

Rapport de la commission de la sécurité, du domaine public, de l'information et de la communication chargée d'examiner la motion du 5 octobre 2022 de M^{mes} et MM. Alain Miserez, Fabienne Beaud, Jean-Luc von Arx, Anne Carron, Alain de Kalbermatten, Fabienne Aubry-Conne, Luc Zimmermann, Alia Chaker Mangeat, Valentin Dujoux, Marie-Agnès Bertinat, Pierre Scherb, Luc Barthassat, Vincent Schaller, Daniel Sormanni, Florence Kraft-Babel, Maxime Provini, John Rossi, Ruzanna Tarverdyan, Livia Zbinden et Théo Keel: «Des tulipes et du vent, pour une transition écologique».

11 septembre 2023

Rapport de M. Denis Ruyschaert.

Cette motion a été renvoyée à la commission de la sécurité, du domaine public, de l'information et de la communication lors de la séance plénière du Conseil municipal du 29 novembre 2022. La commission l'a étudiée lors des séances des 2 mars, 25 mai et 15 juin 2023, sous la présidence de M. Maxime Provini, et du 24 août 2023, sous la présidence de M^{me} Olivia Bessat-Gardet. Les notes de séances ont été prises par M^{mes} Coralie Seydoux, Camelia Benelkaid et Nora de Riedmatten, que le rapporteur remercie pour la rapidité de leur travail.

PROJET DE MOTION

Exposé des motifs

Le monde de demain doit passer par un changement de paradigme au niveau de l'alimentation électrique. Une alimentation centralisée n'est plus concevable, et la solution pourrait passer par des économies d'électricité de toutes sortes, mais également par des tentatives d'autonomisation des sources d'électricité.

Pour ce faire, un paquet de mesures est imaginable, comme la mise en place de solutions concrètes pour l'économie d'énergie tout en maintenant les prestations et également la mise en place de systèmes d'apport d'énergie ciblés.

Des tulipes et du vent

Des solutions pour tendre vers l'autonomisation énergétique sont nécessaires. Dans ce sens, un système d'utilisation de l'énergie éolienne manque cruellement dans notre cité.

Avec une vitesse moyenne de 6 nœuds pour le vent dans notre Ville, une utilisation de l'énergie éolienne serait intéressante avec une multiplication des senseurs.

Dans ce sens, une solution innovante consisterait en la mise en place d'éoliennes en forme de tulipes, parsemées sur les toits des bâtiments de la ville, afin de tendre vers l'autonomisation énergétique.

Basées sur l'idée de la start-up Flower Turbine, et installées les unes à côté des autres, les tulipes produiraient 50% d'énergie en plus, puisqu'elles repoussent le vent entre elles.

Fonctionnant avec peu de vent, ne faisant aucun bruit et étant inoffensives pour les animaux, ces éoliennes urbaines amèneraient une solution complémentaire à d'autres moyens déployés.

Considérant:

- qu'une solution pour l'utilisation de l'énergie éolienne existe, basée sur l'idée de la start-up Flower Turbine;
- que l'utilisation de cette énergie naturelle permettrait d'amener une solution complémentaire à l'autonomisation énergétique;
- que cette solution, combinée avec d'autres, permettrait de changer le paradigme,

le Conseil municipal invite le Conseil administratif:

- à faire un essai sur certains toits aptes à accueillir ces éoliennes urbaines, basées sur la solution concrète du projet de la start-up Flower Turbine;
- à rendre un rapport après douze mois d'essai.

Séance du 2 mars 2023

Audition de M. Alain Miserez, motionnaire

M. Miserez détaille en préambule l'alimentation énergétique en Suisse afin de faire une différence entre l'énergie et l'électricité. Il présente les chiffres du gouvernement suisse relativement à l'énergie, qui se montent à 59% pour les énergies fossiles, 15% pour les divers comme le bois et le biogaz et 26% pour l'électricité. Il indique que l'énergie en Suisse est actuellement composée d'énergie hydraulique, nucléaire, photovoltaïque et éolienne. Il montre un tableau récapitulant les méthodes utilisées entre 2015 et 2021 pour l'approvisionnement en électricité. Il souligne qu'en 2021 un gros pourcentage de l'alimentation électrique provenait de l'énergie hydraulique, ce qui est positif. Il informe que la consommation moyenne d'un ménage en Suisse est de 4000 kWh. S'il n'y a pas assez d'éner-

gie pour chauffer les ménages par exemple, l'énergie supplémentaire nécessaire proviendra de l'énergie fossile. Il pense que le chiffre de 26% doit augmenter afin d'enlever toute dépendance aux énergies fossiles. Il ajoute qu'énormément d'endroits en Suisse ne disposent pas de production locale d'électricité et le système fonctionne selon une conceptualisation qui vise à redistribuer, dans de plus petits systèmes, l'énergie provenant de grosses stations énergétiques comme les barrages. Il souligne que le problème de ce réseau est qu'il y a beaucoup de perte d'énergie.

L'idée globale de la motion est alors de faire en sorte qu'il y ait une autonomisation des groupements énergétiques afin de ne plus être dépendant des gros centres de production d'énergie. Il estime qu'il y a une nécessité de faire des économies d'électricité et d'énergie, d'utiliser plus d'électricité que d'énergie fossile et enfin d'avoir une autonomisation des sources d'électricité, tout en maintenant les prestations. Il faut également une mise en place d'apport d'énergie ciblé par appartement, par immeuble, par groupement d'immeubles, par commune et par canton. Il rappelle qu'actuellement l'énergie fossile est la plus utilisée pour le chauffage des logements. Il propose la pompe à chaleur, l'énergie solaire, la création d'une barrière de protection des pertes énergétiques ou encore l'énergie éolienne afin de corriger cela. Il estime qu'une autonomisation des logements en électricité est nécessaire afin de faire en sorte d'avoir plus de production d'électricité et moins de dépendance aux énergies fossiles.

Concernant l'autonomisation énergétique, il admet qu'une seule mesure prise toute seule ne servira pas à grand-chose, mais en prenant l'entier des outils disponibles l'utilisation commence à être intéressante. Il pense qu'une indépendance claire doit se faire par rapport à l'alimentation centrale. Il souligne qu'une complémentarité des sources de production est absolument nécessaire afin d'arriver à un résultat correct. Il faut finalement une connexion des sources de production entre les différents immeubles d'un même quartier. Selon le positionnement géographique des immeubles, il peut y avoir un intérêt à installer des panneaux solaires sur l'un, des pompes à chaleur sur un autre, ou encore des éoliennes sur un autre. Avec la complémentarité des différents outils, cela permettrait d'utiliser toutes les sources à disposition pour que l'entier du groupe d'immeubles soit autonomisé. Il ajoute que l'utilisation de l'énergie hydraulique est également une possibilité, à imaginer sur trois niveaux. Le premier avec la force des rivières et éventuellement du lac, le deuxième avec des bacs de rétention d'eau de pluie sur les immeubles de haute altitude et finalement le troisième avec l'utilisation des canalisations. Concernant l'énergie éolienne, M. Miserez explique que les changements de chaleur et l'exposition solaire créent des zones de turbulence, puis, avec la force de vent qui vient frapper un objet, cela transforme de l'énergie cinétique en énergie mécanique, faisant tourner un petit moteur qui transforme tout cela en électricité.

M. Miserez en vient à l'énergie éolienne dans les tulipes. Il en montre une image. Il indique que le projet des tulipes est soutenu par la fondation Solar Impulse et permet de résoudre plusieurs problèmes des petites éoliennes en un seul. Il explique que les tulipes font peu de bruit, qu'elles commencent à être efficaces dès une vitesse de vent à 1,2 m/s, que l'aérodynamisme peut être utilisé à proximité des personnes et des animaux, qu'elles sont visuellement plus intéressantes que de grandes éoliennes de 50 m et qu'elles ont un rendement plus important que des turbines de même catégorie. Finalement, par rapport aux grandes éoliennes, il y a une production d'électricité même en cas de vitesse de vent plus faible. Il indique que les tulipes fonctionnent à 50% d'énergie en plus si elles sont ensemble plutôt que séparées et cela permet d'installer plusieurs turbines de manière rentable pour avoir de meilleures performances. Il indique que le projet des tulipes provient de la société Flower Turbine, repris par la fondation Solar Impulse. Il informe qu'une tulipe de 5 m de haut avec un générateur de 5 kW permettrait de produire 10 000 kW/h avec une seule turbine. Quatre turbines mises ensemble permettraient alors de produire 40 000 kW/h, ce qui correspond à l'énergie de quatre appartements. Un immeuble de 10 m disposant de cinq turbines et de cinq appartements pourrait produire entièrement sa propre électricité. Il ajoute que des mesures ont montré que les turbines ne faisaient pas plus de bruit que le vent et qu'il n'y avait aucun risque pour les oiseaux. Il indique que deux lots de cinq turbines d'occasion coûtent 5000 dollars et 100% des matériaux utilisés sont renouvelables. Il estime qu'il est nécessaire de trouver des sites appropriés et utiliser les outils adéquats. Actuellement, à la surface du lac, il y a 1,4 m/s de vent. La situation est alors utilisable selon lui. La proposition de la motion est de mettre à l'étude un projet d'éoliennes tulipes sur un endroit approprié et de faire un test durant douze mois pour voir si elles sont utilisables sur le moyen et long terme.

Questions des commissaires

Une commissaire demande combien de mètres font les tulipes présentées sur l'image.

M. Miserez lui répond qu'elles font 3 m.

La commissaire demande quelle est la taille minimale possible.

M. Miserez répond que la taille minimale est de 1,50 m, mais si elles sont moins hautes il faudra en installer plus pour arriver à des résultats intéressants. Il relève que plus elles sont grandes et plus elles produisent. Il ajoute que le but est d'avoir une interaction entre les différents outils à disposition.

La commissaire demande à quoi correspond un immeuble de 10 m de haut.

M. Miserez répond que cela correspond à un immeuble de quatre étages avec le rez-de-chaussée. Il ajoute que plus les immeubles sont peuplés, plus il sera utile d’avoir des tulipes hautes pour maximiser le rendement.

La commissaire remarque que M. Miserez vise l’autonomie.

M. Miserez répond qu’il vise la surproduction énergétique afin d’avoir une indépendance totale au niveau cantonal. Il informe que sur le court terme il vise l’essai des différents outils et sur le moyen terme l’utilisation de ces outils au niveau des bâtiments de la Ville de Genève.

Un commissaire demande quelle est l’autorité compétente pour décider de la taille de l’éolienne.

M. Miserez répond que son projet est ciblé sur les bâtiments publics de la Ville de Genève. Il ajoute que beaucoup d’immeubles publics appartenant à la Ville de Genève sont protégés par différentes normes et que différentes lois régissent la construction et la gestion de l’urbanisme. L’autorité compétente dépendra alors de l’endroit où l’on décide de placer les éléments. Il relève qu’il peut être utile d’utiliser ces méthodes dans les nouvelles constructions ou dans les zones en développement.

Le commissaire demande si cela peut être mis en place de manière rétroactive, par exemple dans des projets comme le PAV.

M. Miserez répond que si tout a été validé, voté et mis en place au niveau du plan, une demande d’autorisation complémentaire devra être faite. Sur des projets pas encore finalisés et qui n’ont pas encore demandé l’autorisation, il est possible d’adapter directement le projet.

Une commissaire demande si M. Miserez connaît le prix d’achat, le prix d’entretien et la durée de vie des tulipes.

M. Miserez répond qu’elles ont une durée de vie de vingt ans et qu’il y a un retour sur investissement de cinq à dix ans pour une tulipe de 5 m. Un lot de cinq éoliennes coûtent 10 000 dollars en occasion. Il n’a pas trouvé le prix de tulipes neuves.

La commissaire demande quel impact cela a sur le bruit.

M. Miserez répond que cela ne fait pas de bruit. Il ajoute que l’objet fait peur aux oiseaux car il est voyant donc ils ne risquent pas de se faire attraper.

Un commissaire demande s’il est parti de l’autonomisation énergétique pour arriver aux tulipes ou s’il a d’abord découvert le projet pour ensuite arriver à l’idée de l’autonomisation.

M. Miserez répond qu'il a découvert, en fin d'année 2022, que l'apport énergétique global de la Suisse comprenait près de 60% d'énergie fossile et seulement 29% de production électrique. Il s'est alors intéressé à la question et a remarqué que le réseau d'approvisionnement en Suisse était basé sur une conceptualisation des années 1970, à savoir partir d'un gros groupe qui distribue son énergie aux cantons, qui la donnent aux communes, qui la donnent à leur tour aux groupements d'immeubles pour finalement arriver aux appartements. Il a alors souhaité faire la réflexion inverse afin d'arriver à un concept d'autonomisation énergétique.

Le commissaire revient sur la nouvelle loi sur l'approvisionnement en électricité votée en 2009. Il demande s'il y a eu un changement suite à cette loi et une inflexion vers plus de décentralisation.

M. Miserez répond que les Services industriels de Genève (SIG) ont des projets qui vont dans ce sens mais que tout cela reste au niveau cantonal. Il admet que la production électrique s'est énormément développée et qu'une décentralisation prendra du temps.

Le commissaire mentionne Genilac et demande si cela vaut toujours la peine d'investir dans l'autonomisation alors qu'il y aura un réseau conséquent mis en place.

M. Miserez répond que le premier problème est celui du stockage. Il explique que même si Genilac fonctionne à la chaleur, les autres sources à disposition restent sous-utilisées.

Le commissaire demande combien de toits pourraient être aménagés.

M. Miserez ne le sait pas.

Un commissaire demande si cette méthode est promue ou adoptée dans d'autres pays.

M. Miserez répond qu'une ville de Belgique a investi exclusivement dans les turbines éoliennes mais que cela n'a pas produit assez et n'était donc pas rentable. Il indique que les zones utilisées en Belgique étaient moins venteuses que certaines zones de la Ville et du canton. En Hollande, en revanche, cela est beaucoup plus utilisé et marche mieux car ils utilisent une complémentarité de méthodes. Il répond que cela est utilisé mais s'il n'y a pas une réflexion globale ce peut être de l'argent dépensé pour rien.

Le commissaire demande quel serait son objectif en pourcentage.

M. Miserez répond que son objectif est d'avoir un tiers d'autonomisation énergétique des immeubles en Ville de Genève avec l'entier des outils. Il ne peut pas répondre uniquement sur la part des éoliennes car cela dépend des endroits. Il

propose alors de faire venir le directeur de l'Office cantonal de l'énergie (OCEN) afin qu'il donne plus d'informations sur les zones adéquates.

Un commissaire admet qu'il n'a pas trouvé plus d'informations que celles avancées par Solar Impulse et l'expérience belge. Il ajoute qu'il n'a pas vu d'expérience concrète du terrain et pense qu'il serait peut-être mieux d'attendre l'expérience d'une autre ville qui a beaucoup de vent. Il admet que la motion est plutôt bonne sur les constats mais il a peur que le vote ne passe pas car il ne se concentre que sur une seule solution.

M. Miserez répond qu'il n'a pas essentialisé la motion uniquement sur les tulipes mais sur l'utilisation de l'énergie éolienne, avec la possibilité d'avoir l'outil de fleur à turbine. Deuxièmement, par rapport au système de fonctionnement, il indique qu'il faut que de l'énergie éolienne soit utilisée pour avoir l'entier des sources à disposition et que cela marche. Il souligne principalement l'importance de savoir s'il est possible de conceptualiser cet outil dans l'entier des différents outils ou pas.

Le commissaire demande s'il serait d'accord d'enlever la deuxième ligne de la motion concernant sur la solution concrète de la Flower Turbine. Il admet qu'il a un problème à titre personnel avec le fait de faire de la publicité pour une entreprise dont on ne connaît rien.

M. Miserez souligne l'utilisation du verbe «baser», qui veut dire, selon lui, d'utiliser le fait que l'outil existe sous cette forme pour avancer dans les réflexions. Il ne souhaite pas faire une publicité particulière.

Discussion, suite des travaux et vote éventuel

Un commissaire propose d'auditionner M^{me} Perler et d'attendre cette audition avant d'en voter d'autres.

Un commissaire propose l'audition des SIG.

Un commissaire propose l'audition du directeur de l'OCEN et de M^{me} Perler.

Un commissaire approuve la proposition d'auditionner les SIG, qui fait sens selon lui. Il n'est pas certain que l'OCEN apporte plus d'expertise que les SIG sur le sujet.

Votes

L'audition de M^{me} Perler est acceptée à l'unanimité.

L'audition des SIG est acceptée à l'unanimité.

L'audition de l'OCEN est acceptée par 9 oui (1 PLR, 1 MCG, 1 UDC, 2 LC, 3 Ve, 1 S) contre 4 non (3 S, 1 PLR) et 1 abstention (PLR).

Le président propose d'auditionner les SIG et l'OCEN le même le même soir, idéalement en même temps.

Séance du 25 mai 2023

Audition de M^{me} Frédérique Perler, conseillère administrative en charge du département de l'aménagement, des constructions et de la mobilité (DACM), accompagnée de M. Philippe Meylan, en charge de la Direction du patrimoine bâti (DPBA), ainsi que de M. Jean-Marc Santines, adjoint de direction du Service de l'énergie (ENE)

M^{me} Perler informe qu'ils ont examiné la possibilité des tulipes comme le suggère l'invite de la motion et le département a préparé une présentation afin de préciser ce qui est en train d'être mené par le Canton (OCEN) et la conclusion du département relativement à ces installations. Elle rappelle que le Conseil municipal est saisi d'une proposition du Conseil administratif pour la végétalisation des toitures avec la pose de panneaux solaires sur les toits plats du patrimoine bâti et financier de la Ville. Elle remarque que l'idée des tulipes existe déjà chez Pictet et à la rue Pedro-Meylan.

M. Santines précise qu'ils ont contacté le fournisseur Flower Turbine afin d'avoir des données techniques sur l'installation. Il passe en revue les informations présentes sur le Powerpoint. Il informe que la plus petite tulipe mesure 2 m et ne produit presque aucune électricité jusqu'à 4-5 m/s. La courbe est ensuite exponentielle. Il souligne que la force du vent et la taille de la tulipe sont les deux données les plus importantes. Il explique que le petit modèle fournit entre 200 et 500 kW/h par année; lorsqu'ils sont installés en série sous forme de cluster, la production des machines augmente. La tulipe moyenne mesure 3 m et la capacité par machine est de 500 à 1500 kW/h par année. La plus grande tulipe mesure 6 m. Il compare le rendement des différentes tulipes avec un vent d'une vitesse de 4 m/s. Il remarque que la petite tulipe produit 2,3 W, la moyenne 23 W et la grande 200 W. La taille de la tulipe est alors très importante pour le rendement. Il ajoute que Météo Suisse fournit des données relatives au vent et, par rapport aux statistiques, la majorité du vent se trouve en moyenne à 4 m/s pour le centre de Genève. Il indique que la Ville de Genève proprement dite n'est pas forcément le meilleur lieu pour l'implantation des éoliennes, mais il y a tout de même du vent.

M. Santines explique ensuite que, avec l'effet démultiplicateur des clusters, si cinq petites éoliennes sont installées en série, le rendement monte à 5,4 W pour 4 m/s et à 83 W pour 10 m/s. Il présente ensuite les prix des éoliennes, en euros, et précise qu'il faut ajouter 20% de frais de livraison. Un calcul annuel avec les

caractéristiques locales de vent à Genève sur le toit de l'immeuble du Seujet (distribution de Weibull heure et vitesse) a été fait: une petite éolienne seule produirait 45 kW/h par an. L'éolienne moyenne monte à 449 kW/h par an et la grande à 3800 kW/h. Il admet que même en prenant le chiffre le plus élevé avec cluster, le niveau de production reste relativement bas. Pour cinq petites éoliennes, la production se monterait à 524 kW/h par an et pour des éoliennes moyennes à 5200 kW/h, qui est une valeur maximum certainement surévaluée. Un comparatif entre les éoliennes et les panneaux photovoltaïques a été fait et cinq petites turbines avec les frais d'installation, le raccordement électrique et la livraison coûteraient 12 000 euros; cinq éoliennes moyennes 50 000 euros. Le ratio est d'environ 10 000 francs par 1000 kW/h produits. A titre d'exemple, une installation de 3 kWc de panneaux photovoltaïques coûte aux alentours de 9000 francs et produit environ 3000 kW/h. En comparant les deux méthodes, le solaire photovoltaïque produit entre trois et cinq fois plus avec le même investissement.

M. Santines explique que l'OCEN mène actuellement un projet pilote sur cette thématique et, à l'issue des campagnes de mesure, les données seront rendues publiques. L'OCEN a toutefois déjà indiqué que les premières mesures semblent indiquer un potentiel moindre que celui mentionné dans le projet de motion (4 nœuds au lieu de 6).

M^{me} Perler indique qu'ils proposent de poursuivre dans le développement du solaire et d'attendre les résultats de l'OCEN. Une fois la publication faite, il sera possible de faire d'autres comparatifs et de revenir vers la commission.

Un commissaire demande s'il a connaissance de retours d'expériences d'autres villes en Europe.

M. Santines répond qu'à la connaissance de l'OCEN aucune démarche n'a été faite sur le canton, si ce n'est pour des raisons artistiques. Il remarque que malgré les chiffres les plus hauts présentés le rendement des turbines reste moins haut que celui du photovoltaïque.

Le commissaire demande à quoi correspondent 524 kW/h.

M. Santines répond qu'une famille consomme environ 3400 kW/h à l'année dans un appartement. Cela correspond au rendement d'une grande tulipe, mais elle ne peut pas être installée sur les toits car elle est trop grande.

Un commissaire demande s'ils connaissent la différence de rendement entre ces éoliennes et les éoliennes traditionnelles.

M. Santines répond en présentant le graphique Meteonorm avec les rendements des différentes éoliennes du marché. Il indique que les petites éoliennes traditionnelles ont un rendement de 20 à 40% et les meilleures ont un rendement à 60-70%. Il relève que les très grandes éoliennes en hauteur ont alors de très bons rendements.

Un commissaire demande quels sont les coûts des éoliennes présentées.

M. Santines montre la slide sur les coûts et précise qu'ils ont pris le prix de la machine avec uniquement le raccordement électrique, sans prendre en compte la pose d'échafaudages ou de barrières de sécurité. Il rappelle que cinq petites éoliennes coûtent 12 000 francs, une moyenne 12 000 francs et, pour cinq moyennes, l'investissement est de l'ordre de 52 500 francs.

Le commissaire demande s'il existe d'autres fournisseurs que Flower Turbine.

M. Santines répond qu'il existe plusieurs types d'éoliennes, notamment utilisées sur des bateaux. Il indique que le marché est relativement vaste mais le rapport coût/prestation est plus intéressant avec le photovoltaïque pour une installation en ville de Genève.

Un commissaire demande ce que cela implique comme bruit.

M. Santines répond qu'il y a deux types de bruits, à savoir le bruit aérien et le bruit solidien pour les bâtiments. L'OCEN a montré, sur un plan, les zones tolérées potentielles (sous réserve du préavis favorable du Service des monuments et des sites (SMS). Il précise que le bruit doit répondre aux normes et que, s'ils ne remplissaient pas les critères, ils n'auraient pas l'autorisation de poser l'éolienne. En Ville de Genève, le plan montre une zone en rouge proche de la Perle du lac.

Le commissaire demande s'il serait possible de combiner de l'éolien et du solaire sur un même toit.

M. Santines répond par l'affirmative et explique que les onduleurs peuvent convertir l'énergie solaire et la force du vent en électricité.

Il est demandé que la présentation soit envoyée.

Discussion

Il est décidé de demander au secrétariat si une date a déjà été fixée concernant l'audition de l'OCEN et des SIG. Si tel n'est pas le cas, un vote sera organisé afin de décider si les auditions doivent être maintenues ou non.

Séance du 15 juin 2023

Audition de M. Cédric Petitjean, directeur général de l'Office cantonal de l'énergie (OCEN)

M. Petitjean commencera par donner quelques éléments avant de finir sur son avis personnel et les questions de chacun. Le micro-éolien s'inscrit dans les

objectifs d'éoliennes et de manière plus générale dans les objectifs du plan directeur de l'énergie qui a été validé par le Conseil d'Etat en décembre 2020. Dans les fiches d'actions qui décrivent l'éolien, au niveau du Canton ils sont alignés avec la stratégie énergétique 2050 du Conseil fédéral qui a édicté une conception de l'énergie éolienne et qui a été validée en juin 2017. Cette conception de l'énergie éolienne, pour l'entier de la Suisse, réaffirme la nécessité de valoriser le potentiel éolien dans les cantons. Pour ce faire, les objectifs déclinés dans le plan directeur de l'énergie sont d'établir une stratégie globale de la ressource éolienne en tenant en compte de l'analyse du cycle de vie proposant différents scénarios qui incluent la grande éolienne et la micro-éolienne.

Si pour notre Canton la qualité et la quantité de vent sont suffisants, des projets pilotes sont nécessaires et il est possible d'inscrire le projet présenté dans cette motion comme un projet pilote pour faire avancer cette thématique.

La première grande étape est de décliner d'un point de vue territorial le potentiel solaire, d'évaluer les zones où nous pouvons parler de micro-éolienne et aussi d'éoliennes. Pour ce faire, et en collaboration avec la Haute école spécialisée (HES) de Genève, il est développé une méthodologie et des mesures de vent pour pouvoir évaluer la quantité de vent et donc le potentiel photovoltaïque. Les études sont en cours et plus précisément une étude d'impact, c'est-à-dire qu'il faut évaluer l'impact environnemental pour voir comment ces micro-éoliennes vont agir sur la biodiversité et l'espace dans lequel elles seront implantées.

L'étude d'impact est donc en cours et sera rendue publique en principe en fin de cette année. Il ajoute que les premiers résultats de ces mesures de vent montrent qu'ils sont plus à 4 nœuds que 6 nœuds par rapport au potentiel; étant donné que la puissance de production est proportionnelle à cette vitesse de vent qui, elle, est proportionnelle au cube, cela veut dire que si les mesures sont vérifiées et en ayant seulement 4 nœuds, ils diminuent la production par 4 et que la rentabilité sera donc réévaluée.

Par rapport à ce projet, il peut être considéré comme projet pilote mais ces installations de micro-éoliennes sont soumises à autorisation et sont installées soit sur une des APA ou des DD selon les cas. Ces installations devront respecter les gabarits des bâtiments selon l'article 27 du règlement d'application de la loi sur les constructions et installations diverses (RCI), sinon il faudra demander des dérogations. Ainsi, la Commission d'architecture comme le SMS et la Commission des monuments, de la nature et des sites (CMNS) seront forcément des structures préavisées assez importantes. Il faudra aussi évaluer par la présence de ces micro-éoliennes l'impact sonore que celles-ci peuvent avoir et ce sera au Service de l'air, du bruit et des rayonnements non ionisants (SABRA) de donner un retour sur expérience.

Questions des commissaires

Un commissaire revient sur les problèmes rencontrés et demande si cela vaut vraiment le coup de tenter une expérience pilote et combien elle coûterait.

M. Petitjean répond qu'il est de son devoir de dire que ce ne sont pas des éléments négatifs mais plutôt factuels. L'éolien ou plutôt les micro-éoliennes sont des technologies émergentes et sans doute qu'il y a un coût. Encore une fois, les informations qu'il donne sur la production par rapport au vent devront être vérifiées. Effectivement la productivité pourra être moindre mais ces technologies peuvent s'améliorer. Pour le démarrage d'une technologie, il faut des pilotes pour pouvoir les essayer et les mettre en contexte. Ce sont donc des éléments de contexte qu'il faudra résoudre en fonction des projets et des endroits qu'ils vont choisir pour les installer.

Le commissaire se demande comment il serait possible de s'intéresser à une technologie assez embryonnaire et quels seront les coûts. Il demande ensuite si c'est le rôle de la Ville de se lancer dans ce projet ou s'il ne faudrait pas plutôt travailler avec des universités. Enfin, il demande s'il fait une veille technologique et s'il sait ce qui se passe ici et ailleurs au niveau de cette micro-éolienne.

M. Petitjean répond que la question du coût dépendra du lieu. Il répond ensuite à la question de la veille technologique en disant que l'OCEN n'a pas fait ce travail. Sur la question du rôle de la Ville dans le micro-éolien, le Canton fixe des règles et un cadre, mais ne fait pas de projet contrairement à la Ville. La Ville les a effectivement contactés bien avant cette motion pour avoir leur position sur la question, mais il n'est pas décideur au nom de la Ville.

Le commissaire demande ensuite s'il sera possible de demander au Canton un financement s'ils se lancent dans ce projet.

M. Petitjean répond que le Canton financerait le monitoring de ces installations et la HES pour ces études.

Un commissaire demande si un projet d'une telle nature a déjà été décidé dans une autre collectivité suisse.

M. Petitjean répond par la négative bien qu'il y ait eu quelques projets en réflexion dans le Jura.

Le commissaire demande s'il y a un retour après le contact de la Ville et du Canton pour ce projet pilote.

M. Petitjean répond qu'ils ont une séance avec la Ville la semaine prochaine et il pourra revenir vers lui pour une réponse plus claire.

La présidente demande si les SIG participent également à cette séance.

M. Petitjean répond par la négative.

La présidente demande s'il est possible d'avoir un retour sur cette séance.

M. Petitjean répond par la positive.

Un commissaire demande s'ils ont un retour sur un projet pilote de 2016 en territoire privé à l'avenue Louis-Aubert.

M. Petitjean répond qu'ils n'ont eu aucun retour.

Le commissaire demande s'il y a des projets en dehors du territoire de la Ville pour développer l'éolien.

M. Petitjean répond qu'ils sont en train d'effectuer des études d'impact pour identifier les zones où ils peuvent mettre de l'éolien (et non du micro-éolien) mais ne peut pas donner plus d'informations car c'est encore en étude. La demande de la Confédération est d'étudier les endroits où ils ont une obligation de mettre de l'éolien, ce qui veut dire qu'ils ont l'obligation d'étudier ces endroits potentiels.

Un commissaire a une question en rapport avec l'article 27 RCI qui dit que les installations techniques situées au-dessus de la dalle de couverture doivent être inscrites à l'intérieur du gabarit de toiture et demande comment il est possible de remédier à cela étant donné qu'elles n'ont pas été prévues dans le gabarit d'origine et s'il faut dans ce cas appliquer une APA ou un DD.

M. Petitjean répond par la positive et ce ne sera pas simple.

La présidente propose d'expliquer ce que APA et DD veulent dire.

M. Petitjean répond que dans tous les cas qui concernent le RCI il y a une obligation de faire une demande d'autorisation de construire. «APA» concerne les procédures accélérées pour toutes les installations techniques ou toutes les demandes d'autorisation qui sont dans les standards et où il n'y a pas de pesée d'intérêts entre les politiques publiques. L'autorisation de construire est ici délivrée en trente jours, contrairement aux DD qui prennent plus de temps à cause de certains impacts sur le patrimoine, le gabarit, le bruit ou encore l'énergie. Les deux procédures sont soumises aux voies de recours.

Un commissaire relève que l'illustration de ces éoliennes tulipes semble être celle d'une éolienne à axe vertical. Il demande alors si c'est bien le cas et si c'est un type d'éolienne qui est plus adapté à l'urbanisme et s'ils offrent d'autres avantages pour l'installation en milieu urbain.

M. Petitjean ne pourra pas répondre car les technologies doivent être comparées et c'est bien pour cela que les projets pilotes ont de l'intérêt.

Un commissaire rappelle qu'ils ont auditionné la Ville il y a quelques semaines et qu'on leur a parlé de mesures de vent disponibles sur le site de la Confédération (directions et vitesses de vent à différentes altitudes). Il demande ainsi quelles données supplémentaires il espère obtenir exactement.

M. Petitjean répond que la Confédération demande en effet à chaque Canton d'avoir un plan éolien et d'être un peu plus précis quant à la quantité de vents. Ces études seront donc remises à la Confédération qui mettra à jour ses données.

Un commissaire ajoute que la Ville a également d'autres projets photovoltaïques et thermiques et demande s'il y a une collaboration avec l'OCEN ou si tout se passe de manière indépendante.

M. Petitjean répond qu'ils collaborent avec la Ville et ont mis en place des structures de coordination au niveau de leurs équipes. Ils ont donc des tripartites SIG/Canton/Ville mais aussi des structures avec la direction des services et le Secrétariat général; ils ont donc beaucoup de séances et discussions.

Le commissaire demande s'ils ont également des relations avec les communes.

M. Petitjean répond qu'ils ont des relations avec toutes les communes.

Un commissaire demande s'il connaît le concept de Flower Turbine.

M. Petitjean répond qu'il a déjà entendu parler de ce concept mais qu'il n'est pas un expert.

Le commissaire demande ce que regroupe le micro-éolien.

M. Petitjean répond qu'il s'agit de petites structures mises dans un endroit urbain. Il existe des roseaux que les Chemins de fer fédéraux (CFF) mettent le long des chemins de fer et qui produisent une énergie cinétique avec le déplacement des trains, ce qui permet de produire de l'électricité. Il y a donc plein de projets dans ce sens qui sont en étude.

Le commissaire demande s'il faut donc s'axer sur le micro-éolien dans le milieu urbain.

M. Petitjean répond par la positive.

Discussion

La présidente informe la commission qu'ils recevront les SIG le 24 août et demande s'ils ont d'autres demandes d'auditions.

Aucun membre n'a de proposition.

Un commissaire propose l’annulation de l’audition des SIG car il ne sait pas si cela fait sens.

Un commissaire demande si c’est agendé et confirmé.

La présidente confirme mais ce ne sera pas un problème en cas d’annulation.

Un commissaire attire l’attention de la commission sur le fait que la proposition PR-1558 a été discutée sur l’équipement photovoltaïque et thermique et dit que ce serait bien que tous ces sujets arrivent en même temps à l’ordre du jour.

La présidente demande si cet objet a déjà été traité.

Un commissaire répond que l’objet a été voté.

Un commissaire ajoute que ce sujet présente certaines controverses et qu’il est en pleine évolution. Il remarque aussi que l’OCEN n’est pas très au clair sur tout ce qui se passe mais c’est un sujet qui avance. Il pense donc que les SIG sont des interlocuteurs fondamentaux à auditionner sur cet objet.

Un commissaire pense que ces tulipes n’ont pas l’air d’être très efficaces et sont trop chères pour le rendement qu’elles proposent. L’audition des SIG pourrait leur apprendre de nouvelles choses qui leur permettraient éventuellement d’amender l’objet.

Un commissaire pense qu’ils ne voteront de toute façon pas ce soir car ils doivent attendre le retour du Canton.

Le commissaire retire sa proposition.

Séance du 24 août 2023

Audition de M. Christian Brunier, directeur général des Services industriels de Genève (SIG), ainsi que de M. Gilles Garazi, directeur exécutif de la Transition énergétique aux SIG

M. Brunier commence en affirmant que M. Garazi est plus spécialiste que lui en matière de transition énergétique, concernant notamment l’éolien, pas très développé en Suisse. Les SIG ont des projets prêts à démarrer, une fois que les autorisations leur seront accordées. La Direction de la transition énergétique s’occupe également de la production hydroélectrique, de la thermique, du solaire et de la valorisation des déchets. Les SIG sont très régulièrement démarchés par des start-ups – deux ou trois fois par mois. Selon lui, lorsque ces projets ont un côté local, il faudrait les soutenir. Par contre, les SIG ne les soutiennent plus, car la situation est celle de l’urgence climatique et il faut prendre les mesures les plus efficaces. A la différence du début du Covid, pour l’urgence climatique, les solu-

tions et les programmes d'économie d'énergie existent et il suffit de les utiliser. Il ajoute que Genève est l'un des rares cantons ayant un vrai programme d'économies d'énergies. L'année passée, 19 millions de francs ont été investis dans le programme éco21 et chaque année l'investissement se situe entre 10 et 20 millions de francs dans ce programme.

Le premier levier de la transition énergétique est de moins consommer, c'est le kW/h qui coûte le moins cher. Concernant le développement des énergies renouvelables, il faut réfléchir en termes d'efficacité. A son avis, l'innovation doit être soutenue, tâche qui reviendrait à la Ville. Maintenant, les SIG se concentrent sur les projets majeurs, car à l'époque ils perdaient trop de temps dans la gestion des petits projets. Un petit projet doit être étudié, négocié avec les voisins et autorisé, ce qui est complexe en raison du nouveau matériel. Au niveau d'une Ville, il est important de soutenir ce type de projet et, à son sens, il faut tester et voir s'il n'y a pas de solution plus efficace par rapport à l'argent investi. Il est notamment nécessaire d'évaluer le bruit des nouveaux projets, ainsi que la protection du patrimoine. Ensuite, par rapport à la protection du patrimoine, il faut réfléchir à l'utilisation du territoire et des toits. Les toits sont actuellement utilisés prioritairement pour le solaire et il y a une volonté de les végétaliser tout en installant des panneaux solaires. Ainsi, si la motion est utile pour soutenir l'innovation, elle est en revanche trop marginale pour appuyer significativement la transition énergétique. Déployée à grande échelle, elle ne serait probablement pas plus efficace que des panneaux solaires.

M. Garazi indique que le monde de l'énergie vit une évolution vers la décentralisation, comme le mentionne l'exposé des motifs. Avant, il y avait une centrale de production avec un câble au bout duquel se trouvaient les consommateurs. Maintenant, il s'agit d'un réseau avec des personnes qui vont peut-être acheter à différents fournisseurs et, à d'autres moments, injecter du courant dans le réseau. Ces personnes décident ainsi si elles vont stocker ou revendre au réseau. Le système est donc plus dynamique que ce qu'il était. La production a lieu un peu partout, car des centrales solaires fleurissent, et l'éolien se développe énormément en Europe. Des choix individuels sont aujourd'hui possibles. Concernant les spécificités techniques des objets de la motion, il y a trois tailles d'installations, qui produisent respectivement 100, 500 et 5000 W. Afin de comprendre ce que cela représente, M. Garazi indique qu'un seul panneau solaire produit 300 W. Les installations ne produisent donc pas beaucoup. Les prix de ces objets sont de l'ordre de 12 000 à 14 000 francs la pièce. Il peut donc s'agir d'objets symboliques à mettre sur une place, mais ce ne sont pas des solutions à la production énergétique. Au niveau des économies d'énergie, l'engagement de chacun est nécessaire. Les SIG sont en train d'essayer de promouvoir des pompes à chaleur sur le toit des immeubles d'habitation actuellement chauffés au fossile, ce qui pose des problèmes au SMS et à la CMNS. Ils essaient de rendre l'intégration des objets

sur le toit acceptable. M. Garazi recommande de faire étudier le projet par le Service de l'énergie de la Ville de Genève, avant de décider d'acheter et d'installer les nouveaux objets. Quoi qu'il en soit, il souligne que les SIG joueront leur rôle pour que puisse être mise en œuvre la décision prise.

Un commissaire pense que la motion aborde une question pertinente avec le sujet de la dynamique de décentralisation et d'autonomisation de la production d'énergie. Il demande comment se positionnent les SIG à propos de cette évolution, alors que SIG est en train de déployer des réseaux de chauffage à distance qui paraissent aller dans une direction opposée. Par ailleurs, il demande s'ils encourageraient un privé qui voudrait mettre une éolienne sur son toit.

M. Garazi répond qu'il peut paraître paradoxal de déployer le chauffage à distance alors que l'heure est à la décentralisation. Il indique que la situation est différente selon qu'on parle d'électricité ou de chaleur. Les sources renouvelables d'énergie électrique sont distribuées de manière large (le soleil, le vent), alors que les sources de chaleur renouvelables sont presque toujours localisées à un endroit précis du territoire, comme une usine, un forage thermique ou une station d'épuration des eaux, desquelles on retirerait la chaleur. Dès lors, pour valoriser ces sources ponctuelles, on a besoin d'un réseau de distribution desservant les immeubles. Concernant la deuxième question du commissaire, il répond en disant que les SIG feraient des recommandations au client, mais qu'ils respecteraient son choix.

M. Brunier complète en affirmant que la question de la centralisation ou décentralisation est un combat d'arrière-garde. Les SIG font deux métiers, car ils produisent et distribuent, tout en achetant à quelqu'un qui ne consomme pas, pour revendre à quelqu'un à proximité ayant des besoins. Les SIG réalisent ainsi de plus en plus de gestion de la décentralisation. Cependant, ils voient que l'autonomie provoque une double dépendance, car les personnes dépendent du distributeur local et du professionnel ayant développé le réseau local, soi-disant indépendant. Parfois, des propriétaires, ayant tenté de créer leur propre micro-réseau, retournent vers SIG et leur demandent de le reprendre, car ils se rendent compte de la complexité de l'affaire.

M. Garazi ajoute que les propriétaires privés et les SIG sont soumis aux mêmes lois, vu que ces dernières sont fédérales, et il dit aussi que les SIG sont experts en la matière depuis un siècle.

Un commissaire affirme que la motion a un côté utopique et dérisoire. Il rappelle que dans l'exposé des motifs de la motion il est question d'économie d'électricité de toute sorte et de tentative d'autonomisation des sources d'électricité, mais que le souci de cette motion est l'exploitation du vent et des turbines d'un modèle particulier. Il demande donc s'il est possible, pour une ville comme Genève, d'uti-

liser davantage l'éolien et, si oui, sous quelle forme. Il prend l'exemple de Paris, où le métro est utilisé avec le passage des gens et demande si cela est dérisoire. Il ajoute qu'en général un toit sera couvert par des panneaux solaires, car c'est plus avantageux que des turbines qui ne s'actionnent qu'avec du vent.

M. Brunier répond que, sur l'éolien, Berne fait des cartographies des vents. Les premières cartes des vents laissaient penser qu'il n'y avait pas de potentiel à Genève quant à l'éolien et que les seuls endroits possiblement utilisables ne l'étaient pas en raison du plafond aérien, lié à l'aéroport. Par la suite, une cartographie des vents a été refaite en tenant compte des éoliennes plus grandes et a démontré l'existence d'un réel potentiel éolien. Le Canton de Genève a lancé un plan directeur de l'éolien. Les SIG ont détecté le potentiel de grandes éoliennes, mais pas en ville. Avec les petites éoliennes, la motion retombe dans le côté anecdotique, car les panneaux solaires coûtent moins cher et sont plus performants.

M. Garazi précise qu'il soutient l'éolien, car c'est l'énergie qui a le plus d'avantages pour le moins d'inconvénients. Cette énergie renouvelable est la seule qui produit plus en hiver qu'en été. Les pays scandinaves, l'Autriche, l'Italie et l'Allemagne font beaucoup d'éolien, par exemple. En Suisse, les voies de recours sont étendues. Les gens qui s'y opposent saisissent chaque acte administratif sur lequel ils peuvent faire recours, comme le déclassement d'une petite parcelle ou le plan cantonal sur l'énergie. Les SIG ont par le passé suivi une certaine de projets et se concentrent désormais sur une dizaine. Un projet a été réalisé au Tessin en collaboration avec les services industriels tessinois. Deux projets importants devraient voir le jour dans les prochaines années: un à Neuchâtel et un dans le canton de Vaud. Ces deux projets ne sont pas encore autorisés alors qu'ils sont en cours depuis une vingtaine d'années. Les temps de développement sont de l'ordre de vingt-cinq ans, alors qu'en Allemagne ils sont plutôt de six ans. Les SIG y croient, car c'est un moyen de produire une énergie renouvelable hivernale et qui, de plus, est réversible. Une éolienne possède un socle en béton qu'on peut enlever donc le retour à l'état naturel est facile, contrairement à un barrage, par exemple. En outre, une seule éolienne moderne produit autant que la centrale solaire sur Palexpo.

La présidente affirme qu'elle a vu dans un article de journal local que les panneaux solaires représentent un risque d'incendie en cas de canicule et demande si c'est bien le cas.

M. Brunier rappelle l'incendie de Palexpo il y a une dizaine d'années. Il précise que Palexpo prête le toit aux SIG qui y développent leur centrale. La centrale SIG prend feu et fait constater un laxisme général, en raison notamment du manque de collaboration avec les pompiers. Par la suite, les SIG ont revu leurs centrales, car beaucoup avaient été construites low cost par SIG, mais souvent par d'autres propriétaires. Une prise de conscience a eu lieu grâce à l'incendie.

Aujourd’hui, certaines offres sont plus chères, car elles garantissent plus de sécurité. Il faut toujours tenir compte du rapport qualité/prix avant de prendre une décision.

Un commissaire demande si la campagne de sondages de géothermie d’il y a deux ans va donner des résultats.

M. Garazi répond que la campagne a donné des résultats au-delà des attentes et que le dépouillement a pris plus d’un an. Il y avait 20 000 boîtes de couleur orange au sein de la ville, ayant enregistré une masse de données importantes. Il est géologue et il affirme que les résultats obtenus grâce à la campagne ont démontré que ce qu’il a appris il y a vingt-cinq ans n’est plus d’actualité. Le but de la campagne était d’identifier les failles dans le canton, car elles n’étaient pas toutes connues. Ainsi, les SIG ont compris pourquoi certains forages sont secs alors que d’autres ne le sont pas. L’opération permet maintenant de savoir où il faut éviter de forer.

Le commissaire demande si on peut espérer avoir une centrale géothermique.

M. Garazi répond par l’affirmative. Il rappelle l’objectif politique, qui est de produire, à terme, 30% de la chaleur dont on a besoin à Genève avec la géothermie. Les résultats des calculs actuels donnent à peu près ces résultats, mais il faudrait plusieurs décennies pour atteindre ce niveau. Les premiers doublets (forage de pompage et forage de réinjection) seront normalement installés dans le courant de la prochaine année civile.

Prises de position et vote

Un commissaire du Parti libéral-radical annonce que son groupe ne souhaite pas adopter cette motion.

Un commissaire, pour le Parti socialiste, pense qu’il y a un manque d’efficacité des Flower Turbines et que l’aspect à conserver de la motion serait celui de l’autonomisation, de la décentralisation, mais le problème est que la motion est trop axée sur les Flower Turbines pour être transformée et récupérée dans ce sens.

Une commissaire, pour les Verts, estime que l’idée est bonne, mais qu’il faut voir comment modifier les éléments afin d’obtenir de meilleurs résultats. Un commissaire, également pour les Verts, complète en disant que, dans la transition énergétique, la Ville ne devrait pas faire d’expériences. Il pense qu’un point à rappeler est de dire que les coûts sont importants et que l’efficacité est primordiale dans ce type de travail, ce que l’éolien local n’a pas. Il refuse donc la motion.

Une commissaire d’Ensemble à gauche annonce que la motion n’a pas de potentiel dans un petit engagement, mais beaucoup de coûts. Ainsi, elle la refuse.

Une commissaire, pour l'Union démocratique du centre, pense que l'idée de base est intéressante. Par contre, elle ajoute que la Ville n'a pas à investir de l'argent dans ce projet pour le moment, car il est cher et pas très efficient. L'Union démocratique du centre ne votera pas en faveur de cette motion.

Un commissaire, pour le Mouvement citoyens genevois, affirme que le coût est élevé pour un résultat si maigre et que son parti est en défaveur de la motion.

La motion est refusée par 13 non (1 EàG, 4 S, 3 Ve, 3 PLR, 1 UDC, 1 MCG) et 2 abstentions (LC).

Annexe: présentation du DACM (séance du 25 mai 2023)

LA VILLE S'ENGAGE

Des tulipes et du vent, pour une transition écologique

M-1735 du 5 octobre 2022



**M-1735 « Des tulipes et du vent, pour une transition écologique »
25.05.2023**



Demande du CM au CA

- faire un essai sur certains toits aptes à accueillir ces éoliennes urbaines, basées sur la solution concrète du projet de la start-up Flower Turbine,
- rendre un rapport après douze mois d'essai.

.....
TYPES ET DIMENSIONS DES ÉOLIENNES «FLOWER TURBINES»

Le fournisseur de Flower Turbines a été contacté afin de d'obtenir les caractéristiques techniques et les prix des turbines ainsi que l'OCEN pour les conditions réglementaires d'installation

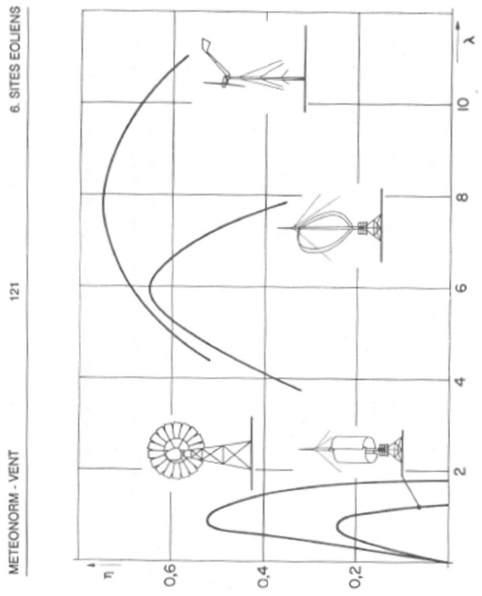
Flower Turbines 

3 dimensions d'éoliennes :

1 SMALL 	2 MEDIUM 	3 LARGE 
--	---	---

Testing shows our turbines are quieter than the wind itself

**Un vent 2 x plus rapide, donne 8 x plus de puissance.
Un rotor 2 x plus long, donne 4 x plus de puissance.**



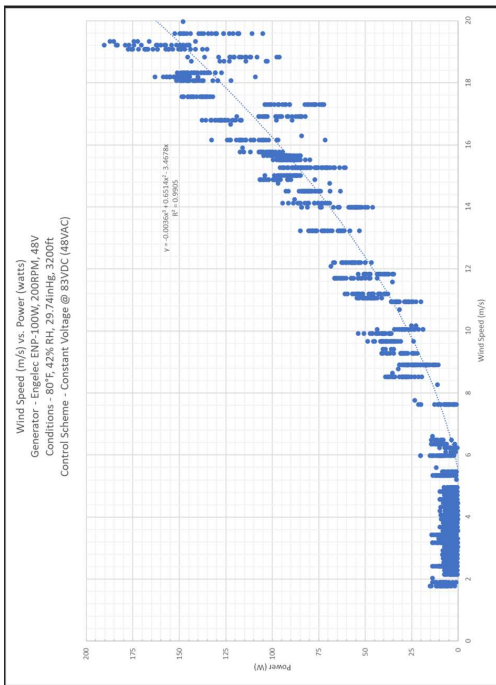
TYPES ET DIMENSIONS DES ÉOLIENNES

Flower Turbine Small : petite de 2 mètres



Small Turbine Specifications

BLADE HEIGHT AND DIAMETER	H: 1.5 meters, Ø: 0.5 meters
TOTAL HEIGHT	2 meters
CAPACITY (GENERATOR)	50-70W (to be matched to location and wind speed)
YEARLY OUTPUT OF 5 TURBINES	Around 1500 kWh/year
WEIGHT	Approximately 16-18 kilograms
STARTING SPEED	1.2 m/s
INSTALLATION	Ground
COLORS	Standard Color-Black
OPTIONAL FEATURES	Extended warranty possible



TYPES ET DIMENSIONS DES ÉOLIENNES

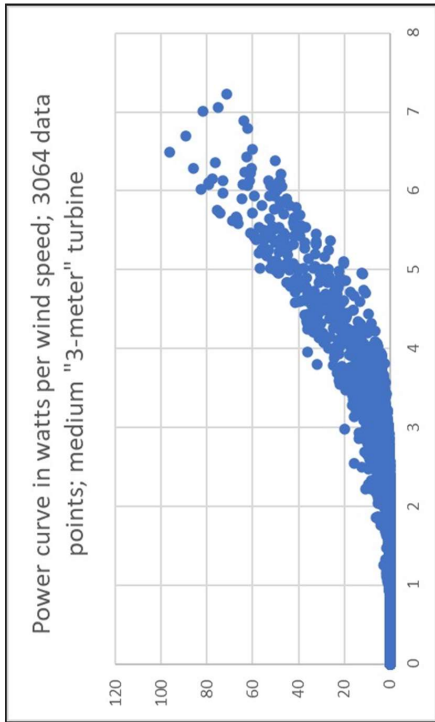
Flower Turbine Medium : moyenne de 2.92 mètres



Medium Turbine Specifications

For when you want to pack a little extra punch, our medium model is ideal for businesses and individuals. Our medium design provides clean, quiet energy that can be added to flat roofs or ground-mounted near buildings.

BASE HEIGHT AND DIAMETER	H: 2 meters, D: 1 meter
TOTAL HEIGHT	2.92 meters
CAPACITY (GENERATION)	AND 1500 kWh to be matched to location and wind speed
YEARLY OUTPUT OF 3 turbines	1,500-2,000 kWh/year
Weight	Approximately 75 kilograms
STARTING SPEED	1.2 m/s
INSTALLATION	Flat Roof or Ground
COLORS	Standard Color-White (RAL 9010)
OPTIONAL FEATURES	Extra features are available



TYPES ET DIMENSIONS DES ÉOLIENNES

Flower Turbine Large : grande de 6 mètres



Large Turbine Specifications

The biggest model yet. For when you need some real POWER. For businesses and locations that need a large production of electricity. This wind turbine comes with a 5 kW generator and is a made for ground installation.

BLADE HEIGHT AND DIAMETER	Hr. 4.92 meters, D: 2.45 meters
TOTAL HEIGHT	6 meters
COMPATIBILITY (GENERATION)	Must be matched to location and wind speed
ELECTRICAL OUTPUT	250W/2 / 394 / 602W up to 10WAC / 40W / 40Hz with inverter or DC for batteries
WEIGHT	Approximately 1000 kilograms
STARTING SPEED	1.2 m/s
INSTALLATION	Ground
COLORS	Standard Color-White (RAL 9010)
OPTIONAL FEATURES	Extended warranty possible



INDIVIDUAL OUTPUT IN WATTS PER HOUR					
m/s	mph	Small Alone	Medium Alone	Large Alone	
0	0.0	0.0	0.0	0.0	
0.5	1.1	0.0	0.0	0.4	
1	2.2	0.0	0.4	3.1	
1.5	3.4	0.1	1.2	10.5	
2	4.5	0.3	2.9	25.0	
2.5	5.6	0.6	5.6	48.8	
3	6.7	1.0	9.7	84.2	
3.5	7.8	1.5	15.4	133.8	
4	8.9	2.3	23.0	199.7	
4.5	10.1	3.3	32.8	284.3	
5	11.2	4.5	45.0	390.0	
5.5	12.3	6.0	59.9	519.1	
6	13.4	7.8	77.8	673.9	
6.5	14.5	9.9	98.9	856.8	
7	15.7	12.3	123.5	1,070.2	
7.5	16.8	15.2	151.9	1,316.3	
8	17.9	18.4	184.3	1,597.4	
8.5	19.0	22.1	221.1	1,916.1	
9	20.1	26.2	262.4	2,274.5	
9.5	21.3	30.9	308.7	2,675.0	
10	22.4	36.0	360.0	3,120.0	

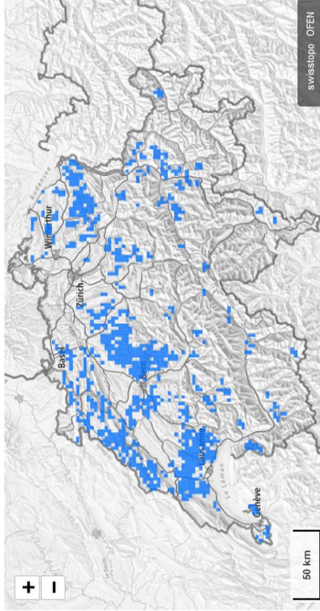


ALTAS DES VENTS

Données de météorologie sur le potentiel éolien

Zoom sur la Suisse

Zones à potentiel éolien



Zoom le canton de Genève

Zones à potentiel éolien



ALTAS DES VENTS

Zoom sur l'immeuble du quai du Seujet à 50 mètres d'altitude

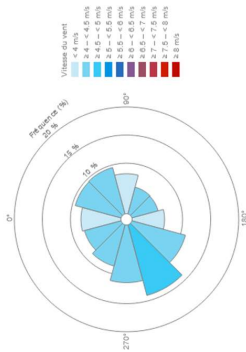
Atlas des vents de la Suisse: moyenne annuelle modélisée de la vitesse et de la direction du vent à 50 m du sol (Office fédéral de l'énergie OFEN)

Les indications représentent une estimation grossière des conditions réelles pour un site. Il est indispensable d'effectuer des mesures sur place.

Avertissement	
Hauteur au-dessus du niveau du sol	50 m
Coordonnées (X/Y)	499300, 117900
Altitude	388 m s. m.
Vitesse moyenne du vent	4.1 m/s

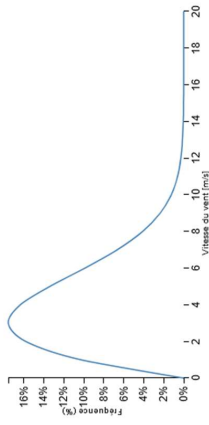
Rose des vents avec distribution de la vitesse du vent en fonction de la direction du vent.

La rose des vents illustre la distribution de la vitesse du vent en fonction de la direction du vent. En dépassant la souris sur la rose des vents, vous pouvez faire apparaître les valeurs exactes du secteur concerné.

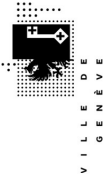


Direction du vent	Fréquence (%)	Vitesse moyenne	A	k
total	100 %	4.1 m/s	4.6 m/s	1.8
345° - 15°	8 %	3.6 m/s	4.0 m/s	1.7
15° - 45°	9 %	4.1 m/s	4.6 m/s	1.9
45° - 75°	9 %	4.0 m/s	4.5 m/s	1.9
75° - 105°	8 %	3.8 m/s	4.2 m/s	1.7
105° - 135°	7 %	3.6 m/s	4.0 m/s	1.7
135° - 165°	5 %	4.1 m/s	4.6 m/s	1.8
165° - 195°	6 %	3.8 m/s	4.3 m/s	1.7
195° - 225°	10 %	4.4 m/s	5.0 m/s	2.0
225° - 255°	14 %	4.7 m/s	5.3 m/s	2.0
255° - 285°	11 %	4.0 m/s	4.5 m/s	2.0
285° - 315°	9 %	4.2 m/s	4.7 m/s	1.9
315° - 345°	7 %	4.1 m/s	4.6 m/s	1.7

Distribution de Weibull indépendante de la direction du vent
 Le vent est soumis à de constantes variations de vitesse pour la planification d'installations éoliennes. On a ainsi recouru à une distribution statistique des vitesses du vent appelée «distribution de Weibull».



Vitesse (m/s)	Fréquence (%)
0 m/s	0.0 %
1 m/s	10.3 %
2 m/s	15.8 %
3 m/s	17.5 %
4 m/s	16.4 %
5 m/s	13.4 %
6 m/s	9.9 %
7 m/s	6.6 %
8 m/s	4.1 %
9 m/s	2.3 %
10 m/s	1.2 %
11 m/s	0.6 %
12 m/s	0.3 %
13 m/s	0.1 %
14 m/s	0.0 %
15 m/s	0.0 %
16 m/s	0.0 %
17 m/s	0.0 %
18 m/s	0.0 %
19 m/s	0.0 %
20 m/s	0.0 %
Summe	99.0 %

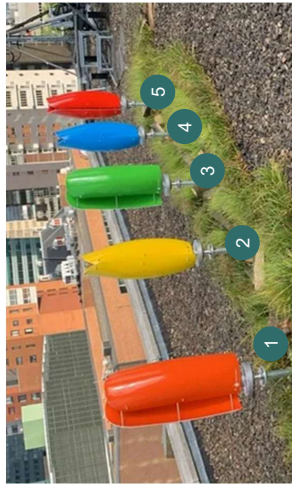


FLOWER TURBINES : PUISSANCE ET EFFET CLUSTER

Effet cluster :

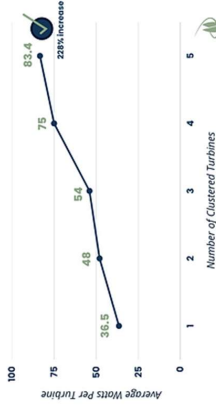
Les éoliennes rendent leurs voisins plus performantes.

Deux éoliennes produisent ensemble environ 25% de plus chacune que deux éoliennes séparément.



The Cluster Effect

Average Watts Per Small Wind Turbine at 10m/s



SP	mi/h	Petit	Moyen	Grand
3.00	6.7	2.3	22.6	196.0
3.50	7.8	3.6	35.9	311.2
4.00	8.9	5.4	53.6	464.5
4.50	10.1	7.6	76.3	661.4
5.00	11.2	10.5	104.7	907.3
5.50	12.3	13.9	139.3	1207.6

Calculateur d'effet de cluster

Calculateur d'effet de cluster

Entrez un nombre de turbine dans la case ci-dessous pour obtenir la sortie par turbine lorsqu'elle est regroupée, puis cliquez sur 'Calculer'.

Nombre d'éoliennes :

Puissance de sortie en watts par heure



SP	mi/h	Petit	Moyen	Grand
8.00	17.9	42.9	428.8	3716.1
8.50	19.0	51.4	514.3	4457.4
9.00	20.1	61.1	610.5	5291.1
9.50	21.3	71.8	718.0	6222.9
10.00	22.4	83.7	837.5	7258.1
10.50	23.5	96.9	969.5	8402.1

FLOWER TURBINES : PRIX



Flower Turbines BV Price List

Model	Quantity	System	Price EUR
Small Wind Turbine (10kW generator)	5	Including charge- controller and Inverter (for electronic system)	8.500,00
Small Wind Turbine (10kW generator)	3	Charge controller only (Fixed into customer tower or building. Customer is responsible for electronics)	5.500,00
Medium Wind Turbine (15kW generator)	1	Including charge- controller and Inverter (Demand based system (DBS))	8.500,00
Large Wind Turbine (20kW generator)	1	Including charge- controller and Inverter (Demand based system (DBS)) (Powercode order ref: 0109)	49.000,00

NOTE: DUE TO CURRENT PRICE FLUCTUATIONS, A VARIATION MAY BE NEEDED

Upgrade	Includes	Price (per extra Euro)
Small foundation for flat roof 2x 5,50 or 7x 5 cm poles	Galvanized, excluding tiles	250,00
Special RAL Colors	Custom color	295,00
Exclusive art design	Art, artist print, & design	Demand based
Custom engineering	Special engineering requests: base, blades, etc.	Demand based

All prices are exclusive taxes, installation and delivery from the factory. Items and prices are subject to change. Prices are finalized only after confirmation of the order by Flower Turbines BV. (case of Flower Turbines being in local currency, all prices & quantities are also including 6% vat).
NB: All upgrade prices valid for our standard system.

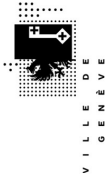
Quelle taille de turbine choisir ?

Plus les éoliennes sont grosses et grandes, plus elles sont rentables en général. Il faut tenir compte des frais d'installation et des frais de livraison +20%

Ces éoliennes fonctionnent plus efficacement dans un effet de Clusters.

Tableau de localisation des différentes tailles et emplacement :

1. Petite (1 mètre de haut) - Terrain ou toit régulier
2. Moyenne (3 mètres de haut) - Terrain ou toit solide
3. Grande (6 mètres de haut) - Terrain ou toit très solide



ESTIMATION DU POTENTIEL DE PRODUCTION AVEC LES DONNÉES MÉTÉOSUISSE

Distribution de Weibull, indépendante de la direction du vent		Le vent est soumis à de constantes variations de vitesse. Pour la planification d'installations solaires, on a ainsi recouru à une distribution statist		
Fréquence (%)	Vitesse du vent [m/s]	Production Wh		
		Small 1x	Medium 1x	Large 1x
0.00%	0m/s	0	0	0
10.30%	1m/s	0	361	2797
15.80%	2 m/s	415	4014	34602
17.60%	3 m/s	1542	14955	129816
16.40%	4 m/s	3304	33043	286897
13.40%	5 m/s	5282	52823	457798
9.90%	6m/s	6764	67471	584433
6.60%	7 m/s	7111	71403	618631
4.10%	8m/s	6609	66193	573579
2.30%	9m/s	5279	52868	458166
1.20%	10m/s	3784	37843	327974
0.60%	11 m/s	2518	25187	218229
0.30%	12 m/s	1635	16346	141675
0.10%	13 m/s	693	6920	60041
0.00%	14 m/s	0	0	0
0.00%	15 m/s	0	0	0
0.00%	16 m/s	0	0	0
0.00%	17 m/s	0	0	0
0.00%	18 m/s	0	0	0
0.00%	19 m/s	0	0	0
0.00%	20 m/s	0	0	0
99.00%	Summe	44836	449427	3894638
	Summe	45	449	3895
				524
				5227604 Wh
				5228 kWh

ÉOLIENNES VS SOLAIRE PV

Tableau comparatif micro éoliennes et solaire PV :		Couts		Production	
Small 5x		11700.-	524	kWh	
Medium 1x		11700.-	449	kWh	
Large 1x		61300.-	3 895	kWh	
Medium 5x		52500.-	5 228	kWh	
Solaire PV	3 kWc	9000.-	3 000	kWh	
Solaire PV	6 kWc	16500.-	6 500	kWh	
Solaire PV	9 kWc	22500.-	9 500	kWh	

- Avec les caractéristiques locale de vent, la production des turbines est sensiblement plus basse
- 524 kWh/an pour 5 turbines Small
- 5228 kWh/an pour 5 turbines Medium

Eoliennes terme de coût

- **Small turbines 5** pces = env. 11'700.-
délai de livraison 10-12 semaines
Production par an : 524 kWh
- Medium turbines 1 pce env. 11'700.-
ou environ 52'500.- pour 5 pces,
délai de livraison 4 -6 mois.

VS

PV en terme de coût

- Comparativement une installation solaire PV de 3 kW, soit **8 panneaux d'env. 14 m2**, coûte 9'000.- et **produit env. 3000 kWh/an.**
- Le solaire PV produit en conclusion plus d'énergie pour un investissement inférieur.

.....

CONCLUSION

1. Le comparatif «éolien vs PV» nous a démontré que le solaire photovoltaïque produit plus d'énergie pour un investissement inférieur.
2. L'OCEN et l'HES mènent actuellement un projet pilote sur cette thématique. Différents systèmes d'acquisition de données ont été déployés sur le Canton. A l'issue des campagnes de mesure, **les données seront rendues publiques**. Les premières mesures semblent indiquer un potentiel moindre que celui mentionné dans le projet de motion (4 nœuds plutôt que 6 nœuds).

Au vue de ces deux éléments, nous proposons de continuer le développement du solaire photovoltaïque et de rester en veille technologique pour les micro-éoliennes dans l'attente de la publication de l'OCEN et de l'HES.

ANNEXE 1 : EFFET CLUSTER - DÉTAILS

Calculateur d'effet de cluster

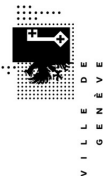
Entrez un nombre de turbines dans la case ci-dessous pour obtenir la sortie par turbine lorsqu'elle est regroupée, puis cliquez sur calculer.

Nombre d'éoliennes :

Puissance de sortie en watts par heure

SP	mi/h	Petit	Moyen	Grand
0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
0.50	1.1	0.0	0.1	0.9
1.00	2.2	0.1	0.8	7.3
1.50	3.4	0.3	2.8	24.5
2.00	4.5	0.7	6.7	58.1
2.50	5.6	1.3	13.1	113.4
3.00	6.7	2.3	22.6	196.0
3.50	7.8	3.6	35.9	311.2
4.00	8.9	5.4	53.6	464.5
4.50	10.1	7.6	76.3	661.4
5.00	11.2	10.5	104.7	907.3
5.50	12.3	13.9	139.3	1207.6
6.00	13.4	18.1	180.9	1567.7
6.50	14.5	23.0	230.0	1993.3

7.00	15.7	28.7	287.3	2489.5
7.50	16.8	35.3	353.3	3062.0
8.00	17.9	42.9	428.8	3716.1
8.50	19.0	51.4	514.3	4457.4
9.00	20.1	61.1	610.5	5291.1
9.50	21.3	71.8	718.0	6222.9
10.00	22.4	83.7	837.5	7258.1
10.50	23.5	96.9	969.5	8402.1
11.00	24.6	111.5	1114.7	9660.5
11.50	25.7	127.4	1273.7	11038.6
12.00	26.8	144.7	1447.2	12542.0
12.50	28.0	163.6	1635.7	14176.0
13.00	29.1	184.0	1839.9	15946.0
13.50	30.2	206.0	2060.5	17857.6
14.00	31.3	229.8	2298.0	19916.2
14.50	32.4	255.3	2553.1	22127.2
15.00	33.6	282.6	2826.5	24496.1



ANNEXE 2 : PRINCIPE THÉORIQUE DE LA PUISSANCE DES ÉOLIENNES

INDIVIDUAL OUTPUT IN WATTS PER HOUR				
	Small Alone	Medium Alone	Large Alone	
m/s	mph			
0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.5	1.1	0.0	0.0	0.4
1	2.2	0.0	0.4	3.1
1.5	3.4	0.1	1.2	10.5
2	4.5	0.3	2.9	25.0
2.5	5.6	0.6	5.6	48.8
3	6.7	1.0	9.7	84.2
3.5	7.8	1.5	15.4	133.8
4	8.9	2.3	23.0	199.7
4.5	10.1	3.3	32.8	284.3
5	11.2	4.5	45.0	390.0
5.5	12.3	6.0	59.9	519.1
6	13.4	7.8	77.8	673.9
6.5	14.5	9.9	98.9	856.8
7	15.7	12.3	123.5	1,070.2
7.5	16.8	15.2	151.9	1,316.3
8	17.9	18.4	184.3	1,597.4
8.5	19.0	22.1	221.1	1,916.1
9	20.1	26.2	262.4	2,274.5
9.5	21.3	30.9	308.7	2,675.0
10	22.4	36.0	360.0	3,120.0
10.5	23.5	41.7	416.7	3,611.8
11	24.6	47.9	479.2	4,152.7
11.5	25.7	54.8	547.5	4,745.1
12	26.8	62.2	622.1	5,391.4
12.5	28.0	70.3	703.1	6,093.8
13	29.1	79.1	790.9	6,854.6

La puissance instantanée du vent

Une éolienne est une machine qui, par définition, transforme l'énergie du vent en énergie mécanique.

Il y a lieu de quantifier la source d'énergie dont on dispose, c'est-à-dire l'énergie associée au vent. Si le vent présente une certaine **vitesse "V"** à un moment donné et traverse une certaine **surface "A"**, la puissance instantanée du vent est donnée par la relation suivante :

$$P_{\text{vent}} = 1/2 \rho_{\text{air}} \cdot A \cdot V^3, \quad \rho_{\text{air}} \approx 1.2 \text{ kg/m}^3 \text{ à } 20^\circ\text{C}.$$

Cette relation met en évidence que la puissance disponible du vent à un instant donné **dépend du cube de la vitesse du vent**.

Un vent 2 x plus rapide, donne 8 x plus de puissance.

Que la puissance disponible dépend directement de la surface traversée par le vent.

La puissance disponible **dépend du carré du rayon de l'éolienne**.

Un rotor 2 x plus long, donne 4 x plus de puissance.

ANNEXE 3 : MÉTÉO COINTRIN 10M

Home | Carte des vents | Mesures du vent | Datas | Annuaire éolien | Contact

Toutes les données sur l'énergie éolienne en Suisse
www.wind-data.ch - Mesures du vent - Valeurs mensuelles

Carte | Liste | Valeurs mensuelles | Valeurs actuelles

Choisir une station

Genève-Cointrin

Valeurs mensuelles de la vitesse du vent

Site: Genève-Cointrin

Número OMM	67000
Réseau	SwissMetNet ¹⁾
Coordonnées	498904 / 122625
Altitude	420 m
Hauteur de mesure	10 m

¹⁾ source des données: MétéoSuisse

Vitesse du vent Genève-Cointrin

dernière mise à jour: 22.05.2023 15:00

Vitesse du vent [m/s]

- moyenne mens. long terme
- moyenne annuelle long terme
- écart type moyenne mens.

Choisir une station

Genève-Cointrin

Valeurs d'heure en heure de la vitesse du vent

Site: Genève-Cointrin

Número OMM	67000
Réseau	SwissMetNet ¹⁾
Coordonnées	498904 / 122625
Altitude	420 m
Hauteur de mesure	10 m

¹⁾ source des données: MétéoSuisse

Vitesse du vent Genève-Cointrin

dernière mise à jour: 22.05.2023 15:00

Vitesse du vent [m/s]

Ville de Genève

ANNEXE 4 : ASPECT RÉGLEMENTAIRES

Prescriptions à respecter pour l'installation de petites éoliennes, forme tulipe en toiture :

- Les installations sont soumises à autorisation de construire. (APA si pas de dérogation nécessaire ou bâtiment protégé, sinon DD).
- Les installations doivent respecter le gabarit de toiture selon l'Art 27 RCI.
- L'esthétique et l'intégration des installations seront analysées durant la procédure par la CA ou le SMS.
- L'avis du SABRA devra être sollicité pour évaluer les nuisances sonores.

intérêts de la Confédération 

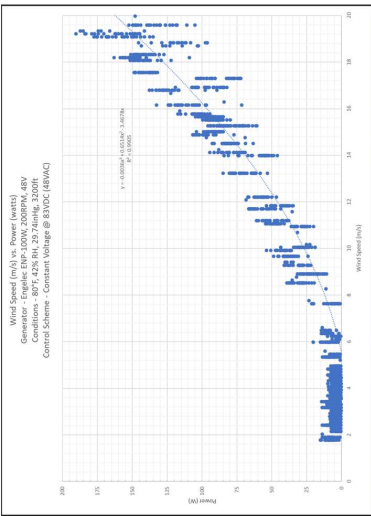


ANNEXE 5 : FLOWER TURBINE SMALL (2 MÈTRES)

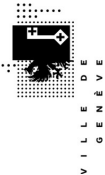
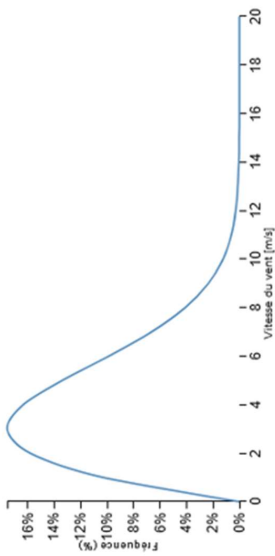


Small Turbine Specifications

BLADE HEIGHT AND DIAMETER	m - 1.75 meters, D - 0.5 meters
TOTAL HEIGHT	2 meters
CAPACITY (GENERATOR)	50250 W (to be entered in location and wind speed)
YEARLY OUTPUT OF 3 BUSINESS	Around 1300 kWh/year
WEIGHT	Approximately 15 kilograms
STARTING SPEED	1.2 m/s
INSTALLATION	Ground
COLORS	Standard Color Black
OPTIONAL SERVICES	Extended warranty possible



Distribution de Weibull, indépendante de la direction du vent
 Le vent est soumis à de constantes variations de vitesse. Pour la planification d'installations éoliennes, on a ainsi recour à une distribution statistique des vitesses du vent appelée « distribution de Weibulls ».



ANNEXE 6 : FLOWER TURBINE MEDIUM (2.92 MÈTRES)



For when you want to pack a little extra punch, our medium model is ideal for businesses and individuals. Our medium design provides clean, quiet energy that can be added to flat roofs or ground-mounted near buildings.

BLADE HEIGHT AND DIAMETER	H: 2 meters, D: 1 meter
TOTAL HEIGHT	2.92 meters
CAPACITY (GENERATOR)	1500-1500 W/h to be matched to local wind resources
NUMBER OF TURBINES	1 to 3000 per year
WEIGHT	Approximately 178 kilograms
STARTING SPEED	1.2 m/s
INSTALLATION	Flat Roof or Ground
COLORS	Standard Color-White (RAL 9010)
OPTIONAL FEATURES	Extended warranty possible

Distribution de Weibull, indépendante de la direction du vent

Le vent est soumis à de constantes variations de vitesse. Pour la planification d'installations éoliennes, on a ainsi recouru à une distribution statistique des vitesses du vent appelée « distribution de Weibull ».

Power curve in watts per wind speed; 3064 data points; medium "3-meter" turbine

