

Communication en vue du XXI^e Congrès mondial de l'énergie CME Montréal 2010

Projet EOLICARE :éolienne aéroportée

Auteur :Pierre Benhaïem

Pays :France

Courriel : pierre.benhaiem@orange.fr

URL :<http://pagesperso-orange.fr/OrthoKiteBunch/>

[AWEIA reporting representative for France](http://www.aweia.org/)

<http://www.aweia.org/>

Mots-clés :cerf-volant,vent,altitude

Sommaire exécutif :

1 - Introduction :a) Contexte général b) Schémas actuels de l'énergie éolienne c)Vers une méthode de conversion de l'énergie des vents de haute altitude d) Systèmes d'exploitation aéroportés envisagés mettant en œuvre des cerfs-volants.**2** - Etude de la méthode dite OrthoKiteBunch (OKB) :a) Aspects techniques et commentaires des schémas en annexe b) Avantages et coûts estimés) **3** - Implantation du système OKB au sein du bouquet énergétique,étude des synergies et complémentarités possibles :a) Installation OKB-centrale thermique à flamme b) Installation nucléaire-OKB.**4** - Conclusion.Références.Schémas annexés.Illustrations.

1 - INTRODUCTION

a) Contexte général

L'on s'accorde à percevoir le contexte énergétique actuel comme part d'un processus global. Cette nouvelle perception est liée d'une part à la constatation de l'épuisement des énergies fossiles à moyen terme,ainsi que des matières premières utilisées dans l'industrie nucléaire et ce à plus ou moins long terme,d'autre part aux préoccupations environnementales.

L'énergie éolienne est propre et inépuisable.

La présente étude permettra de déterminer le passage progressif de l'énergie éolienne du statut d'énergie d'appoint au statut d'énergie structurante.Une méthode de conversion éolienne est donc étudiée.

b) Schémas actuels de l'énergie éolienne

Les générateurs éoliens actuels sont constitués d'un rotor de grand diamètre porté par une grande tour.Ils présentent cependant les inconvénients suivants :faible densité énergétique,de l'ordre de 12 MW/km² ;poids,coût des matériaux générant de surcroît une importante énergie grise.Les dimensions des capteurs éoliens sont limitées structurellement et de ce fait ils ne peuvent capter que des vents de basse altitude peu puissants et peu réguliers.

Les pays industrialisés non nucléarisés favorisent un schéma d'exploitation couplant de fait l'éolien à la centrale thermique afin de produire une énergie disponible.En effet la souplesse de production des centrales thermiques permet de pallier les carences de production éolienne lors de vents trop faibles,alors que de telles centrales génèrent le principal apport énergétique.

Or un tel couplage,en l'état,cause un fort déséquilibre entre les deux énergies,la principale étant bien sûr l'énergie fossile.Il en résulte une forte émission de carbone.L'étude suivante tendra entre autres objets de démontrer la possibilité d'un tel couplage tout en limitant de telles émissions.

c) Vers une méthode de conversion de l'énergie des vents de haute altitude

Les travaux de J.Null [1], de C.L. Archer [1],[2],[3], de K. Caldeira [2] parmi d'autres études ont souligné l'immense ressource que constituent les vents de haute altitude, plus réguliers et plus puissants, et dont le potentiel énergétique suffirait à pourvoir de multiples fois les besoins en énergie de la population mondiale.

d) Systèmes d'exploitation aéroportés envisagés mettant en œuvre des cerfs-volants

Pour exploiter cette énergie divers systèmes sont étudiés. La piste la plus prometteuse consiste en des capteurs éoliens aéroportés tels que des cerfs-volants à la place d'improbables tours gigantesques. Les cerfs-volants peuvent atteindre facilement de grandes altitudes et balayer des surfaces de vent considérables.

Selon la plupart des systèmes les cerfs-volants effectuent des figures, par exemples circulaires, en huit, ou des trajectoires transversales. Ces figures et trajectoires permettent d'étendre la surface balayée et par conséquent d'augmenter la force de traction (ce que savent d'expérience les pilotes de cerfs-volants de traction) au carré de la vitesse relative laquelle peut être de plusieurs fois celle du vent. Les cerfs-volants se comportent alors comme les pales d'un rotor éolien conventionnel, leurs parcours respectifs constituant la surface balayée.

Toutefois des difficultés sont à surmonter.

L'une, commune à l'ensemble des systèmes, concerne le lancement et le rapatriement des cerfs-volants selon les conditions météorologiques. L'autre concerne l'automatisation (à l'aide de capteurs) des figures de vol pendant de longues durées.

Il apparaît que les conditions d'exploitation des systèmes aéroportés sont tributaires des trois ratios suivants : aire balayée/surface occupée au sol ; aire balayée/surface aérienne occupée ; aire balayée/volume aérien occupé. Les systèmes aéroportés pouvant permettre de balayer des aires de vent considérables le premier ratio est en leur faveur, les structures solides étant minimisées. Cependant les deux ratios suivants peuvent constituer un obstacle en raison de la circulation aérienne. C'est pourquoi il conviendra de maximiser l'aire balayée au sein de l'espace aérien occupé.

On distinguera des catégories et sous-catégories permettant d'embrasser une bonne partie des projets existants et d'apprécier les caractéristiques et problèmes souvent communs aux catégories suivantes : 1) Générateurs en vol ; 2) Générateurs au sol a) Systèmes linéaires b) Systèmes cycliques. Ces projets génèrent des recherches utiles voire indispensables à l'ensemble du secteur, si bien qu'une technologie retenue ne pourra se déployer qu'en partenariat, considérant la somme des éléments techniques nécessaires à une mise en œuvre aboutie. Pour exemple les travaux de Bas Lansdorp [4] et de l'Université technologique de Delft ont des retombées quelque soit le système retenu ; ces travaux permettent entre autres éléments de souligner l'importance de la corde comme facteur limitant [4] les performances globales et rendant inutile des cerfs-volants à très haut ratio portance/trainée.

d)1 Générateurs en vol

Sous la forme de base un cerf-volant transporte le générateur entraîné par une hélice. Le poids et le danger potentiel de grands générateurs en altitude et des câbles électriques peuvent constituer un obstacle. Par contre une telle configuration est prometteuse pour des petites unités : un deuxième axe de recherche du projet Eolicare est la mise en œuvre d'un kit adaptable à un cerf-volant de traction et comprenant un moteur d'avion de modélisme de préférence de type brushless converti en générateur très léger, un redresseur, une batterie rechargeable et une hélice. Utilisé comme un cerf-volant pilotable ordinaire EcoKite peut délivrer de 20 à 400 W et permettre de façon ludique le rechargement des batteries de téléphones ou d'ordinateurs portables, ainsi que l'apport d'un appoint d'énergie dans les régions dépourvues de réseau.

d)2 Générateurs au sol

Divers systèmes sont présentés pour la transmission de l'énergie éolienne vers des installations au sol plus sûres permettant des ensembles potentiellement beaucoup plus importants.

d)2 a- Systèmes linéaires :le cerf-volant s'éloigne en déroulant ses lignes,entraînant ainsi le générateur selon une phase dite reel-out,puis est récupéré selon une phase dite reel-in,le générateur étant alors converti en moteur.Plus aisés à mettre en œuvre _ des prototypes délivrant quelques KW existant _ de tels systèmes présentent cependant les inconvénients suivants :un espace non confiné et non maximisé ;une perte de vitesse du vent relatif occasionnant un rendement plus faible ;une phase de recouvrement [4] nécessitant de l'énergie et limitant encore le rendement.

d)2 b- Systèmes cycliques :

-mouvement continu de rotation [5],[6],[8:fig.4],[10],

-mouvement oscillant [7],[8:fig.1b],[9].

Les systèmes cycliques comprennent généralement au moins un levier.Les systèmes cycliques paraissent être les plus prometteurs pour ce qui concerne les trois ratios évoqués,ce pour les raisons suivantes :l'espace de vol est confiné,la configuration d'ensemble permet la mise en œuvre de nombreux cerfs-volants interceptant une grande aire de vent,et ce pour une occupation au sol limitée.

La mise en œuvre des systèmes à mouvement continu [5],[6],[8:fig.4],[10] est complexe :il faut gérer un mouvement de 360° alors que la fenêtre de vol optimale d'un cerf-volant est de l'ordre de 90° pour un potentiel de 180° :la zone neutre non productrice dans laquelle évolue cycliquement chaque cerf-volant peut être une zone d'instabilité difficile à maîtriser.De plus les cerfs-volants évoluant en figures dites en huit génèrent,outré la force tangentielle utile créant le couple de rotation,des forces parasites axiales et radiales grévant le potentiel et fatiguant la structure.Par ailleurs du fait de la complexité du schéma de vol et du recouvrement des trajectoires,la surface balayée n'est pas complètement maximisée et des risques d'emmêlements interviennent.Enfin son expérimentation nécessite d'emblée un dispositif important.

Les systèmes à mouvement oscillant préalablement conçus [7],[8:Fig.1b],[9] sont de mise en œuvre plus aisée,le ou les cerfs-volants ne quittant jamais la fenêtre de vol.Or la nécessité du maintien du mouvement oscillant se traduit par un débattement vertical du levier sur son axe horizontal [7] restreignant la trajectoire du cerf-volant et du fait limitant sa vitesse et la surface balayée ;ou (sur axe vertical) se traduit par une perte considérable de la force tangentielle,la ligne du cerf-volant exerçant une traction de part et d'autre d'un angle à 180° [9 :Fig.1] ou une traction simultanée sur les deux extrémités du double levier [8 :Fig.1b] au lieu d'une traction perpendiculaire sur un seul levier en associant l'effet bras de levier à une force tangentielle optimale et constituant l'une des particularités de la méthode dite OrthoKiteBunch.

2 - ETUDE DE LA METHODE DITE ORTHOKITEBUNCH (OKB)

a) Aspects techniques et commentaires des schémas en annexe

a) 1 Aspects techniques

OrthoKiteBunch est le résultat de la réalisation en liaison de deux systèmes spécialement conçus pour se compléter:OrthoKite,permettant la traction à angle droit en alternance sur un levier et son opposé pour une transmission optimale et presque constante de la force de traction,et KiteBunch,permettant la disposition des éléments volants en bouquets de cerfs-volants en superposition.

Le système OrthoKite se distingue donc par la mise en oeuvre d'un treuil sur chacun des deux leviers en opposition:l'un des treuils enroule l'une des deux lignes relais ainsi mise en traction,tandis que l'autre treuil déroule l'autre ligne relais mise ainsi hors traction,et ce pour une faible consommation d'énergie,les lignes n'étant alors pas sous tension avant la mise en traction de l'une.Le système OrthoKite permet donc d'assurer un positionnement sensiblement orthogonal de la ligne active par rapport au levier tracté.

Le système KiteBunch, à bouquet de cerfs-volants, se distingue du train de cerfs-volants conventionnel par la mise en oeuvre de lignes individuelles affectées respectivement à chacun des cerfs-volants. Les lignes, sensiblement de même longueur, convergent en un point d'où descendent les deux lignes relais.

Les cerfs-volants effectuent des trajectoires transversales à grande vitesse dans les deux sens. La production est lissée par la mise en oeuvre d'accumulateurs hydrauliques permettant de combler les creux cycliques lors des demi-tours, ce en actionnant les moteurs hydrauliques entraînant les générateurs. Une version offshore est à l'étude.

Pour les grandes installations une batterie de plusieurs dispositifs est rendue nécessaire afin de maximiser la surface balayée dans sa largeur : en effet les cerfs-volants atteignent des vitesses restant limitées et ne peuvent alors réellement couvrir toute une largeur. On remarque alors le décalage des dispositifs en fonction de la portion de la fenêtre de vol exploitée.

a) 2 Commentaires des schémas en annexe

La TABLE 1 est un ensemble de données et d'estimations pour une installation avec un cerf-volant générant au maximum 10 MW pour un vent de 12 m/s : la courbe de la FIG.1 montre la variation de la puissance selon l'emplacement du cerf-volant dans la fenêtre de vol. La puissance chute totalement lors de chaque demi-tour (d'où la nécessité du lissage au moyen de l'installation hydraulique de stockage temporaire).

La surface et le volume aériens ont une base en forme de disque de par le cumul de toutes directions du vent et selon l'angle moyen de vol.

On remarque que l'espace occupé est presque le même que pour une installation complète d'un GW comprenant cinq dispositifs de vingt cerfs-volants, alors que la surface balayée ne constitue qu'un centième de l'installation complète.

La TABLE 2 rassemble des données, mesures et estimations par rapport à des expériences menées sur un petit prototype réel utilisé comme appareil de sport, le couple étant mesuré selon une variante de la méthode du frein de De prony : l'utilisateur retient partiellement le levier, le couple étant alors mesuré à l'aide d'un dynamomètre.

La FIG.2 représente une trajectoire plate selon un dispositif d'axe vertical. La FIG.3 représente une trajectoire arquée vers le haut selon un dispositif d'axe oblique permettant d'éliminer les forces parasites axiales et d'optimiser encore davantage la force tangentielle qui produit le couple. La TABLE 3 est un comparatif des forces selon les deux dispositions.

b) Avantages et coûts estimés

b) 1 Avantages techniques cumulés des systèmes OrthoKite et KiteBunch

Le système OrthoKiteBunch est conçu pour permettre sa réalisation selon toutes échelles de fabrications sans modification notable de la structure : de l'appareil de jeu ou de sport générant quelques W et ne comportant qu'un cerf-volant (et dit OrthoKite) à l'installation d'un GW ; de la sensibilisation aux énergies propres sur un mode ludique à l'énergie du futur.

OrthoKiteBunch permet de capter le maximum d'énergie éolienne dans un espace confiné et répond le plus positivement qu'il soit aux trois ratios suivants : surface balayée (d'où puissance) / occupation du sol ; surface balayée / occupation de la surface aérienne ; surface balayée / occupation du volume aérien.

Système OrthoKite : les leviers ont pour fonction de démultiplier la force et le couple, et non de délimiter un espace de vol, lequel est dévolu aux lignes-mêmes : ainsi les éléments structurels sont de dimensions réduites. Le système OrthoKite permet d'optimiser la puissance générée par le ou les cerfs-volants, et de la transmettre avec le minimum de pertes au dispositif de conversion de l'énergie. Le système OrthoKite permet de limiter les pertes générées avec les systèmes linéaires basés sur l'entraînement du générateur par le déroulement de la ligne (perte de puissance due à la diminution du vent relatif) puis son enroulement (nécessitant de l'énergie). Contrairement aux autres dispositifs à levier OrthoKite transmet une force tangentielle, qui plus est appliquée alternativement (et non simultanément avec de la traction inutile au lieu du couple recherché actionnant le dispositif de conversion) sur un levier puis le

levier opposé,et appliquée sur une ample trajectoire du ou des cerfs-volants.Les forces parasites radiales sont inexistantes,et axiales (TABLE 3,FIG.2 et 3) en fonction de l'angle de vol.Les forces axiales peuvent être éliminées (FIG.3) par la mise en oeuvre de vérins sous le plateau pivotant et permettant son inclinaison (Le plateau pivotant permettant également d'orienter l'ensemble selon la direction du vent).

Système KiteBunch:chacun des bouquets de cerfs-volants permet de maximiser l'aire balayée,notamment sur la verticale.Ainsi l'espace aérien occupé est le plus faible qu'il soit possible,d'où un potentiel économique renforcé.D'autre part une vitesse de vol unifiée est rendue possible,quelque soit le positionnement des cerfs-volants (au contraire du conventionnel train de cerfs-volants devant voler à des vitesses différentes en rapport avec leurs distances respectives du point d'ancrage,et nécessitant un éloignement des cerfs-volants les uns des autres pour une captation non masquée du vent,et donc occupant un espace bien plus important que l'espace pris avec le système KiteBunch).

Autre avantage de l'ensemble du système OrthoKiteBunch:la réversibilité des trajectoires transversales permet une gestion simplifiée de la conversion du mode générateur productif au mode moteur d'attente lors de l'absence de vent,d'où l'affranchissement des très difficiles phases de lancement et de récupération,les cerfs-volants restant en vol.

Avantages technico-économiques

Les principes structurels et fonctionnels ne diffèrent pas selon les dimensions de l'installation il n'y a pas de coupure technologique entre l'appareil de jeu générant 100 W et l'installation d'un GW.La gestion de l'automatisation est simplifiée de par le vol permanent des cerfs-volants.

b) 2 Coûts estimés

0,03 \$ CA environ après amortissement des recherches.Les coûts d'installation et de maintenance sont loin d'être les seuls à devoir être pris en compte.L'investissement global comprend en effet les coûts et contraintes liés à l'occupation du sol et de l'espace.

OrthoKiteBunch est conçu et étudié pour permettre une restriction de telles contraintes bien au-delà de ce qui est connu en matière d'énergie éolienne.D'autre part les plus lourdes contraintes,liées à l'occupation de l'espace aérien,sont susceptibles d'être allégées en cas de couplage avec d'autres énergies nécessitant également un espace aérien de sécurité,ce sur un même site.

3 - IMPLANTATION DU SYSTEME OKB AU SEIN DU BOUQUET ENERGETIQUE , ETUDE DES SYNERGIES ET COMPLEMENTARITES POSSIBLES

a) Installation OKB-centrale thermique à flamme

Le couplage éolien-centrale thermique à flamme prend une toute autre dimension.La centrale thermique devient une énergie d'appoint _et les combustibles une forme de stockage peu coûteuse_servant à lisser la production éolienne laquelle,tout en bénéficiant de vents d'altitude plus réguliers,conservent néanmoins un léger taux d'intermittence.

Un tel complexe est avantageux en ce que la grande majorité des pays industrialisés disposent de la technologie de la centrale thermique,alors que d'autres technologies qui pourraient à court terme être substituées telles que les diverses nouvelles formes de stockage restent coûteuses et peu accessibles.

Avec un ratio éolien-thermique de l'ordre de 5/1 (au lieu de 1/5 pour le schéma actuel) il apparaît une diminution considérable des émissions de carbone.

Il s'ensuit une industrie bien moins polluante alors que les schémas classiques ne sont pas détruits mais contextualisés,ce qui par ailleurs peut permettre de favoriser des accords internationaux éventuels.

Il s'ensuit également un allongement des délais pour une transformation totale du paysage énergétique liés à une durée accrue de l'utilisation des stocks d'énergies fossiles.

b) Installation nucléaire-OKB

Au contraire une installation nucléaire ne pouvant avoir la souplesse d'une centrale thermique à flamme, la synergie entre éolien et nucléaire paraît peu probable.

Par ailleurs les centrales nucléaires sont protégées par une interdiction de survol, d'où l'intérêt d'envisager des installations éoliennes aéroportées et nucléaires sur un même site. Cependant sur le plan de la sécurité une double installation serait inacceptable. Il reste la juxtaposition d'énergies peu ou moins polluantes.

4 – CONCLUSION

La présente communication a relaté une étude concernant une voie vers une extension de l'énergie éolienne en vue de sa réelle rentabilité. Le passage des structures lourdes captant des vents de basse altitude peu puissants et capricieux vers des structures légères autoportées captant des aires immenses de vents d'altitude constitue un axe majeur de l'évolution des énergies renouvelables. Beaucoup de difficultés sont encore à résoudre, notamment en vue d'un système simple et fiable. Le projet EOLICARE tend à mettre en œuvre la méthode dite OrthoKiteBunch dont la configuration structurelle aisément expérimentable selon toutes les dimensions permet d'entrevoir un développement plus rapide de l'énergie du vent à haute altitude. La maximisation de la surface balayée dans un espace donné constitue une des clés de la méthode OKB. De plus le projet EOLICARE s'emploie à identifier les stratégies d'insertion de ladite énergie au sein du paysage énergétique. Une des conséquences de sa mise en œuvre, laquelle est estimée à plusieurs années, est une inversion progressive des parts énergétiques : de structurantes les énergies fossiles (et de façon plus limitée nucléaires dans leurs formes actuelles) deviendraient des énergies d'appoint de lissage palliant les inégalités des énergies du vent, du soleil, de la mer, et aptes à combler (pour les premières) les pics de consommation.

REFERENCES

- [1] Null, J. and C. L. Archer, 2008: [Windpower: the ultimate renewable energy source](#). WeatherWise, Front cover story in July 2008. ([Alternate site](#))
- [2] Archer, C. L., and K. Caldeira, 2009: [Global assessment of high-altitude wind power](#). Energies, 2(2), 307-319, doi:10.3390/en20200307
- [3] Archer, C. L. and M. Z. Jacobson, 2005: [Evaluation of global windpower](#). J. Geophys. Res.-Atm., 110, D12110, doi:10.1029/2004JD005462.
- [4] Bas Lansdorp, Richard Ruiterkamp, Paul Williams, Wubbo Ockels & Delft University of Technology, The Netherlands : Long-Term Laddermill Modeling for Site Selection ; AIAA Modeling and Simulation Technologies Conference and Exhibit 18 - 21 August 2008, Honolulu, Hawaii AIAA 2008-6690 [Laddermill Model Validation](#)
- [5] L. Fagiano, M. Milanese, D. L. Piga Politecnico di Torino : High Altitude Wind Generation: Renewable Energy cheaper than oil, EU Conference « Sustainable development : a challenge for European research » 26-28 May, 2009 Brussels <http://tinyurl.com/HAWPinItaly>

[6] M. Canale, L. Fagiano, M. Milanese, M. Ippolito :KiteGen project: control as key technology for a quantum leap in wind energy generators,Proc. of American Control Conference, New York 2007 <http://www.kitegen.com/pdf/ACCNewYork2007.pdf>

[7] DRAFT Proceedings of ES2008 Energy Sustainability 2008 August 10-14, 2008, Jacksonville, Florida, USA ES2008-54032

PERFORMANCE J. S. Goela
 CHARACTERISTICS OF A ONE- Advanced Materials
 KILOWATT SCALE KITE Rohm and Haas Company
 POWER SYSTEM David J. Olinger Woburn, MA 01801
 Mechanical Engineering
 Department
 Worcester Polytechnic Institute
 Worcester, MA 01609

[8] United States Patent 3987 987 A :Peter R.Payne and Charles Mc Cutchen,Filed Jan.28,1975

[9] UK Patent Application GB 2439 215 A :Applicant Kitetech Energy Systems Limited ;Inventor John Russel Prewer

[10] Brevet d'invention allemand DE 2839918 A :Erich Herter

SCHEMAS ANNEXES

Schemas of flight and power with OrthoKite (OKB) system (one kite)

TABLE 1

Simulation for a GW installation with one kite (100 kites for a complete GW OKB plant)

Wind speed = 12 m/s

500	Kite area (m ²),one kite
3000	Line length (m)
200	Lever radius (m)
0,03	Angular speed (rad/s)
75	Nominal kite speed (m/s)
333,333,333	Torque (Nm)
10,000,000	Power (W)
25,000	Swept area (m ²) with a flight window = 18°
0.125	Land occupation (km ²)
20	Surface of aerial occupation (km ²)
15	Volume of aerial space occupation (km ³)

TABLE 2

Real experiments on January 2010 with a sport OrthoKite :datas and estimates. Measures are done with a variant of De Prony Brake method :the user partially retains the lever.

Wind speed = 6 m/s

1.5	Kite area (m ²)
18	Line length (m)
1	Lever radius (m)
1.6	Angular speed (rad/s)
24	Nominal kite speed (m/s)
520	Torque (Nm)
832	Power (W)
50	Swept area (m ²)

Remark about TABLE 1 :the complete installation is five devices which shared the flight window of 90°.With only one kite ratios 2 and 3 are not good.With 100 kites Surface of aerial occupation (km²) and Volume of aerial space occupation (km³) are identical,so ratios 2 and 3 are better (factor 100).

FIG.1 Power and trajectory,according to TABLE 1

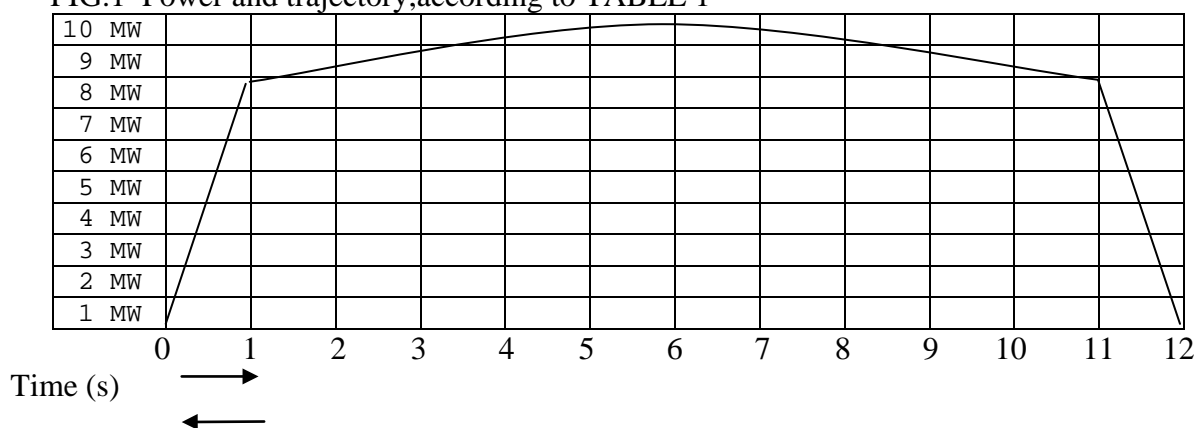
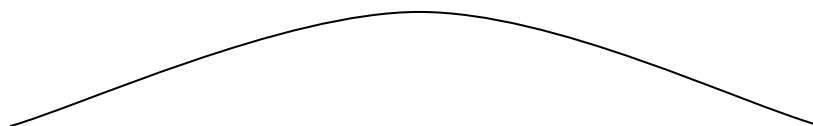


TABLE 3 : tangential,radial,axial forces (0 is the minimal value,1 is the maximal value).

Angle between tether and lever :90°	Vertical axis and flight angle = 45°	Oblic axis = 45°
Tangential force	0.7	1
Radial force	0	0
Axial force	0.7	0

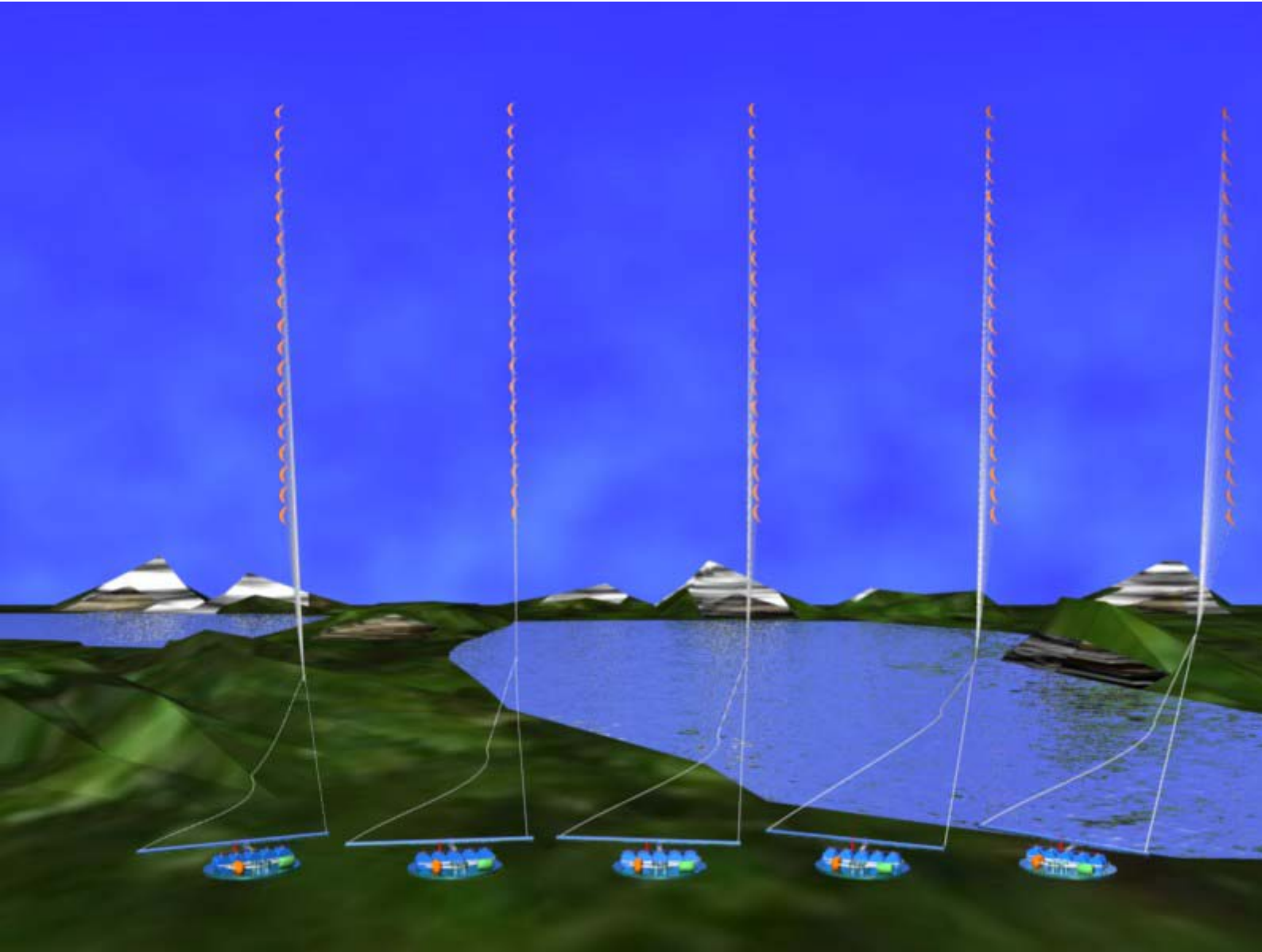
FIG.2 :Crosswind trajectory with regard to the horizontal according to vertical axis :

FIG.3 :Crosswind trajectory with regard to the horizontal according to oblic axis :

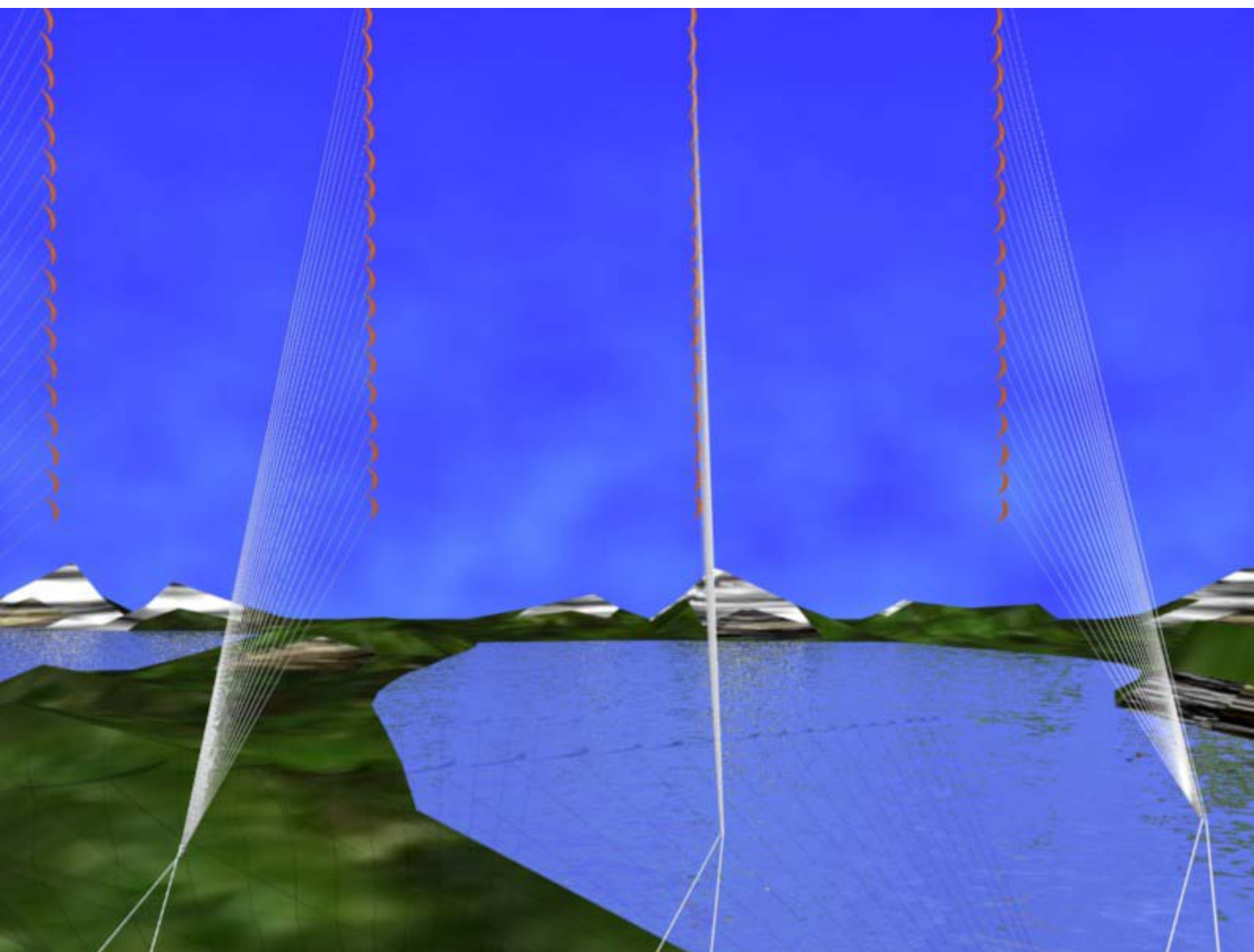


Remark :oblic axis configuration generates a better output and less (no) radial strenths which are dangerous for lever structure.The trajectory follows the angle of the oblic axis.

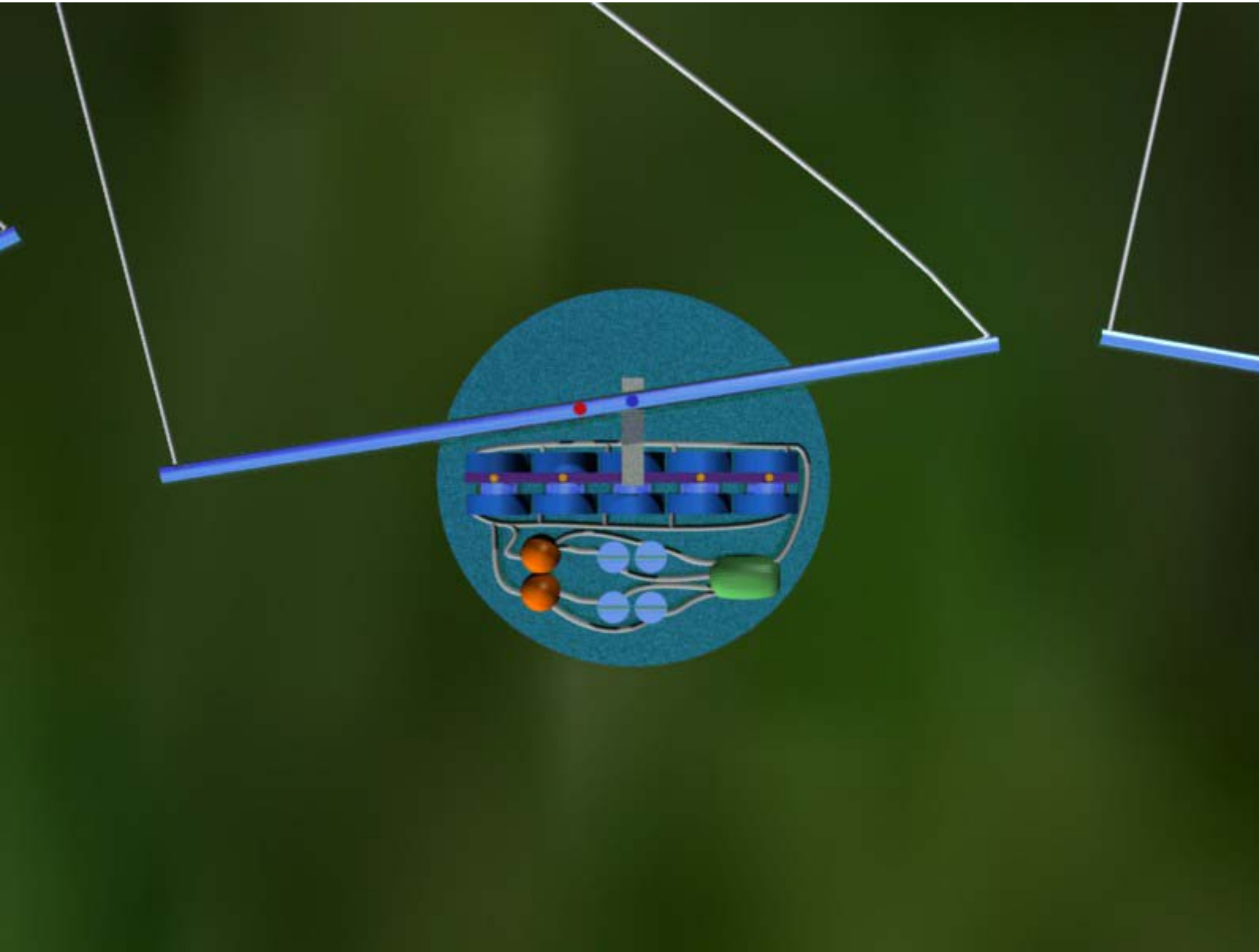
ILLUSTRATIONS



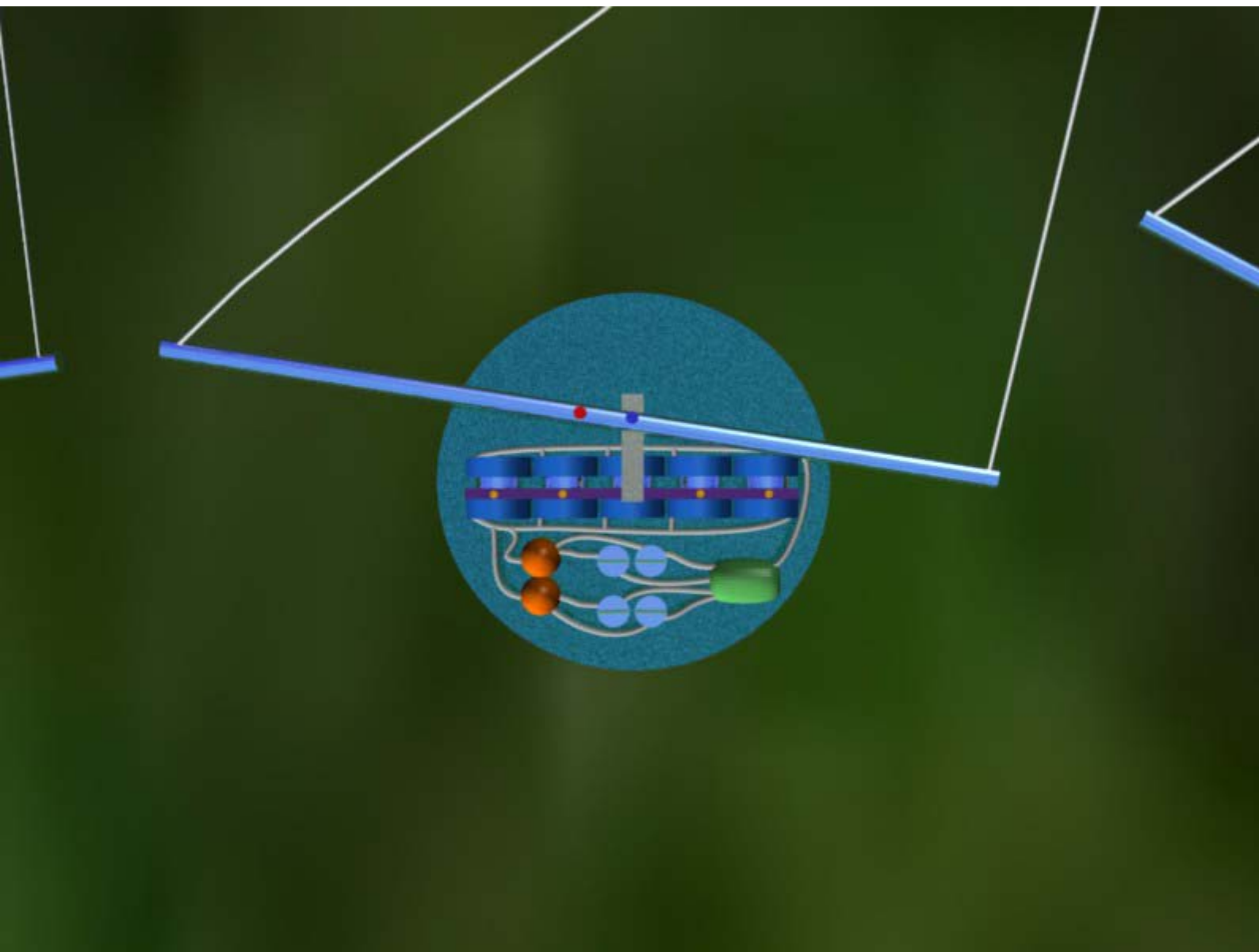
Installation complète,mouvement vers la gauche



Bouquet de cerfs-volants,mouvement vers la droite



Installation hydraulique et générateurs,mouvement vers la droite



Installation hydraulique et générateurs,mouvement vers la gauche



Vue aérienne, les dispositifs sont décalés en fonction du partage de la fenêtre de vol, mouvement vers la droite

Comparaison between a conventional train of kites and the bunch of kites KiteBunch



The square and the ring represent the additional required space with a conventional train of kites



With KiteBunch area swept is nexter space occupation



Mise en évidence de l'espace aérien supplémentaire que nécessite un train de cerfs-volants conventionnel par rapport au système dit KiteBunch, lequel permet une superposition des cerfs-volants comportant chacun sa ligne respective, l'ensemble des lignes se rejoignant vers une ligne relais actionnant le mécanisme.



Tests au multimètre d'EcoKite, selon le deuxième axe de recherche du projet Eolicare.
La photo représente un cerf-volant de traction de 1,5 m² portant une hélice faisant tourner un générateur relié au multimètre par des fils électriques (générateur, hélice, fils non visibles). Ici EcoKite est piloté avec une barre soutenant également le multimètre.



Cinéostat, avant le bond... pendant le bond

Un autre axe de recherche, en marge du projet Eolicare, met en pratique une montgolfière solaire réalisée en film PEHD noir captant le rayonnement du soleil pour chauffer l'air contenu et générer une poussée aérostatique : le Cinéostat, Médaille d'Argent au Concours Lépine à Paris en 1993, est un nouveau sport semi-aérien peu coûteux permettant d'évoluer par bonds. Une corde reliant le ballon à l'utilisateur permet au ballon de prendre de la vitesse pour produire l'énergie cinétique due à sa masse d'inertie (d'air principalement) et sa vitesse ascensionnelle, selon la formule : $m \cdot v^2 / 2$. La poussée aérostatique étant de l'ordre de $1/4$ du poids de l'utilisateur, celui-ci redescend quelques secondes plus tard.

Site : <http://monsite.orange.fr/ballonsolairebonds/> .

Animation : <http://pagesperso-orange.fr/OrthoKiteBunch/page-4.html> .

Les photos montrent une nouvelle forme de ballon très rapide de réalisation et protégée par modèle déposé en France et obtenu après examen de fond aux USA.

Evolutions possibles : structure gonflable aisément repliable supportant de grandes surfaces de film photovoltaïque pour la production d'un appoint d'électricité dans certaines circonstances.

