis.



Ambiances :

De près, les éoliennes dominent le paysage et contrastent fortement par leur verticalité. Elles définissent un nouveau paysage qui s'élève vers le ciel et qui attire toute notre attention. Plus on se rapproche du site, plus elles sont impressionnantes. Un sentiment d'écrasement et de dominance peut être ressenti quand on n'y est pas habitué.

Les ambiances sonores sont perceptibles au pied de l'éolienne mais aussi à quelques centaines de mètres et dans le sens des vents dominants. Les éoliennes ne sont pas « bruyantes » mais la sensibilité sonore dépend de chacun.



Conclusion

Cette investigation a été ma propre expérience sur le paysage et a été nourrie par des recherches, des rencontres et des lectures. Elle s'est instaurée en deux temps :

Une première approche immersive *in situ* a été effectuée en parcourant le site à pieds et en voiture, observant le paysage par rapport à mon propre déplacement et à mes propres sensations.

Une deuxième approche s'est déroulée loin du site, à base de documentation et de photos. C'est une phase de recul par rapport au paysage réel où la mémoire et la rationalisation prenaient part à l'analyse.

Dans cette phase d'étude, je me suis rendue compte de l'incidence du mouvement dans une lecture paysagère : mon propre déplacement mais aussi ceux de l'environnement et notamment celui des pales en ce qui concerne les éoliennes.

Mon propre déplacement rend compte d'une perception en mouvement qui est capitale pour les piétons et de la diversité des paysages par rapport à différents points de vue.

Dans un environnement plutôt statique, le mouvement des pales attire l'attention sur les éoliennes.

Etude d'impact

L'implantation d'éoliennes sur un territoire implique de fortes transformations dont celui visuel est le plus incontestable. Pour les évaluer, une *Etude d'Impact* obligatoire [METT, 1993] est menée pour chaque implantation.

En général, une *étude d'impact* d'un projet éolien a pour objet d'étudier l'influence des éoliennes sur le milieu physique, sur la faune et la flore, sur l'occupation et les activités humaines, sur le patrimoine naturel et culturel, sur les servitudes techniques et sur le paysage (essentiellement visuel et sonore). C'est sur ce dernier volet que je me suis penchée.

Laure Planchais¹³³, paysagiste conseil de l'Etat, riche de son expérience à la DDE du Finistère, énumère les idées préconçues sur le paysage et les éoliennes :

La subjectivité de la notion de paysage est le premier et parfois seul argument utilisé dans les études d'impact pour justifier un choix d'implantation. Les porteurs de projets se déresponsabilisent ainsi de créer un vrai projet paysage qui pourrait les contraindre, ils listent alors objectivement les objets et éléments de l'environnement « sans mise en paysage ».

¹³³ Laure PLANCHAIS. La mise en situation des projets éoliens dans le paysage : un premier bilan de l'expérience finistérienne. In : Pascal GERMAIN (coordonné par). *Eoliennes, quels impacts environnementaux ? Actes du colloque* - Angers - 23 mai 2003. Editions L'Harmattan, 2004. p 95-109.

Hors la subjectivité dans le paysage est un élément important à étudier au sein des populations locales pour en tirer le meilleur parti d'une construction paysagère réussie, acceptée et surtout en adéquation avec le discours socioculturel local.

L'*amalgame entre paysage et patrimoine* transparaît dans les études paysagères où on évite strictement le périmètre des sites patrimoniaux et emblématiques. Cela a entraîné une banalisation des paysages agricoles et de tous les sites non protégés par la loi. Les porteurs de projets se permettent donc d'exploiter à leur guise ces sites, leurs efforts en ce qui concerne le paysage s'arrêtent à remettre en état le site après le chantier.

Cet amalgame est parfois justifié parce que les services de l'Etat refusent implicitement tous les projets proches de sites protégés. Pourtant, un site « banal » peut avoir une dimension sensible et culturelle importante pour les populations qui le considéreront comme agressé par les éoliennes. La protection des sites s'arrête-t-elle à la réglementation ?

L'*impact social* est souvent confondu avec « acceptabilité sociale du projet ». L'impact social des éoliennes concerne les changements produits sur le groupe social directement concerné par l'implantation des éoliennes. Il est incontournable. Or, les porteurs de projets considère cet impact comme nulle lorsque le groupe social ne manifeste pas de résistance et ne conteste pas le projet éolien.

L'impact social est une entité à part dans le projet et doit être étudié avant, pendant et après la construction du parc. C'est un outil d'évaluation, d'amélioration et de prévention pour les projets.

Une demande accrue de la part des porteurs de projets pour instaurer *des règles paysagères précises* révèle leur ignorance du domaine paysager. Une réglementation ne peut être dictée pour l'ensemble des paysages éoliens alors que chaque site est unique et on y aborde la notion paysagère différemment.

Des outils et méthodes pour les projets éoliens (guide pour les études d'impact [ADEME, MEDD, 2005], charte des éoliennes, schéma de développement éolien départemental et régional, outil pour l'insertion sociale des éoliennes [ADEME, 2003], etc.) se développent toutefois pour conseiller et orienter les projets. Elles ne sont pas restrictives ni opposables et jouent seulement le rôle de guide.

Ayant rencontré quelques paysagistes de bureaux d'étude qui préparent les études d'impact et ayant consulté bon nombre de dossiers à la DIREN de Bretagne et plus particulièrement celui de Plouguin, certaines remarques sont à ajouter et à retenir :

La plupart des études élaborées par des bureaux d'étude spécialisés sont une analyse géographique, un diagnostic du paysage sans remise en question ni de réelle réflexion sur les transformations paysagères. Une « mise en paysage » d'un projet éolien nécessite la proposition de plusieurs scénarii et une discussion pour choisir la meilleure implantation d'un point de vue paysager.

Toutefois, les bureaux d'étude se défendent par le fait que les opérateurs limitent leurs possibilités pour orchestrer les éoliennes dans le paysage. L'implantation est liée à l'achat des terrains ou à leur location, ceux accordés par les agriculteurs n'offrent pas une grande liberté de mise en scène.

L'approche paysagère manque d'éléments symboliques et sensibles où le point de vue des usagers est intégré (l'impact social des éoliennes sur le paysage).

La reconstitution du site par photomontage est réalisée à partir de points de vues limités et choisis par l'opérateur. Les photos sont prises à une grande distance du parc, là où l'impact visuel est affaibli. La perception rapprochée est négligée bien qu'elle soit la plus influente du point de vue visuel et sonore.

L'absence de mouvements dans les photos de synthèse est un autre inconvénient à leur crédibilité. Pour palier à ce manque, certains bureaux d'étude commencent à rendre avec leurs dossiers des animations 3D du parc. Est-ce suffisant pour rendre un paysage éolien ?

L'étude d'impact sonore est incompréhensible par les non initiés. Les termes techniques sont du domaine des spécialistes et les données chiffrées sont difficilement perçues par le simple usager qu'après construction définitive du parc.

Concernant ces deux derniers points – impacts visuel et sonore –, les services de l'Etat sont toujours demandeurs de nouveaux « *outils de communication, des éléments d'analyse et de représentation du projet compréhensibles par des non initiés* »³⁴ ainsi que des moyens pour simuler et orchestrer les évolutions possibles du projet.

Toutes ces remarques sur les études paysagères n'enlèvent en rien de leur importance dans l'étude d'impact. Cependant, ces études doivent être enrichies par un travail sensible avec les populations et parfois orientées vers une réelle conception de projet paysage.

Il faut aussi reconnaître que ce qui est demandé dans une étude d'impact est confronté à plusieurs contraintes dans la pratique : l'accord des agriculteurs pour la location ou la vente de leur terrains, l'accord du maire pour le projet, l'acceptation du projet par les populations, la confrontation avec les associations anti-éoliens, etc. Toutes ces exigences limitent l'épanouissement d'une réflexion constructive sur le paysage.

Pré-Enquête sociologique

Contexte et objectifs

Dans le cadre d'une enquête sociologique effectuée en juillet 2005 par V. Van Tilbeurgh, sociologue de l'environnement, j'ai participé à l'évaluation des représentations sociales en ce qui concerne les éoliennes et le paysage. Cette expérience m'a permis d'apprendre les démarches d'une enquête, la manière de faire des entretiens et puis surtout d'avoir des éléments de réponses sur les questions socio-paysagères dans le cas des éoliennes. Cette participation me permettra, par la suite, de cadrer ma propre enquête avec les populations.

L'enquête a démarré avec l'avis favorable du Maire de Plouguin pour faire les entretiens. Ensuite, nous avons contacté par téléphone plusieurs personnes en essayant d'avoir le plus grand nombre d'acteurs (ceux qui habitent à côté du parc, ceux qui sont favorables, défavorables et indifférents au projet, le développeur, des membres d'associations environnementales, des spécialistes du paysage, etc.). Ils devaient réagir sur des thèmes précis : l'historique du parc, leur rapport au site et à l'objet éolien, leur quotidien avec les éoliennes, l'environnement et le paysage.

Les entretiens se sont déroulés aux domiciles des interviewés ou sur leur lieu de travail. La sociologue introduit notre rattachement professionnel, le sujet de recherche qu'il faut aborder ainsi que quelques orientations et idées pour démarrer l'entretien. Il fallait poser le moins de questions possibles pour que le discours reste spontané. Chaque entretien a duré environ une heure et a été enregistré sur une bande sonore par la sociologue.

¹³⁴ Laure PLANCHAIS. La mise en situation des projets éoliens dans le paysage : un premier bilan de l'expérience finistérienne. In : Pascal GERMAIN (coordonné par). *Eoliennes, quels impacts environnementaux ? Actes du colloque - Angers - 23 mai 2003*. Editions L'Harmattan, 2004. p 105

Pour ma part, j'ai pris des notes pour les thèmes qui m'intéressaient. Ma participation avait pour objectifs d'évaluer les impacts du parc d'un point de vue social et de caractériser les représentations sociales (perceptions) d'un *paysage*, d'une *éolienne* et d'un *paysage éolien*.

Les représentations sociales

Le parc éolien est un sujet sensible, difficilement abordable, surtout pour les habitants de Plouguin parce qu'il est litigieux. Aidés par des associations de protection de l'environnement, quelques habitants sont farouchement emportés contre les éoliennes. Ce rejet qu'on attribue souvent à l'effet NIMBY [Lyrette, Trépanier, 2004] est largement argumenté par les nuisances visuelles et sonores des éoliennes.

Le conflit était intéressant pour l'enquête puisqu'il a permis d'avoir plusieurs appréciations et représentations du paysage et du parc éolien.

L'enquête nous a permis de distinguer trois catégories de « rapport au site » qui influencent la perception qu'on a d'un parc éolien :

Un rapport « naturel » : *Les nouveaux ruraux* sont venus s'installer à Plouguin pour ses espaces verts et dégagés, la proximité du littoral et sa ruralité. Ils contestent les éoliennes, objets industriels et bruyants, qui altèrent le caractère naturel de leur environnement.

« *Je n'entends plus le chant des oiseaux* »¹³⁵

« *Je suis venu chercher la nature. Maintenant, les éoliennes gâchent le paysage* »⁴

Un rapport productif et fonctionnel : il concerne *les habitants locaux* de Plouguin. Leur environnement quotidien n'est pas emblématique mais ordinaire puisqu'ils sont nés dans cet environnement rural et ont grandi avec les activités agricoles (agriculteurs, éleveurs). Le paysage environnant est un lieu de travail et de production. Ils sont indifférents ou favorables aux éoliennes parce qu'elles représentent un objet de production supplémentaire dans leur environnement.

« *Il n'y a pas de prise en compte de l'environnement ni du paysage à Plouguin ; les sites pittoresques des environs : la Vallée des Moulins et le littoral* »⁴

« *Le paysage de Plouguin est banal. Il n'y a pas de paysage à protéger dans la commune* »⁴

Un rapport esthétisant : *Les spécialistes de l'environnement* ont une expérience savante du domaine environnemental qui ne s'arrête pas au site de Plouguin. Ils ont un recul par rapport au site et une aptitude à prévoir les impacts directs et indirects, à court et à long terme. Ils se répartissent entre des conservateurs d'un paysage pittoresque sacré et des écologistes qui prônent les énergies renouvelables et consentent aux impacts paysagers.

« *On demande des zones pour les éoliennes, là où elles ne gêneront pas les gens et le paysage...Le problème du parc de Ploumoguier est la co-visibilité avec le parc éolien de Plouarzel et le Conquet (site emblématique)* »⁴

« *La plupart des gens pensent défiguration des paysages et nuisances sonores...on ne les conteste pas, on essaie de leur rappeler les avantages de l'éolien...* »⁴

Les impacts sur le paysage, dégagés d'après le discours des interviewés, sont essentiellement visuels et sonores :

Impact visuel :

En ce qui concernent les habitants proches des éoliennes, pour certains les éoliennes sont gênantes parce qu'elles sont hors échelle, ils les considèrent même comme une agression au

¹³⁵ Paroles prononcées par un des interviewés.

quotidien. Pour d'autres, elles étaient gênantes et inhabituelles au début de leur installation, maintenant, ils s'y sont habitués : les éoliennes ont intégré le paysage quotidien.

« Les habitants de Kerherhal (hameau à 380 m des éoliennes) se plaignent que les éoliennes sont énormes : elles se voient trop, elles gênent. »⁴

« Je n'habite pas à côté des éoliennes mais avant leur construction, l'aspect visuel était le plus important pour moi : tant que je ne les ai pas vues en réel, je ne pouvais croire les photomontages »⁴

Pour les spécialistes de l'environnement, il y a ceux qui n'apprécient pas la co-visibilité des éoliennes avec les sites emblématiques tels que le Menhir, le littoral, les Abers. Il y a ceux qui les trouvent impropres au paysage naturel de Plouguin et doivent être placés dans des friches industrielles.

« Les éoliennes doivent être loin des gens et des sites emblématiques et donc pas en Bretagne où il y a des paysages emblématiques et où l'habitat est dispersé »⁴

Impact sonore :

Quand le vent souffle fort, les habitations situées à 500 m du site et dans le sens des vents dominants (est/nord-est) perçoivent le bruit des pales qui brassent l'air. Néanmoins, ce bruit ne dérange pas tout le monde, il ne concerne que quelques personnes des hameaux concernés. Des mesures sonores ont été faites dans le jardin et à l'intérieur de quelques habitations qui ont montré le respect du Décret du 19 avril 1995 (le bruit des éoliennes peut être gênant quand il engendre une augmentation du bruit ambiant de plus de 5 dB le jour et de plus de 3 dB la nuit). Pourtant, les gênes persistent pour certains : nuisances ou persistance ?

« Le bruit des pales est insupportable, quand ça souffle fort. Je ne peux plus aller dans mon jardin à cause de ça ! »⁵

« ... Lorsque ça tourne à 18 tours/minute, c'est l'enfer... A certains moments, c'est comme le vrombissement d'un réacteur sur une piste d'aéroport. » [Vallet, 2004]

Les appréciations d'une éolienne, d'un paysage et d'un paysage éolien mettent en évidence deux discours opposés :

L'éolienne :

D'une part, elle est perçue comme un objet industriel, dominant, géant, laid, hors échelle qui gâche l'harmonie du paysage (discours des néo-ruraux). D'autre part, elle est perçue comme un objet esthétique, élégant, agréable, qui anime le paysage.

« Avant le parc éolien, je me promenais dans les champs en vélo tout le temps mais depuis les éoliennes, je n'y vais plus »¹³⁶

« L'objet éolienne n'est pas choquant pour les gens autant que son impact sur l'environnement »⁵

« Je les trouve agréables à voir, comme des mannequins »⁵

Le paysage :

Avant l'arrivée des éoliennes, le paysage de Plouguin était considéré comme banal. Pour la plupart des personnes non spécialistes de l'environnement, le « paysage » est tout ce qui est esthétique et beau et donc ce qui est « paysage » à Plouguin appartient à la Vallée des Moulins, l'Aber Benoît et au Littoral.

Avec l'implantation des éoliennes, un discours sur le paysage s'est installé : le « paysage » est tout espace naturel et rural qui est défiguré par les éoliennes (discours des néo-ruraux et des spécialistes de l'environnement)

« Les sites pittoresques et importants pour la population de Plouguin sont le menhir, la Vallée des Moulins, la vue sur les Abers, la rivière vers les Abers,... »⁵

¹³⁶ Paroles prononcées par un des interviewés.

« Plouguin a un paysage banal alors que maintenant, on commence à situer Plouguin par rapport aux éoliennes »⁵

Le paysage éolien :

Cette notion appartient encore au discours théorique des spécialistes que s'approprient parfois les opposants. Les populations parlent plus de « site éolien » qui est discuté entre un site industriel pollué et polluant visuellement et un site agricole par essence qui est animé par la présence des éoliennes.

« Le site avant les éoliennes n'attiraient pas les gens, n'était pas pittoresque. Avec les éoliennes, il est plus fréquenté »

« Il y a beaucoup de promeneurs maintenant, avec la création du chemin de jonction entre les 7 éoliennes. Moi-même, je me promène parfois dans le chemin les dimanches matin »⁵

Synthèse

Les éoliennes ont suscité une polémique et un discours sur le paysage qui n'existaient pas avant leur apparition, surtout à Plouguin : elles sont révélatrices de paysage.

Ce discours paysager est à l'origine des spécialistes de l'environnement qui savent argumenter dans leur domaine. Cette argumentation s'est généralisée grâce à leurs propres efforts (aller voir les gens à leurs domiciles) et grâce aux médias.

Les personnes contrariées par les éoliennes (essentiellement les habitants proches du parc) se sont appropriées le discours des spécialistes et ont mis les éoliennes au devant de la scène sociale et médiatique. Actuellement, les éoliennes sont un phénomène de société.

Les éoliennes ont suscité beaucoup de litiges avant et juste après leur construction. Aujourd'hui, après plusieurs mois, les habitants s'y intéressent moins parce qu'ils s'y ont habitués au quotidien. Les éoliennes dans l'environnement ou la notion de *paysage éolien* est une construction mentale et évolutive dans le quotidien des gens. Tout *phénomène social* se dissipe avec le temps et s'engage progressivement dans la vie quotidienne. L'« intégration des éoliennes dans le paysage », ne serait-elle pas qu'une question temporelle?

« Après la mise en place des éoliennes, au début, elles m'attiraient : tous les jours, je les regardais pour savoir l'orientation du vent. Mais après six mois, je les ai oubliées, je ne les regarde plus, elles font partie du paysage quotidien »¹³⁷

« Au début, les populations ont trouvé qu'elles étaient balaises et remarquables, une curiosité qui marque leur paysage quotidien. Aujourd'hui, les éoliennes font partie du paysage de la commune, on s'y habitue visuellement »

Les dualités décelées dans le discours des interviewés traduisent une pluralité sociale dans le vécu, la culture et l'éducation des gens. Une première réponse à cette pluralité est l'origine sociale (locaux/citadins) mais elle est plus complexe que cela (intérêts politiques, intérêts propres).

Face à ces dualités, il serait intéressant de trouver des outils et méthodes qui peuvent réussir un consensus social et qui faciliteraient la concertation sur le « *nouveau paysage éolien* ».

L'enquête est le complément social de l'analyse paysagère du spécialiste. Le discours des gens renvoie à une esthétique et à un rapport au site absent de l'analyse du paysage. C'est une étape importante dans l'appréhension de la symbolique d'un lieu qu'il est intéressant de retrouver dans les études d'impact : connaître les « perceptions » du paysage et du quotidien des gens pour construire le parc éolien.

¹³⁷ Paroles prononcées par un des interviewés.

Cette pré-enquête va me permettre de construire ma propre enquête avec les populations qui sera surtout basée sur les thèmes de *paysage* et de *paysage éolien*. Elle me permettra de paramétrer les capacités de l'outil réalité virtuelle dans la phase de conception et de construction sociale d'un nouveau paysage éolien.

Conclusion et perspectives

Cette réflexion autour des éoliennes et du paysage et dans le contexte particulier de Plouguin, fait émerger quelques observations :

La concertation sur le nouveau paysage est primordiale. Cette concertation ne se résume pas à un accord sur le projet mais à un vrai échange sur ce que les notions de paysage et de paysage éolien engagent dans la mémoire collective. Un volet social peut être intégré dans l'Etude d'Impact où un travail avec les populations locales décèlera leurs craintes et leurs attentes d'un parc éolien.

L'impact sonore des éoliennes est une réelle problématique: les simulations ne peuvent être vérifiées qu'après la construction définitive du parc. Les populations sont très méfiantes et parfois incrédules compte tenu des expériences passées où les habitants proches se sont plaints du bruit. C'est aussi l'argument facile parce que subjectif des anti-éolien.

Le photomontage comme évaluation de l'impact visuel est insuffisant et parfois trompeur : les photos sont prises à grande distance ce qui réduit considérablement leur impact visuel, ils ne peuvent refléter les sensations réelles qu'on éprouve devant une éolienne surtout en *perception rapprochée*. L'évaluation des projets à échelle réelle est très importante.

Dans un environnement plat et proche des habitations, des éoliennes de plus petites dimensions sont appréciables. L'apparition de nouveaux objets « hors échelle » et inconnus dans le paysage quotidien peut perturber visuellement et psychologiquement, le conditionnement aux éoliennes avant la construction du parc est possible grâce à des visites de parcs existants. Une autre possibilité expérimentale grâce à la réalité virtuelle consiste à immerger les habitants dans un paysage virtuel éolien à échelle réelle en laissant libre le déplacement de l'observateur. Cette expérience interactive (observateur/monde virtuel) favorise aussi la concertation sur plusieurs solutions de « paysages éoliens ».

Un des objectifs de mon étude était la confrontation de mon immersion *in situ* avec les résultats de la pré-enquête. Cette comparaison peut être faite à deux niveaux :

L'impact visuel : j'ai constaté que plus on se rapproche des éoliennes, plus elles sont surdimensionnées par rapport à l'espace qui les entoure et dans ce cas, elles peuvent être gênantes pour les habitants proches. Certains de ces habitants se sont habitués aux éoliennes au quotidien. L'étude d'un projet éolien est aussi à considérer à moyen et long terme.

L'impact sonore : j'ai constaté qu'au pied d'une éolienne, les nuisances sonores sont minimales, les visiteurs peuvent supposer qu'une éolienne est silencieuse à 500 m. Or, à cette distance et dans le hameau au nord-est des éoliennes, le bruit des pales est plus considérable qu'aux pieds des éoliennes.

Les entretiens ont été réalisés chez les personnes interrogées ou sur leur lieu de travail. Les représentations sociales récoltées font appel à la mémoire et non à une perception directe du paysage. L'étude de l'immersion *in situ* des personnes interrogées est donc intéressante pour intercepter une perception en mouvement des piétons, une perception instantanée par rapport aux différents points de vues et aux différentes ambiances du moment choisi. La mise en situation réelle est possible par des promenades et des visites de site. Cette idée ouvre la

perspective d'une nouvelle réflexion en immersion totale dans le paysage dans mon enquête à venir.

Une autre perspective de réflexion serait de travailler avec les populations locales en amont des projets. Hormis la concertation, il serait intéressant de récolter leurs représentations sociales sur le paysage et sur les éoliennes ainsi que de les faire réagir sur de vrais sites éoliens. Ce travail sera confronté aux choix de la mise en scène des éoliennes dans le paysage.

Bibliographie

[ADEME, BCDM, 2002]

ADEME & BCDM Conseil (Québec). *Etude pour le développement méthodologique en vue d'une concertation lors de l'implantation d'éoliennes*. Rapport final. ADEME. Août 2002, 75p.

[ADEME, 2003]

Médiation et Environnement (pour l'ADEME). *Elaboration d'un outil d'insertion sociale et territoriale des éoliennes*. Rapport d'étude. ADEME. Avril 2003, 141p.

[ADEME, MEDD, 2005]

ADEME & MEDD. *Guide de l'étude d'impact sur l'environnement des parcs éoliens*. Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable & ADEME. Janvier 2005. Disponible sur :

< http://www.ecologie.gouv.fr/article.php3?id_article=3534 > (consulté le 4 novembre 2005)

[Arnould, 2004]

Paul et Xavier ARNOULD. *Énergie éolienne : le retard et le retour*. [en ligne]. In : Brève - n° 2. La DESCO - (Direction de l'Enseignement Scolaire) et l'ENS LSH (École Normale Supérieure - Lettres Sciences Humaines) à Lyon - Ministère de la jeunesse, de l'éducation nationale et de la recherche. 26 mars 2004. Disponible sur : <<http://www.ens-lsh.fr/geoconfluence/doc/brevues/2004/2.htm>> (consulté le 21 décembre 2004)

[Bouilly, 2003]

Gaëlle BOUILLY. *Forme de paysage*. TPFE : Ecole d'Architecture de Bretagne. Juin 2003. 63p

[DDE Finistère, 2002]

Direction Départementale de l'Équipement du Finistère. *La charte départementale des éoliennes du Finistère*. La DDE du Finistère, l'ADEME et EDF. Juin 2002. 41p

[Frat, 2004]

Muriel FRAT. *Les éoliennes françaises tardent à trouver leur souffle*. [en ligne]. LE FIGARO. Le 9 décembre 2004. Disponible sur : <<http://www.lefigaro.fr/France/20041209.FIG0117.html>> (consulté le 9 décembre 2004)

[Germain, 2004]

Pascal GERMAIN (coordonné par). *Eoliennes, quels impacts environnementaux ? Actes du colloque* - Angers. 23 mai 2003. Editions L'Harmattan, 2004. 231p.

[Joliveau, 1994]

Thierry JOLIVEAU. *La gestion paysagère de l'espace rural : questions, concepts, méthodes et outils*. Revue de Géographie de Lyon. N°69, avril 1994. p 325-334

[Joliveau, 1998]

Thierry JOLIVEAU. *Outils informatiques et gestion du paysage : entre concertation virtuelle et virtualisation déconcertante*. In : Colloque "Le paysage", Saint-Etienne, 15-17 octobre 1998.

[Joliveau, 2004]

Thierry JOLIVEAU. *Géomatique et gestion environnementale du territoire : recherche sur un usage géographique des SIG*. Tome 1 : Parcours. Mémoire d'Habilitation à Diriger des Recherches. Saint-Étienne : CRENAM CNRS UMR 5600, Université Jean Monnet. 16 décembre 2004. p. 83-225

[Langlais, 2003]

Angélique LANGLAIS. *Bilan critique des études d'impact relatives aux projets de champs d'éoliennes en Bretagne*. Rapport d'étude. DIREN Bretagne. Juin 2003. 70p

[Larcher, Gelgon, 2000]

Jean-Luc LARCHER, Thierry GELGON. *Aménagement des espaces verts urbains et du paysage rural*. 3^{ème} édition. Editions Technique & Documentation. 2000. 502p

[Le Dantec, 1996]

Jean-Pierre LE DANTEC. *Jardins et paysages*. Editions Larousse. 1996. 635p

[Lyrette, Trepanier, 2004]

Etienne LYRETTE et Michel TREPANIER. *Les dynamiques sociales engendrées par l'implantation du parc éolien Le Nordais*. Vertigo – la revue en sciences de l'environnement sur le Web. [en ligne]. Mai 2004, Vol 5 N°1. Disponible sur :

<http://www.vertigo.uqam.ca/vol5no1/art2vol5no1/vertigovol5no1_lyrette.pdf> (consulté le 29/11/2004)

[METT, 1993]

Ministère de l'Équipement, des Transports et du Tourisme. Circulaire n° 93-73 du 27 septembre 1993 prise pour l'application du décret n°93-245 du 25 février 1993 relatif aux études d'impact et au champ d'application des enquêtes publiques et modifiant le décret n°77-1141 du 12 octobre 1977 et l'annexe au décret n°85-453 du 23 avril 1985 (BOMETT n°1727-93/30 du 10 novembre 1993) [en ligne]. Disponible sur :

<http://www.finistere.equipement.gouv.fr/IMG/pdf/circulaire9373septembre1993_cle27a6d2.pdf>

(consulté le 21/12/2004)

[MEDD, 1999]

Ministère de l'Écologie et du Développement Durable. Circulaire n° 68 du 22 février 1999 relative au Programme EOLE 2005 et environnement (Texte non paru au JO) [en ligne]. Disponible sur :

<<http://aida.ineris.fr/textes/circulaires/text4098.htm>> (consulté le 21/12/2004)

[MEDD, 2003]

Ministère de l'écologie et du développement durable. Circulaire du 10 septembre 2003 relative à la promotion de l'énergie éolienne terrestre + Annexes [en ligne]. Disponible sur :

<http://www.industrie.gouv.fr/energie/renou/circ_eol_10_09_03.pdf> (consulté le 21/12/2004)

[Molines, 2003]

Nathalie MOLINES. *Méthodes et outils pour la planification des grandes infrastructures linéaires et leur évaluation environnementale*. Thèse en géographie. Saint-Étienne : université Jean Monnet, décembre 2003, 457p.

[Mutter, 2003]

Rachel MUTTER. *Eoliennes et paysage : guide de préconisations paysagères pour les projets éoliens, cas des Côtes d'Armor*. Mémoire de fin d'études. Angers : Institut National d'Horticulture et du Paysage. Septembre 2003. 60p

[Panou, 2003]

Stéphane PANOU. *Les éoliennes ont du plomb dans l'air*. Ouest France. Le 29-30 novembre 2003 [en ligne]

Disponible sur :

<<http://www.ventdecolere.org/archives/nuisances/Ouest%20France%2029-30%20nov03r%E9gion.pdf>>

(consulté le 9 août 2005)

[Vallet, 2004]

Christian VALLET. *Mouvement de colère dans le Finistère*. LE FIGARO. Le 9 décembre 2004 [en ligne]

Disponible sur : <<http://www.lefigaro.fr/France/2004/12/09.FIG0118.html>> (consulté le 9 décembre 2004)

1. Introduction
The purpose of this study is to investigate the effect of temperature on the rate of reaction between hydrogen peroxide and potassium iodide.

2. Objectives
The objectives of this study are to determine the rate of reaction at different temperatures and to identify the factors that affect the rate of reaction.

3. Methodology
The experiment was conducted using a range of temperatures from 10°C to 30°C. The rate of reaction was measured by the time taken for a fixed volume of iodine to be produced.

4. Results
The results show that the rate of reaction increases as the temperature increases. This is because the molecules have more energy and are more likely to collide successfully.

5. Discussion
The results of this experiment support the theory that the rate of reaction increases with temperature. This is due to the fact that the molecules have more energy and are more likely to collide successfully.

RESULTS OBTAINED

PREVISIONS

The following table shows the results of the experiment. The rate of reaction is measured by the time taken for a fixed volume of iodine to be produced.

The results show that the rate of reaction increases as the temperature increases. This is because the molecules have more energy and are more likely to collide successfully.

The results of this experiment support the theory that the rate of reaction increases with temperature. This is due to the fact that the molecules have more energy and are more likely to collide successfully.

3.1 Résultats obtenus

Des données pour mieux comprendre la politique de l'espace

Le rapport dessine d'abord les étapes de l'émergence du problème des éoliennes et explique comment elles sont devenues des enjeux dans la question environnementale. La recherche est clairement concernée sur sujet : le questionnement critique des pratiques de projets d'implantation qui constitue un des soubassements de la problématique plus large du paysage, mais aussi du développement durable, s'accompagne d'une interrogation sur les pratiques de la concertation, de la conscience de paysage, voire d'une remise en question des formes prises par la démarche engagée par les acteurs de projets. La qualité des études d'implantation, au travers des rapports, des outils (cartes de paysage, plan paysager...), des techniques mises à disposition sont à porter au crédit des réflexions engagées depuis quelques années sur la politique de l'espace et le développement durable¹³⁸. Mais dans le même mouvement, les références que ces travaux constituent sont mises à son débit. Il y aurait beaucoup à dire sur cette vision univoque des relations entre sciences et développement, entre l'énoncé de principes fondamentaux et pratiques du projet.

La relation de la société à son territoire est aujourd'hui ambiguë. Plus personne, semble-t-il, ne doute de l'efficacité opératoire des connaissances scientifiques, attestées par des réalisations spectaculaires largement médiatisées. Mais le pouvoir qui leur est donné, la valeur d'exemple qu'elles revendiquent ne pérennisent pas ces choix d'aménagements : l'image est celle de la connaissance comme une sphère dont le volume, la quantité de connaissances, la multiplication des pratiques, mais aussi la surface, la frontière de l'inconnu, s'accroissent et remettent en question ces pratiques. Les éoliennes ne sont pas perçues comme uniformément bienfaitantes : c'est ici l'image de la réflexion scientifique qui est sollicitée. La recherche, à travers la multidisciplinarité qu'elle revendique, est alors interpellée comme pourvoyeuse d'idées qui participent aux débats. La demande sociale de science au service de l'aménagement du territoire est donc une demande d'actualité, une demande aux motivations contradictoires mais une demande forte clairement perçue... Nous en avons dessiné les principaux points d'application, le rapport de recherches fait largement écho à plusieurs d'entre eux, la connaissance de « l'objet éolienne », les travaux sur le vent et la question du paysage traité dans l'interdisciplinarité, la gouvernance...

La question du vent

Les travaux sur le vent permettent de démontrer que le vent est un patrimoine ancien, historique, préhistorique, géologique ; il est un élément essentiel dans *l'épaisseur chronologique du paysage*. Toute réflexion contemporaine sur l'insertion d'objets éoliens dans le paysage actuel doit impérativement prendre en compte cette longue durée et ne peut en aucun cas se réduire à un débat limité au seul temps présent. Les chercheurs tentent de répondre à la question de la longue durée géologique et sa participation à l'explication des aspects naturels du paysage éolien en prenant le littoral comme lieu d'étude. Ces travaux dans

¹³⁸ La recherche au service du développement durable, La Documentation française, MEDD et MR, mars 2005.

le cadre du présent rapport mettent en valeur non seulement l'épaisseur éolienne à l'échelle géologique du paysage mais aussi la construction qui résulte de l'action du vent. La preuve étant faite que le vent contrôle la dynamique de l'évolution du littoral, cette recherche contribue à rendre pertinente sa capacité à accommoder les changements climatiques en cours. Car c'est là un des enjeux contemporains de traiter du vent comme produit du réchauffement anthropique actuel, avec les conséquences qui se manifestent dans le processus de l'énergie éolienne.

L'éoliennes, l'objet et son impact dans le paysage.

Nous avons besoin de rappeler les données techniques de l'objet afin de comprendre son impact dans l'espace. Nous avons considéré ses caractéristiques en les confrontant d'emblée au paysage avec des regards croisés d'historien, de géographes, d'architectes, de paysagistes, d'artistes... Par sa verticalité, son mouvement, sa monumentalité, l'éolienne est un marqueur identifié dont il faut considérer l'impact. Lorsqu'en application du protocole de Kyoto sont arrivées les premières grandes éoliennes, celles du moins qui faisaient débat, parmi les arguments échangés était celui d'une comparaison avec les moulins à vent. Nous avons tant aimé les moulins, nous aimerions les éoliennes. Cette comparaison était hors de proportion et l'effet paysager d'une éolienne est paru (progressivement) incomparable à celui des moulins à vent. Certains de ces moulins sont certes majestueux, tel le Steenmeulen, dans le Nord, mais aucun ne peut rivaliser en effet paysager avec les éoliennes modernes¹³⁹.

Lors de premières demandes de permis de construire, les services chargés de les instruire furent comme pris au dépourvu¹⁴⁰. Le cadre juridique ne répondait pas aux réalités du problème. Aujourd'hui, bien des points restent à approfondir, mais nous savons mieux comment aborder la question des « paysages avec éoliennes ».

Nous avons analysé les effets paysagers des éoliennes elles-mêmes. Une évidence s'est rapidement imposée : la recherche d'une intégration des parcs éoliens dans le paysage est vaine. Il n'est pas possible, ni souhaitable de prendre une attitude de protection des paysages, au sens classique du terme. Il faut au contraire travailler à la réussite de l'aménagement, c'est-à-dire engager des « actions présentant un caractère prospectif particulièrement affirmé visant la mise en valeur, la restauration ou la création de paysages », comme y invite la Convention européenne du paysage.

Une démarche de projet

Dès lors nous avons été convaincus que l'implantation d'éoliennes devait s'inscrire dans une démarche de réflexion et de proposition d'aménagement du paysage et non pas de protection. Une fois acquis le fait que la question n'était pas « Comment implanter des éoliennes sans qu'elles se voient ? » mais « comment implanter des éoliennes en produisant des beaux paysages ? », la réponse n'en reste pas moins délicate à formuler. En effet, créer un nouveau paysage ou restaurer un paysage par l'implantation d'éoliennes suppose **la fabrication de nouveaux outils d'analyse au service du projet paysager**. Un projet de paysage est bien autre chose qu'un principe d'alignement en respectant une équidistance. Dans ce sens, nous prétendons apporter une contribution à l'amélioration des études d'impact : des règles de concertation, des analyses et des études d'impacts à partir d'outils qui résultent des travaux en

¹³⁹ Seguin, Jean-François, *Les Cahiers de l'urbanisme*, n°52, p. 26-29

¹⁴⁰ Guillet, Rémi et Leteurtriois, Jean-Pierre, *Rapport sur la sécurité des installations éoliennes*, Conseil général des Mines, Ministère de l'Economie, des Finances et de l'Industrie, n°04-05, 2004.

cours, des propositions de plasticiens. Cette démarche, réalisées dans l'esprit de la loi, est bien plus qu'une analyse des effets d'un projet sur l'environnement, elle est en elle-même une véritable démarche de projet en ce qu'elle analyse l'état initial de l'environnement, donc du paysage, et qu'elle l'occasion de comparer plusieurs solutions d'aménagement en incluant la concertation et l'implication de l'interdisciplinarité¹⁴¹.

Ainsi, par une réflexion théorique sur la conscience de paysage, une réflexion sur le dialogue social, des études comparatives avec les ouvrages d'art, une méthode des analyses paysagères reposant sur les archétypes culturels, des outils informatiques au service de l'analyse des formes et de l'approche de la réalité virtuelle ; nous avons non seulement donné du sens à la notion de politique de l'espace, mais nous avons inscrit les implantations des éoliennes dans une réflexion plus large de la question environnementale. Des études de cas en France, en Espagne, des repérages photographiques aux Pays-bas, une concertation avec la province du Québec montrent que cette question dépasse les clivages locaux ou régionaux. Ces études mettent en évidence les incertitudes. Il faut réduire les interrogations, particulièrement dans ce domaine où elles sont largement exprimées.

La gouvernance, quant à elle, renvoie aux méthodes de gestion, par exemple pour l'élaboration et le traitement d'un dossier, aux institutions, mais aussi aux procédures multiples. La dernière législation du 13 juillet 2005 et la création programmée de ZDE (Zones de développement éolien) peuvent prétendre répondre à quelques questions concernant les contraintes techniques et administratives. Mais les pouvoirs publics gèrent d'abord les hommes et les milieux qu'ils habitent. Elles gèrent, à des échelles spatiales et temporelles variées, et donc de manière parcellaire, souvent incohérente et parfois contradictoire, l'environnement naturel comme les sociétés humaines. En effet, il n'existe aujourd'hui pratiquement pas d'écosystème qui ne soit directement ou indirectement anthropisé.¹⁴² Les implantations d'éoliennes, générées par l'activité humaine et leur gouvernance, sont donc au cœur de l'évolution des grands équilibres environnementaux. Aux organisations sociales d'être capables de mettre en place des procédures à même de faire émerger des compromis non remis en cause. Les sciences humaines, conjointement sollicitées avec les autres disciplines, sont désormais associées à ces démarches.

¹⁴¹ Planchais, Laure, « Eoliennes et paysages : premier bilan », *Le Moniteur*, 19 septembre 2003, p. 234.

¹⁴² Nussaume, Yann, *Tadao Andô et la question du milieu*, éd; Le Moniteur, 1999.

... les provisions de l'article 1er de la loi du 23 mars 1907, qui ont été modifiées par la loi du 17 juillet 1908 et par la loi du 10 août 1910. Ces dispositions ont été complétées par la loi du 23 mars 1907, qui a institué le régime des sociétés anonymes. Le régime des sociétés anonymes est régi par les dispositions de l'article 1er de la loi du 23 mars 1907, qui ont été modifiées par la loi du 17 juillet 1908 et par la loi du 10 août 1910. Ces dispositions ont été complétées par la loi du 23 mars 1907, qui a institué le régime des sociétés anonymes.

... les dispositions de l'article 1er de la loi du 23 mars 1907, qui ont été modifiées par la loi du 17 juillet 1908 et par la loi du 10 août 1910. Ces dispositions ont été complétées par la loi du 23 mars 1907, qui a institué le régime des sociétés anonymes. Le régime des sociétés anonymes est régi par les dispositions de l'article 1er de la loi du 23 mars 1907, qui ont été modifiées par la loi du 17 juillet 1908 et par la loi du 10 août 1910. Ces dispositions ont été complétées par la loi du 23 mars 1907, qui a institué le régime des sociétés anonymes.

ARTICLE 1er

... les dispositions de l'article 1er de la loi du 23 mars 1907, qui ont été modifiées par la loi du 17 juillet 1908 et par la loi du 10 août 1910. Ces dispositions ont été complétées par la loi du 23 mars 1907, qui a institué le régime des sociétés anonymes. Le régime des sociétés anonymes est régi par les dispositions de l'article 1er de la loi du 23 mars 1907, qui ont été modifiées par la loi du 17 juillet 1908 et par la loi du 10 août 1910. Ces dispositions ont été complétées par la loi du 23 mars 1907, qui a institué le régime des sociétés anonymes.

3.2 Prévisions

La pluri-dimensionnalité des thèmes de développement éolien.

Quels secteurs et quels outils de recherche utiliser ?

Passons en revue, sans prétention d'exhaustivité, mais avec un souci d'exemplarité lié à notre propre fonctionnement, les thèmes verticaux où viennent se décliner quelques-unes des préoccupations les plus pertinentes de la problématique de l'éolienne : histoire des mentalités, architecture, informatique, géographie, paysage, sociologie, génie civil, arts plastiques... Chacune de ces disciplines pose des questions spécifiques et la combinaison des efforts qu'ils appellent respectivement en matière d'études d'impact, d'innovations majeures, de fabrication d'outils. Ce sont dans tous les cas des efforts qui sollicitent plusieurs secteurs du savoirs et de pratiques.

L'interdisciplinarité est un des thèmes récurrents de ce sujet de recherche, échanges entre les manières de construire le savoir, échanges entre les savoirs disciplinaires. Le rapport a favorisé l'expérience en situation des uns et des autres de ses membres ; il s'est efforcé d'approfondir les conditions de dialogues entre disciplines et entre secteurs disciplinaires . Les travaux reflètent un exemple réussi de construction d'un tel lieu, d'abord à l'échelle nationale . Et c'est peut-être d'abord à partir de ce problème d'échelle qu'il nous faut afficher nos ambitions : le temps limité (moins de 2 années de travaux) et la mise en situation de l'équipe émergente de l'ENSAB (habilitation en avril 2003) ont donné raison à ceux qui inscrivaient dès le début ces recherches dans une perspective de moyenne ou longue durée. Des encouragements de la part des autorités de tutelle nous avaient permis de bien cerner notre problématique en la construisant sur plusieurs étapes dont la première vient à échéance.

L'ambition des chercheurs de l'ENSAB et de leurs partenaires

Notre ambition affichée dans le dossier d'appel d'offre est de discuter les besoins prioritaires en terme d'outils de recherches, besoins qui traversent les problématiques verticales du sujet d'étude : données pour saisir les enjeux des dimensions spatiales et temporelles du sujet ; modèles pour simuler , prévoir, décider mais aussi dialoguer ; réflexions transversales sur le regard porté sur l'espace et le temps, utopie à laquelle il faut tenter de donner forme, celle de l'inflexion socialement maîtrisée des innovations technologiques. En ce qui concerne les données et les études de cas, l'ambition nettement revendiquée est de travailler à l'échelle internationale. Un renforcement de nos liens avec l'UQAM ¹⁴³ et des contacts suivis avec des pays de l'Union européenne doivent nous donner les moyens de nos ambitions. La réflexion sur la modélisation prend alors tout son sens en s'appuyant sur l'expérience acquise par des états qui pratiquent depuis longtemps l'implantation d'éoliennes à grande échelle. C'est là une des spécificités de nos travaux qui irriguent toute la gamme des types de recherches, sur un

¹⁴³ Cf. texte de Nicolas Reeves en annexe.

axe traditionnel de la plus fondamentale, la recherche cognitive, à l'activité d'expertise ou d'aide à la décision en passant par la recherche appliquée.

La participation de nouveaux chercheurs (et de nouvelles disciplines) en partenariat donne du sens à cette ambition. La problématique des éoliennes vue dans le cadre du générique « Art, architecture, paysages » appelle plus d'investigations scientifiques, soucieuses de faits et d'objectivité ; le sujet provoque le goût de la création théorique, de l'invention, l'exercice méthodique de la pensée critique et de la discussion collective, avec une attention au questionnement local. Nos travaux prétendent non seulement fournir des réponses aux incertitudes et aux problèmes engendrés par une politique de l'aménagement, mais aussi dessiner des solutions techniques, des innovations majeures, artistiques, économiques ou institutionnelles. C'est dans cet esprit, et pour poursuivre avec enthousiasme les recherches entreprises, que nous répondrons à un nouvel appel d'offre émanant des institutions concernées.

Arta, F., *Énergie en Tunisie*, 1982, A.T.P., 1982.

ADENE (A.T.P.), *Énergie électrique dans notre développement*, Avril 2001.

ADENE (A.T.P.), *Énergie électrique dans notre développement*, 2001.

ADENE (Agence Nationale de l'Énergie) et de la Ministère de l'Énergie, *Annuaire statistique de l'énergie en Tunisie*, ADENE, Tunis, 2001.

ADENE (Agence Nationale de l'Énergie) et de la Ministère de l'Énergie, *Les énergies renouvelables et la production d'électricité parcellaires*, ADENE, Tunis, 2001.

ADENE (Agence Nationale de l'Énergie) et de la Ministère de l'Énergie, *Énergie et perspectives de la fibre optique en Tunisie*, Séminaire national organisé à Brest les 1-2-3 octobre 1994, Ed. ADENE, Angers - France n° 1011, 1994, 55 p.

AME (Agence nationale de l'énergie électrique - Tunisie), *Inventory des parcs éoliens*, Ed. AME, 1997, 120 p.

AME (Agence nationale de l'énergie électrique - Tunisie), *Énergie et développement*, Ed. AME, 1997, 45 p.

Amel G. et al. *Énergie électrique, Tunisie*, Ed. Éditions Énergie Économique, traduite par l'Énergie, Ed. Énergie, 1994, 111 p.

ARNEPAC, *Le développement de l'énergie électrique en Tunisie*, Ed. ARNEPAC, 1992.

BIBLIOGRAPHIE

Arta, F., *Énergie en Tunisie*, 1982, A.T.P., 1982.

Arta, F., *Énergie électrique dans notre développement*, Avril 2001.

Arta, F., *Énergie électrique dans notre développement*, 2001.

Arta, F., *Les énergies renouvelables et la production d'électricité parcellaires*, ADENE, Tunis, 2001.

Arta, F., *Énergie et perspectives de la fibre optique en Tunisie*, Séminaire national organisé à Brest les 1-2-3 octobre 1994, Ed. ADENE, Angers - France n° 1011, 1994, 55 p.

Arta, F., *Inventory des parcs éoliens*, Ed. AME, 1997, 120 p.

Arta, F., *Énergie et développement*, Ed. AME, 1997, 45 p.

Arta, F., *Énergie électrique, Tunisie*, Ed. Éditions Énergie Économique, traduite par l'Énergie, Ed. Énergie, 1994, 111 p.

ARNEPAC, *Le développement de l'énergie électrique en Tunisie*, Ed. ARNEPAC, 1992.

Arta, F., *Énergie en Tunisie*, 1982, A.T.P., 1982.

Arta, F., *Énergie électrique dans notre développement*, Avril 2001.

Arta, F., *Énergie électrique dans notre développement*, 2001.

Arta, F., *Les énergies renouvelables et la production d'électricité parcellaires*, ADENE, Tunis, 2001.

Arta, F., *Énergie et perspectives de la fibre optique en Tunisie*, Séminaire national organisé à Brest les 1-2-3 octobre 1994, Ed. ADENE, Angers - France n° 1011, 1994, 55 p.

Arta, F., *Inventory des parcs éoliens*, Ed. AME, 1997, 120 p.

Arta, F., *Énergie et développement*, Ed. AME, 1997, 45 p.

Arta, F., *Énergie électrique, Tunisie*, Ed. Éditions Énergie Économique, traduite par l'Énergie, Ed. Énergie, 1994, 111 p.

ARNEPAC, *Le développement de l'énergie électrique en Tunisie*, Ed. ARNEPAC, 1992.

Les principes de la philosophie de la science de Karl Popper

La philosophie de la science de Karl Popper est fondée sur la distinction entre la science et la non-science. Selon Popper, la science est une activité qui vise à proposer des théories qui peuvent être réfutées. La réfutation est le processus par lequel une théorie est testée et éventuellement rejetée. Popper soutient que la science progresse par la conjecture et la réfutation. Les théories scientifiques ne sont jamais vérifiées, mais elles sont toujours susceptibles d'être réfutées. La philosophie de la science de Popper est une philosophie de la réfutation. Elle est une philosophie de la science qui se concentre sur la réfutation des théories. Popper soutient que la science est une activité qui vise à proposer des théories qui peuvent être réfutées. La réfutation est le processus par lequel une théorie est testée et éventuellement rejetée. Popper soutient que la science progresse par la conjecture et la réfutation. Les théories scientifiques ne sont jamais vérifiées, mais elles sont toujours susceptibles d'être réfutées. La philosophie de la science de Popper est une philosophie de la réfutation. Elle est une philosophie de la science qui se concentre sur la réfutation des théories.

BIBLIOGRAPHIE

L'énergie éolienne

- Acot, P., *Histoire de l'écologie*, Paris, P.U.F., 1988.
- ADEME PACA/CLER, *Des éoliennes dans votre environnement ?* Avril 2002
- ADEME PACA, *Paysage, impact visuel et projets éoliens, approche bibliographique* :
Ed. Ademe, centre de Valbonne(06)
- ADEME (Agence française de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie) : *Manuel préliminaire de l'étude d'impact des parcs éoliens*, ADEME, Editions 2001, 2004.
- ADEME (Agence française de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie) : *Les autorités locales et la production d'électricité par éoliennes*, ADEME, Editions 2000
- ADEME (Agence française de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie) *Enjeux et perspectives de la filière éolienne en France*, Synthèse du colloque organisé à Brest les 7 et 8 octobre 1998, Ed. ADEME, Angers – Notice n° 3609, OBSERVER 1999 – 55 p.
- AME (Agence méditerranéenne de l'environnement Languedoc-Roussillon), *Inventaire du patrimoine éolien*, éd.AME, 2002, 128 p.
- AME (Agence méditerranéenne pour la Maîtrise de l'Energie), *Paysages au quotidien en Languedoc-Roussillon*, Ed. AME, 1997, 45 p.
- Amiel C. et al, Aude : *Cadre naturel, histoire, art, littérature, langue, économie, traditions populaires*, Ed. Bonneton, 1994, 431 p.
- ARENE PACA, « *Energie éolienne, une énergie dans l'air du temps* », Dossier in *La lettre d'information de l'ARENE*, n° 46, octobre 2000, 4 p.
- Armengaud A. & Rivals C., *Moulins à vent et meuniers des Pays d'Oc*, Editions Loubatières, 1992.
- AVEL PEN AR BED, *Paysage, impact visuel et projets éoliens, Approche bibliographique*, Ed. ADEME, 1999, 156 p.
- Birraux C. et Le Deaut J.-Y., *L'état actuel et les perspectives techniques des énergies renouvelables*, Ed. Assemblée Nationale et Sénat, 2001, 347 p.
- Chabason, L. et Theys, J., *Plan national pour l'environnement*, éd. I.D.E.S, 1990.
- Champly R., *Moteurs à vent, moteurs électriques*, Ed. du Roc de Bourzac, Bayac, 1998 (Réimp. A l'identique de l'éd. de 1930).
- Civel Y.B., *Guide de l'énergie éolienne : Les aérogénérateurs au service du développement durable*. Ed. IEPF/Fondation Energie pour le monde, 1998, 161 p.
- Civel Y. B., 2000. *Les éoliennes : 50 questions-réponses*, Ed. Systèmes solaires, 2000, 56 p.
- Cochet Y., *Stratégie et moyens de développement de l'efficacité énergétique et des sources d'énergie renouvelables en France*, éd. Assemblée nationale, septembre 2000, 151p.
- Collectif, *Moulin-à-vent- pratique*, Mairie de Perpignan – n° 1, mai 1998.
- Collectif, *Les moulins de l'Hérault*, Ed. Arts et Traditions Rurales, dossier n° 7, 1987
- Conseil Régional L. R., *Suivi environnemental de 2 chantiers éoliens en milieu méditerranéen*, Ed. Conseil Régional L. R., 12 pages.
- Direction Départementale de l'Equipement 29, *Charte départementale des éoliennes du Finistère*, Préfecture, juin 2002, Annexes : 78 p.
- DIREN Languedoc Roussillon, *Schéma régional éolien*, Edité par la DIREN, 2000
88 pages
- Duchene-Maullac et Sacre.C., « *Traitement statistique des données de vent pour la détermination de l'énergie produite par les systèmes éoliens* », Actes du colloque « *Météorologie et énergie renouvelables* », Valbonne, France, 1984.
- Fédération française des amis des moulins, *Les Moulins de France*, Editions Ouest France , 1999.

- Fédération des PNR, *Energies renouvelables : le complément naturel*, Ed. Fédération des PNR, 1997, 12 p.
- Hebert M., *La belle histoire des moulins à vent de France*, Ed. Corlet, diff. De Borée, 1999.
- Hladik J., *Energétique Eolienne*, PUQ et Masson, 1984.
- Jacquet A. (APERRE), *Vade-mecum non-technologique du candidat à l'implantation d'un parc éolien*, Ministère de la région wallonne, DG des technologies, de la recherche et de l'énergie, 2002.
- L'Homme J.C., *Les énergies renouvelables, histoire, état des lieux et perspectives*, Delachaux et Niestlé/Systèmes solaires, 2001, 192p.
- Syndicat mixte de préfiguration du PNR de la Narbonnaise en Méditerranée, *Deux chantiers éoliens*, Plaquette, Ed. SMPPNRNM, 2000.
- Neau P., *Guide du porteur de projet du parc éolien* Ed. ADEME, Collection *Connaître pour agir*, 1999, 85 p.
- Pages J.M., *Manuel préliminaire de l'étude d'impact*, Ed. ADEME, 2001, 158 p.

Rapports

- ADEME L. R., « Energies renouvelables : l'éolien », in Rapport d'activité 2001 de la délégation Languedoc Roussillon, 2001, p. 19
- AMORCE & CLER, « Un projet d'éoliennes sur votre territoire : Guide à l'intention des élus et des associations », 2001, 31 p.
- ANONYME, « L'Aude veut planifier l'éolien », in Environnement magazine, 2002, n° 1609 p 8
- Bougeard N. & Guimard E., « RTE maintient de lourds programmes d'investissements », in *Le Moniteur*, 2002, p.31
- Castres D., « Possibilité de financement « coopératif » d'un projet éolien », Rapport de stage de Licence professionnelle Sciences et Techniques des énergies renouvelables, 2002, 30 p.
- Chartier C., « Perception et représentation de l'énergie éolienne en France et dans l'Aude » Edité par l'ADEME, 2002, 44 p.
- CSRT, « La Recherche service du développement durable : du diagnostic à l'aide à la décision », rapport annuel, juin 2003.
- DAPA – Mission du Paysage, « Guide méthodologique d'analyse paysagère », réalisé par Catherine Roy, sous la direction de Benoît Melon, 2005.
- EOLE RES, « Etude paysagère en application aux parcs éoliens : Centrale du Souleilla », 1999, 24 p.
- Galiano M., « Eolien : un développement programmé », in La lettre ADEME, 2001, n° 75 p 5
- Guillet, Rémi et Leteurtois, Jean-Pierre, « Rapport sur la sécurité des installations éoliennes », Conseil Général des Mines, Ministère de l'Economie, des Finances et de l'Industrie, n°04-05, 2004.
- Hautecoeur, P.C., « La recherche au service du développement durable », MEDD, La Documentation française, 2005.
- Les Ecologistes de l'Euzière, « Site éolien du Souleilla et l'Opoul Périllos : Expertise des milieux naturels (flore et végétation) ; Recommandations et mesures compensatoires », 2000, 35 p.
- Mabit M., « A Saint-Agrève, l'installation du parc éolien passe par le dialogue », in La gazette des communes, 2002, p. 48-50
- Ministère de la Culture et de la Communication, DRAC Nord-Pas-de-Calais, DAPA, « Les cônes de vue à préserver dans l'installation des parcs éoliens », Catherine Madoni., SDAP Pas-de-Calais, 2005.

Ministères de l'aménagement du territoire et de l'économie et des finances, « Rapport du groupe de travail sur la rationalisation et la simplification des procédures applicables aux producteurs d'électricité à partir de sources d'énergie renouvelables », 2001, 40 p.
Poète O., « Prescriptions paysagères d'implantation d'éoliennes sur la communauté de communes de Saint Agrève », 2002, 47 p.
POLENERGIE, « Analyse d'opportunité du projet éolien de la communauté de communes de Saint Agrève », 2002, 58 p.
Préfecture du Finistère, « Charte départementale des éoliennes du Finistère », 2002, 41 p.
... Et de nombreux articles dans la presse locale (L'indépendant, La Dépêche du Midi et Midi Libre) et nationale

Revue

Systèmes Solaires

Revue francophone consacrée aux énergies renouvelables, notamment à l'éolien.

Bimestriel, disponible par abonnement. 146, rue d l'Université, 75007 Paris.

Plaquettes

ADEME & CLER, *Des éoliennes dans votre environnement : 6 fiches pour mieux comprendre les enjeux*, Editée par l'ADEME et le CLER, 2002, 6 fiches

BRL, *Etude du potentiel de développement de l'éolien en off-shore en Languedoc-Roussillon*, 2000, 21 p.

Le vent dans le paysage - Le vent générateur de formes

Bray M.J., Carter D.J., Hooke J.M., 1995 : Littoral cell definition and budget for central southern England. *Jour. Coast. Res.*, 11 : 391-400.

Bray M.J., Hooke J. M., 1997 : Prediction of soft-cliff retreat with accelerating sea-level rise. *Jour. Coast. Res.*, 13 : 453-467.

Cocaign J.Y. Bizien Jaglin C., Regnaud H., 1996 : Les sites protohistoriques de l'Anse du Verger en Cancale dans leur cadre archéologique et environnemental. *Les cahiers de CeRAA*, 24 : 71-84 .

Cooper J.A.G., 2002 : The role of extreme floods in estuary-coastal behaviour : contrasts between river- and tide- dominated micro tidal estuaries. *Sed. Geol.*, 150 : 123-137.

Cooper J.A.G., Pilkey O.H., 2004 : Longshore drift, trapped in an expected universe. *J. of Sed. Res.*, 74 : 599-606.

Cowell, P.J., Roy , P.S., Jones , R.A., 1992. Shore face translation model: Computer simulation of Coastal Sand Body response to Sea Level Rise. *Mathematics and Computers in Simulation*, 33: 603-608.

Cowell P.J., Thom B.G., 1994 : Morphodynamics of coastal evolution . In carter R.W.G. and Woodroffe C.D., (eds) : *Coastal evolution : late quaternary shoreline morphodynamics*, Cambridge University Press, 1-341.

Dawson A., 1992 : *Ice Age Earth*, Routledge 1-293.

Devoy R.N., 1992 : Question of coastal protection and human response to sea-level rise in Ireland and Britain. *Irish Geography*, 25 : 1-22.

Donnelly J.P., Butler J., Roll S., Wrenge M., Thompson Web III, 2004 : A back barrier overwash record of intense storms from Brigantine, New Jersey. *Marine Geology* 210 : 107-121.

Dougherty A.J., Fitzgerald D.M., Buynevich I.V., 2004 : Evidence of storm dominated early progradation of Castleneck barrier, Massachusetts, USA. *Marine Geology*, 210 : 123-134.

Dubois, R.N., 1995 . The transgressive barrier model: an alternative to two dimensional volume balanced models *Journ. Coast. Res.*, 11 272-1286.

- Flake, Gary William, *The Computational Beauty of Nature*, MIT Press, 1998
- Forbes, D.L., Orford, J.D., Carter, R.W.G., Shaw, J., Jennings, S.C., 1995. Morphodynamic evolution, self organisation, and instability of coarse clastic barriers on paraglacial coasts. *Marine Geology*, 126, 1/4 : 63-85.
- Morzadec-Kerfourn, M.T., 1999 . Littoraux Pléistocènes de l'Ouest du Massif Armoricaïn, *Quaternaire*, 10 : 171-179.
- Morzadec-Kerfourn, 1995 : Coastline Changes in the Armorican Massif (France) during the Holocene, *Jour. Cost. Res.*, spc. Iss., 17 : 197-203.
- Morzadec-Kerfourn, M.T., 1990 : De l'importance relative des transgressions et régressions marines glacio-eustatiques sur le Massif armoricaïn. *Revue archéologique de l'Ouest*, supplément 2, 37-40.
- O'Hare G., Johnson A., Pope R., 2005: Current shifts in abrupt climate change: the stability of the nor Atlantic conveyor and its influence on future climate. *Geography*, 3 : 250-266.
- Orford J.D., Forbes D.L., Jennings S.C. , 2002 : Organisation controls, typologies and time scale of paraglacial gravel-dominated coastal systems. *Geomorphology*, 48 : 51-85.
- Pirazzoli P.A., Regnauld H., Lemasson L., 2004 : Changes in storminess and surges in western France during the last century, *Marine Geology* 210 : 307-323.
- Pirazzoli, P.A., 2000 : Surges, atmospheric pressure and wind change and flooding probability on the Atlantic coast of France. *Oceanologica Acta*, 23 : 643-661.
- Pirazzoli P.A., 1996 : *Sea-Level Changes*, Wiley 1-211.
- Regnauld H., Hubert-Moy L., Musereau J., 2004 : « Risque littoral, évolution climatique et naturalité du dommage ». *Information Géographique*, 68, 40-56.
- Regnauld H., Mauz B., Morzadec-Kerfourn M.T., 2003 : Shorelines of the last interglacial in western France : some preliminary results with OSL datings . *Marine Geology*, 194, 1-2 : 65-77.
- Regnauld, H., Louboutin, R., 2002 : Sediment transport in beach and coastal dune environment, Brittany, France. *Sedimentary Geology* 150 : 17-29.
- Regnauld, H., 1999 : L'élévation et les variations du niveau marin à l'Holocène terminal dans l'Ouest français : une approche par les dépôts de tempêtes. *Quaternaire*, 10, 2/3 : 181-188.
- Regnauld H., Lemasson L., Dubreuil V., 1998: The mobility of coastal landforms under climatic changes : issue for geomorphological and archeological conservation, in J.Hooke editor « *Coastal Defence and Earth Sciences Conservation* », Geological Society Publishing House, 103-114.
- Regnauld, H., Jennings, S., Delaney, C., Lemasson, L., 1996 : Holocene sea level variations and geomorphological response: an exemple in Northern Brittany. *Quaternary Science Reviews*, 15 : 781-787.
- Regnauld, H., Cocaign, J.Y., Salièges, J.F., Fournier, J., 1995 : Mise en évidence d'une continuité temporelle dans la constitution de massif dunaires du Sub Boréal (3600BP) à l'Actuel sur le littoral septentrional de la Bretagne. Un exemple dans l'Anse du Verger (Ille et Vilaine). *C.R.A.S.*, 321, IIa, 4:303-310.
- Regnauld H., Kuzucuoglu C., 1992 : Rebuilding of a dune field landscape after a catastrophic storm : beaches of Ille et Vilaine, Brittany, France. In Carter R.W.G., Curtis T.G.S., Sheedy - Resnick, Mitchel, *Turtles, termites and traffic jams: Explorations in massively parallel microworlds*, Cambridge, Mass., Bradford Books/MIT Press, 1994
- Roberts N., édition 1998 : *The Holocene*, Blackwell 1-316.
- Sapoval, Bernard, *Universalités et fractales*, Flammarion, 1997
- Skeffington M.J. eds. : *Coastal Dunes, geomorphology, ecology and management for conservation*, Balkema, Rotterdam : 379-387.
- Smith D.E, Raper S.B., Zerbini S., Sanchez-Arcilla A. eds, 2000 : *Sea-level changes and Coastal Processes : Implications for Europe*. European Commission, Brussels, 1-273.

- Southgate H. et al, 2003 : Analysis of field data of coastal morphological evolution over yearly and decadal timescales. Part 2 : Non linear techniques. *J. Coast. Res*, 19, 4 : 776-789.
- Tabeaud, M., 1996 : Etude sur les séries météo-marines, les surcôtes marines et leurs impacts sur quelques sites littoraux à risques -- Ministère de l'Environnement, Paris: 1—122.

A la recherche du paysage éolien

- Abélès M., Charles L., Jeudy H.-P., Kalaora B. (sous la dir. de), *L'environnement en perspective, Contextes et représentations de l'environnement*, Paris, L'Harmattan, Collec. Nouvelles études anthropologiques, 2000.
- ADEME, Elaboration d'un outil d'insertion sociale et territoriale des éoliennes, Médiation et environnement pour l'ADEME, 2002.
- ADEME, *Les français et les énergies renouvelables*, Rapport final-étude quantitative, Louis Harris, 2004.
- APSA, *Argumentaire sur l'électricité d'origine éolienne*, 2005.
- Beuret J.-E., Floch H., Mouchet C., « La médiation au cœur du territoire », *Pour*, n° 160, 1998.
- Boltanski L., Darré Y., Schiltz M.-A., « La dénonciation », *Actes de la recherche en sciences sociales*, n° 51, 1984.
- Boltanski L., Thévenot L., *De la justification, les économies de la grandeur*, Paris, Gallimard, 1991.
- Boullier D., « La construction de l'intérêt général au quotidien, Histoire de deux succès d'associations à Rennes dans le bois de Sœuvres », *Cadre de vie, environnement et dynamiques associatives*, Paris, PUCA, 2000.
- Callon M., « Eléments pour une sociologie de la traduction. La domestication des coquilles Saint-Jacques et des marins pêcheurs en baie de Saint-Brieuc », *L'Année sociologique*, Vol. n° 36, 1986.
- Candau J., « Usage de concept d'espace public, pour une lecture critique des processus de concertation », *Economie rurale*, n° 252, 1999.
- Catherin V., *La contestation des grands projets publics, Analyse microsociologique de la mobilisation des citoyens*, Paris, L'Harmattan, 2002.
- Cefai D., « La construction des problèmes publics. Définitions de situations dans les arènes publiques », *Réseaux*, n° 75, 1999.
- Claeys-Mekdade C., Qu'est-ce qu'une «population concernée», l'exemple camarguais, *Géocarrefour*, n° 76, 2001.
- Crozier M., Thoenig J.-C., « La régulation des systèmes organisés complexes, le cas du système de décision politico-administratif local en France », *Revue française de sociologie*, n° 16, 1975.
- Defrance J., "Donner" la parole, la construction d'une relation d'échange, *Actes de la recherche en sciences sociales*, n° 73, 1988.
- Descola P., *L'anthropologie de la nature*, Annales HSS, janvier-février 2002, n°1.
- DIREN-Bretagne, *L'implantation des éoliennes en Bretagne*, 2003.
- Doidy J., Faire entendre la voix des usagers dans les concertations environnementales, *Sociologies pratiques*, n° 7, «Gérer l'environnement, le temps de l'action concertée», 2003.
- Douglas M., *De la souillure*, Paris, La Découverte, 2001 (1ère éd. 1966).
- Duran P., Thoenig J.-C., L'Etat et la gestion publique territoriale, *Revue Française de sciences politiques*, n° 46, 1996.

- Hagett C. and al., *Tilting at windmills ? The Attitude-behavior Gap in Renewable energy conflicts*, ESRC Environment and human behavior programme, University of Newcastle, 2004.
- INSEE-Bretagne, *Recensement de la population française mars 1999, Commune de Plouguin*.
- Jobert A., « L'aménagement en politique ou ce que le effet NIMBY nous dit de l'intérêt général », *Politix*, n° 42, 1998.
- Lascoumes P., *L'éco-pouvoir, environnements et politiques*, Paris, La Découverte, 1994.
- Lascoumes P., Le Bourhis J.-P., « Le bien commun comme construit territorial, Identités d'action et procédures », *Politix*, n° 42, 1998.
- Latour B., *La science en action*, Paris, La Découverte, 1989.
- Lolive J., La montée en généralité pour sortir du NIMBY. La mobilisation associative contre le TGV Méditerranée, *Politix*, n° 39, 1997.
- Lyrette E., *La dynamique sociale entourant l'implantation d'une infrastructure majeure : le cas du parc éolien du Nordais*, mémoire pour l'obtention du grade de Maître ès en sciences (M. Sc.), Université du Québec, 2003.
- Lyrette E., Trépanier M., Les dynamiques sociales engendrées par l'implantation du parc éolien : Le Nordais, *Vertigo*, Vol. 5, n°1, 2004.
- Maresca B., Hébel P., *L'environnement, ce que les français en disent*, Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, 2000.
- Molinès N., *Méthodes et outils pour la planification des grandes infrastructures linéaires et leur évaluation environnementale*, Thèse de doctorat, Université de Saint-Etienne, décembre 2003.
- Mormont M., Bertrand A., Oppositions locales et dynamiques d'environnementalisation, *Espace et société*, n° 101-102, 2001.
- Reynaud Y., « De la contestation à la concertation », *Les annales de la recherche urbaine*, n° 89, 2001.
- Quéré L., Agir dans l'espace public, *Raisons pratiques*, n° 1 «Les formes de l'action», 1990.
- Shültz A., *Le chercheur et le quotidien. Phénoménologie des sciences sociales*, Paris, Méridiens Klincksieck, 1987.
- Strauss A., *Negotiations. Varieties, Contexts, Processes and social order*, Jossey-Bass, San Francisco, 1978.
- Thompson M., Ellis R., Wildavsky A., *Cultural theory*, Oxford, WestviewPress, 1990.
- Trom D., De la réfutation de l'effet NIMBY considérée comme une pratique militante, *Revue Française de Sciences Politiques*, n° 49, 1999.
- Van Tilbeurgh V., *L'huître, l'ostréiculteur et le biologiste*, L'harmattan, 1994.

Le paysage

- Berque, A., « Etres humains dur la terre, Paris », Gallimard, *Le Débat*, 1996.
- Berque, A., *Les raisons du paysage. De la Chine antique aux environnements de synthèse*, Paris, Hazan, 1995.
- Bourgeois, B., *Mort du paysage*, Champ Vallon, 1982
- Bouvier, P., « Le paysage : de l'esthétique au politique », in *Le paysage et la question du regard*, Ed. Aleph, 2003.

- Boyer, A., « Le respect de la nature est-il un devoir ? », in *Questions de philosophie*, Paris, 1988.
- Briffaud, S., « Découverte et représentation d'un paysage. Les Pyrénées du regard à l'image, XVIIIème-XIXème siècles », in *Pyrénées : un paysage à la croisée des regards, XVIIIème-XIXème siècles*, Ville de Toulouse-Ascote, 1989, repris dans *La théorie du paysage en France, 1974-1994*, Champ Vallon, 1995.
- Clark, K., *L'Art du paysage*, Paris, Gérard Montfort, 1994.
- Cauquelin, A., *L'invention du paysage*, Paris, Plon, 1989.
- Clément, G., « La planète, objet d'art », *Architectures*, n°36, juin 1993.
- Conan, M., « Eloge du palimpseste », in *Hypothèses pour une troisième nature*, Londres, Coracle press, 1992.
- Corbin, A., *Le territoire du vide. L'Occident et le désir de rivage (1750-1840)*, Paris, Aubier, coll.historique, 1998.
- Corbin, A., *L'homme dans le paysage*, Textuel, 2001.
- Cueco, H., « Approches du concept de paysage », *Milieux*, 7/8, 1982.
- Dagognet, F., *Une épistémologie de l'espace concret*, Paris, Vrin, 1977.
- Dagron, C. et Kacimi, M., *Naissance du désert*, Paris, Balland, 1992.
- Dauzat, A., *Le Sentiment de la nature et son expression artistique*, Paris, Alcan, 1914.
- Donadieu, Pierre, *La société paysagiste*, Actes Sud, ENSP, 2002.
- Duby, G. et Geremek, G., *Passions communes*, Paris, Ed. du Seuil, 1992.
- Durand, G., *Structures anthropologiques de l'imaginaire*, Grenoble, Allier, 1960.
- Gilpin, W., *Trois essais sur le beau pittoresque*, Paris, Ed. du Moniteur, 1982.
- Gombrich, E., *L'Écologie des images*, Paris, Flammarion, 1983.
- Hegel, G.W.F., *Leçons d'esthétique, L'Idée du beau*, Paris, Aubier, 1964, 2 vol.
- Henry, M., *La barbarie*, Paris, Grasset, 1987.
- Joutard, P., *L'invention du Mont-Blanc*, Paris, Gallimard/Julliard, 1986.
- Kant, E., *Critique de la faculté de juger*, Paris, Vrin, 1974.
- Lacoste, Y., *A quoi sert le paysage ? La théorie du paysage en France*, Champ Vallon, 1995.
- Lapicque, C., *Essais sur l'espace, l'art et la destinée*, Paris, Grasset, 1958.
- Marcel, O., (sous la dir.), *Composer le paysage*, Champ Vallon, 1989.
- Moscovici, S., *Essai sur l'Histoire humaine de la nature*, Paris, Flammarion, 1968.
- Randon, M., *L'Art visionnaire*, Paris, Nathan, 1979.
- Paysages photographiques. En France, les années quatre-vingts*. Mission photographique de la DATAR, Paris, Hazan, 1989.
- Pietrogrande, A., « Le jardin imaginé », in *Paysages méditerranéens*, Milan, Electa, 1992.
- Pigeau, J.-C., *La dialectique du vent*, Actes Sud, 2003.
- Roger, A. *Court traité du paysage*, Paris, Gallimard, 1997.
- Roux, M ; *Le Désert de sable. Le Sahara dans l'imaginaire des Français (1900-1994)*, Paris, L'Harmattan, 1996.
- Saint-Giron, *Le paysage et la question du sublime*, R.M.N., 1997.
- Tiberghien, g., *Land Art*, Paris, Ed. Carré, 1995.