

Newsletter – hors série

Octobre 2017



Prix Suisse de
l'Éthique
HEIG-VD

À nos sponsors,

Aux membres de
l'Association,

À tous ceux et celles qui
soutiennent le projet
biomobile


biomobile
(Re)designing materials and energy

Association biomobile
co hepia
4, rue de la prairie
1202 Genève

022 546.24.56
info@biomobile.ch

biomobile, un projet — Deux objectifs :

1. Réaliser des véhicules, bénéficiant d'une excellente visibilité, minimisant le recours aux ressources non renouvelables en utilisant, le plus largement possible, des **matériaux végétaux** tout en assurant la promotion de ces matériaux et en faisant appel, le cas échéant, à **des carburants issus de déchets organiques**.
2. Participer à la formation de jeunes par l'intermédiaire d'un projet multidisciplinaire, motivant et novateur.



Les premiers tours de roue de Silke avec le biobike
le 27 janvier 2017 au centre mondial du cyclisme

Bulletin d'information paraissant au gré des disponibilités du rédacteur...



Sommaire

Le contexte	2
La conception du biobike	3
La réalisation du biobike	4
Les points forts du biobike	6
Les manifestations	8
Les stagiaires	8
Les pilotes	8
Du côté des sponsors	9
Nos collaborateurs	10
Ce qui nous attend	11
L'association biomobile	11
Encore un mot	12
Soutien	13

Un numéro un peu spécial!

Nous en parlons depuis longtemps... sans le dévoiler. Vous avez pu l'(entre-)apercevoir et lire quelques lignes à son sujet dans les dernières News. Le voici porté à la lumière dans ce numéro qui lui est spécifiquement consacré : il s'agit du biobike.

L'aventure n'est pas terminée, mais je tiens à souligner combien la rencontre initiale avec Silke (qui a été le prélude à la réalisation du biobike), nos diverses rencontres, réflexions, heurs et « malheurs » ont été enrichissants tant sur le plan humain que sur le plan technique. L'aventure biomobile est extraordinaire, peut-être même enivrante; mais il est vrai que, parfois, elle est (à mon goût) un peu trop « technico-centrée ».

Merci à Silke de nous avoir permis de prendre un peu de distance par rapport à la technique pure et dure!

Le contexte

Plus performant que les handbikes traditionnels

Une rencontre fortuite avec Silke Pan, athlète handicapée et vice-championne du monde de handbike, a conduit biomobile et hepia (Haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture de Genève) à concevoir et réaliser un nouvel handbike de compétition, destiné à remplacer le matériel qu'elle utilise jusqu'ici.

L'objectif résidait dans la réalisation d'un handbike au moins aussi performant que les meilleurs modèles actuels, mais réalisés en matériaux biosourcés (fibre de lin, résine végétale, bois, etc.). Enfin, il devait être en tout point conforme aux règles de l'UCI afin d'être accepté dans les compétitions officielles.

Le projet a été appuyé techniquement par plusieurs partenaires et, sur le plan financier, par Terrévent, une fondation qui soutient l'insertion et l'intégration des handicapés dans le monde du travail.

Un handbike, c'est quoi?

Un handbike est un véhicule à trois roues, destiné aux personnes paraplégiques; son pédalier est mû par la force des bras.



Le handbike utilisé jusqu'ici par Silke



La conception du biobike

Une Silke de 400kg !

Le constat

Suite aux discussions que nous avons eues avec Silke et d'autres athlètes pratiquant le handbike, il en est ressorti que les « véhicules » actuels souffrent de deux défauts majeurs :

- La position du pédalier (assez basse pour permettre une certaine visibilité vers l'avant) laisse peu d'espace entre la trajectoire des pédales et le torse du pilote. Ceci limite considérablement la manœuvrabilité dans les virages, voire empêche de pédaler en virage. Cette situation est particulièrement pénalisante en montée.
- Le changement de vitesses s'effectue en manipulant la chaîne avec les doigts. Cette pratique est non seulement risquée, mais, surtout, elle n'est pas pratique et détourne l'attention du pilote.

Les objectifs

Sur cette base, nous avons dressé un cahier des charges extrêmement succinct qui se résume ainsi :

- Utilisation la plus large possible de matériaux d'origine organique
- Correction des défauts rencontrés sur les handbikes actuels (voir plus haut)
- Optimisation de la récupération de la puissance fournie par Silke
- Obtention d'une masse finale proche de celle des meilleurs handbikes métalliques actuels
- Respect de toutes les règles permettant l'accès du handbike aux compétitions officielles.

La géométrie

Les handbikes actuels sont réalisés essentiellement sur la base d'une double poutre servant de soutien aux roues arrière, au siège et à la fourche avant. Cette construction présente de nombreux avantages : elle est simple, elle permet un accès aisé au siège, la liberté de mouvement du pilote est grande, etc. Mais, elle ne permet pas une reprise optimale des efforts et, surtout, elle présente une rigidité limitée dans l'axe longitudinal.

Pour poser les bases du dimensionnement du biobike, nous avons équipé le handbike de Silke d'accéléromètres et nous lui avons demandé de passer sur un ralentisseur à la vitesse où elle le franchirait en course. Bilan, 9 g... ce qui revient à installer sur le siège « une Silke » de plus de 400 kg!



Les premiers pas de l'osmose biobike-Silke

Du fait des caractéristiques mécaniques limitées (comparativement au carbone) du lin, il n'était pas envisageable de conserver cette géométrie bipoutre; d'autant plus que les règlements exigent que la plus grande dimension de sa section soit limitée à 80 mm. Même pour les handbikes en alliage léger ou en carbone, une poutre de moins de 80 mm de hauteur n'est pas suffisante au niveau de la liaison avec la fourche; dès lors, celle-ci est doublée, en flirtant avec la réglementation, ce qui recule la position du pilote, augmente la voie et diminue la maniabilité.



Fort de ce constat, nous nous sommes orientés vers une structure en treillis, nettement plus favorable à masse égale, sans trouver de compromis satisfaisant... avant de penser à faire passer une partie du châssis au-dessus des épaules. Le châssis furcula était né.

Il ne restait « plus » qu'à le dimensionner, sections, épaisseurs, orientation des fibres; ce qui a été fait numériquement à l'aide du logiciel Abaqus.

La première structure de ce type réalisée en fibres de lin

Devant le peu de données disponibles sur les caractéristiques mécaniques du lin, nous avons réalisé des essais de caractérisation du comportement du composite à base de lin... essais qui ont montré la grande influence du cycle de cuisson. Notre biobike étant la première structure de ce type réalisée en lin, et vu le temps nécessaire à sa réalisation, nous avons choisi « d'assurer » en augmentant les épaisseurs lors de la stratification... d'où un embonpoint estimé à 1 kg sur l'ensemble châssis-fourche.

La réalisation du biobike

S'inscrivant dans la philosophie de biomobile, le projet fait appel à l'utilisation de matériaux biosourcés pour la réalisation de la structure du handbike, ainsi qu'à l'optimisation de la plupart de ses éléments afin de maximiser ses performances.

Composé d'une fourche et d'un cadre en fibre de lin, le biobike, qui est destiné à la compétition, s'inscrit dans une démarche totalement innovante, marquant une rupture avec les réalisations existantes. Ne pesant guère plus qu'une douzaine de kilos, il présente plusieurs caractéristiques qui maximisent ses capacités tout en respectant l'esprit de mobilité durable.



Une étape clé de la fabrication des moules

Les moulages et drapages

C'est certainement dans ce domaine que résident nos plus grandes avancées et ce, tant sur les méthodes de fabrication que sur la complexité des réalisations. Par exemple :

- Pour permettre une bonne reprise des efforts et respecter la morphologie de Silke, nous avons moulé le siège du biobike directement sur son dos!
- Les contre-moules du châssis et de la fourche, ainsi que les noyaux nécessaires à la fabrication ont été usinés, principalement par Swiss CNC Technologies et Maquette 74.
- Les deux demi-moules du châssis en fibre de verre ont été réalisés dans les locaux de Maquette 74... et avec leur aide.
- La stratification du châssis a été réalisée avec du préimprégné. Les premières opérations de drapages se sont déroulées avec l'aide et le conseil de Décision SA et dans leurs locaux.
- Le concept du châssis et de la fourche repose sur une méthode élégante, qui consiste à réunir, avant polymérisation, deux demi-coques en un seul ensemble.



Le drapage du châssis (qui est creux!) a nécessité 450 heures de travail. Ceci donne une petite idée de l'ampleur du travail effectué. Au niveau des procédés, la polymérisation des diverses structures s'est déroulée à 100 degrés, sous une pression de 5 bars.



Une phase délicate du drapage de la fourche

La mise sous pression interne est réalisée grâce à une bache étanche. Elle est constituée d'éléments adaptés à la forme du moule; ils sont assemblés par soudure pour former une vessie. Cette dernière est mise sous pression pour plaquer les fibres contre les parois du moule. L'opération est assez périlleuse. Un moindre défaut d'étanchéité permet à l'air sous pression de s'infiltrer dans la fibre... et le travail est réduit à néant!

De plus, la maîtrise de la température à l'intérieur des moules n'est pas évidente. En effet, les moules sont usinés dans du Cibatool, un matériau aisé à usiner, mais isolant, ce qui rend difficile la pénétration de la chaleur. Si la température au cœur du moule est insuffisante, la polymérisation n'est pas complète et le démoulage pose de sérieux problèmes!



*À la poursuite du gramme de trop!
(Le support de l'actionneur du dérailleur)*

Pièce usinée en un temps record par Ivan de l'atelier hepia... et largement sur son temps libre.

Mille mercis et bravo!

Les matériaux

La majeure partie des composants, comme le châssis, la fourche, le protège-plateaux, les sangles de maintien, le siège et d'autres menues pièces sont réalisées en tissu de lin préimprégné, préparé par l'entreprise Linéo spécialement pour le projet.

Quelques pièces sont en bois, les protections et l'appui-tête sont en mousse végétale. D'autres éléments, notamment les pièces achetées dans le commerce, font appel à l'aluminium.

Périphériques

Pour des raisons de coûts et de délais, les principaux périphériques sont issus du commerce et ne présentent pas de caractéristiques particulières. Il s'agit notamment des roues, des freins et de la transmission. Dans la mesure du possible, nous avons privilégié le matériel haut de gamme.



Les points forts du biobike

Le biobike se distingue, voire se distance de ses concurrents sur de nombreux points.

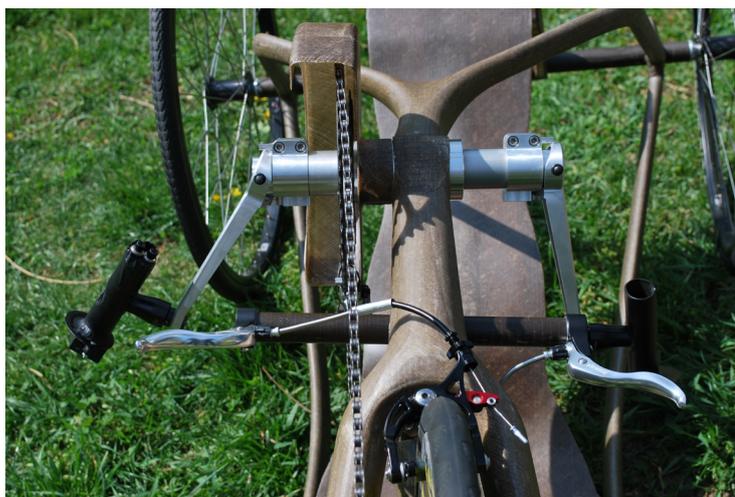


La furcula

- Il possède un design original. En effet, la forme retenue rappelle la "furcula", os caractéristique des oiseaux. Grâce à cette configuration, le biobike a des caractéristiques qui se rapprochent de celles des cadres « carbone », tant au niveau de la légèreté, de la rigidité que de la résistance aux chocs.

Ceci, malgré l'utilisation de la fibre de lin qui est environ trois fois moins résistante et cinq fois moins rigide que la fibre de carbone. La relative souplesse du lin, ainsi que sa remarquable résistance à la fatigue, assure un meilleur confort au pilote, tout en le sollicitant moins durement.

- Il est équipé d'un pédalier qui peut s'élargir sur les côtés. En effet, les handbikes actuels ne permettent pas de pédaler dans les virages serrés, car la pédale entre en conflit avec le corps de l'athlète.



Le pédalier extensible en configuration de virage à tribord

Pour remédier à ce problème, un pédalier extensible a été réalisé; il présente deux positions : une position standard avec les pédales situées dans le plan des plateaux, ce qui permet de rouler en ligne droite et en virage large avec une ergonomie optimale et une seconde, où la pédale concernée est inclinée sur l'extérieur, ce qui permet d'éviter le contact entre le corps et les pédales et de réaliser des virages serrés tout en continuant de pédaler en continu, là où les autres arrêtent ou aux mieux, font des mouvements de va-et-vient avec les pédales en haut.

- Associé à une voie courte, le pédalier à voie variable confère au biobike un rayon de braquage de l'ordre de 6,5 m tout en pédalant, soit la moitié de ce que réalisent ses « concurrents » (et, contrairement, au biobike, sans pouvoir pédaler de façon continue!).

- Pour exploiter, au mieux, la puissance développée par l'athlète, les plateaux possèdent une forme « patatoïdale ». Ils permettent d'optimiser le couple fourni en fonction de la position des bras, de la force appliquée et de sa direction.



Une signature écologique bien meilleure!

- La transmission est optimisée grâce à l'utilisation d'un dérailleur électrique spécialement adapté au biobike. Pour plus de souplesse, la liaison filaire a été remplacée par une liaison hertzienne. La gestion des plateaux est entièrement automatisée grâce à une informatique embarquée développée en interne. Ce dispositif allège considérablement la tâche du pilote et lui évite tout désalignement excessif de la chaîne. Précisons que, sur les handbikes « conventionnels », la commande du changement de vitesse est fixée au cadre et le changement de vitesses ne peut se faire alors qu'une fois par tour, soit au pédalier et le câble qui la relie alors au cadre est gênant et peu fiable. Le dispositif de gestion du dérailleur était réalisé par l'équipe de Fabien Vannel.

- La roue avant est équipée de deux types de freins : à disque et à patins (deux freins totalement indépendants sont exigés par les règlements des compétitions).

- Le siège est anatomique et optimisé à la morphologie de Silke Pan. Sa géométrie découle d'une campagne de mesures de la puissance délivrée par l'athlète dans diverses configurations.



Le biobike prêt à s'élancer vers ses prochains exploits!

Quelques chiffres

Le biobike a une masse de l'ordre de 12 kg en ordre de marche, soit quasiment la même que celle de ses concurrents, mais avec une signature écologique bien meilleure!

Longueur hors tout :	187,5 cm
Hauteur hors tout :	63 cm
Nombre de pignons :	11
Largeur hors tout :	76,5
Diamètre des roues :	60 cm
Nombre de vitesses :	2 x 11
Empattement :	116,2 cm



Les manifestations

Le biobike a été dévoilé lors de la cérémonie de présentation des équipes qui participaient au tour de Romandie, le 24 avril 2017 au Centre Mondial du Cyclisme à Aigle.



La présentation du biobike à l'UCI le 24 avril 2017

Les stagiaires

Les travaux sur le biobike effectués par des stagiaires ont été exposés dans les précédentes éditions des News. Pour rappel, il s'agit de :

- Jennifer Sureda et Bryan Maillot issus de l'ISAT (Institut supérieur de l'automobile et des transports de Nevers)
- Manon Sellos de l'Université de Chambéry
- Lorenzo Rossetti et Valentin Gobert, futurs étudiants hepia

Les pilotes

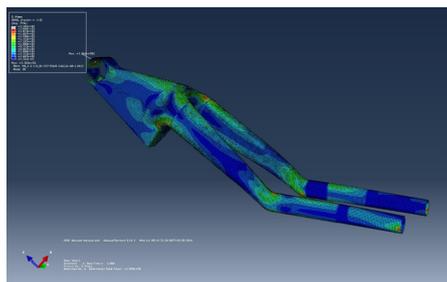
Le vélo est destiné à Silke Pan. Cependant, lors d'essais rendus nécessaires par la mise au point de certains éléments, nous l'avons confié à Daria, une des pilotes de biomobile.



Du côté de nos sponsors...

... et de ceux qui nous donnent de sérieux coups de main

Ce projet n'existerait pas sans nos sponsors



Visualisation des contraintes mécaniques dans la fourche à l'aide du logiciel Abaqus

hepia

Étroitement impliquée dans le projet, hepia nous facilite grandement la tâche par les multiples facilités qu'elle nous offre. Outre la mise à disposition d'un professeur, M. Éric Vittecoq, elle a très largement participé au financement du projet.

Profitons de l'occasion pour souligner la précieuse et efficace collaboration entre hepia et biomobile dans le cadre de ce projet (... et ailleurs!).

Maquette 74

Infatigable, Maquette 74 est toujours à nos côtés pour nous apporter son soutien, ses conseils, voire «sauver la mise» dans certaines situations critiques. Il s'agit d'un soutien pragmatique et extrêmement utile. Ces derniers mois, ils ont produit les diverses pièces nécessaires au moulage des éléments du biobike ainsi que plusieurs pièces en impression 3D. Beau travail!

Décision SA

Cette entreprise bénéficie d'une renommée mondiale dans le domaine des composites. Elle est, notamment, à l'origine de la structure de l'avion Solar Impulse, du bateau Alinghi pour l'America Cup et d'autres réalisations novatrices.

Nous l'avons contactée pour obtenir les conseils et le suivi pour la réalisation du châssis du biobike, particulièrement en ce qui concerne les aspects qui nous étaient moins connus. L'entreprise a fourni, non seulement l'assistance humaine nécessaire, mais elle a également mis à notre disposition un local et le matériel pour le drapage du châssis.

Aucun doute que Décision SA représente un élément crucial de la construction du biobike. Ici aussi, mille mercis!

Terrévent

La Fondation Terrévent a pour mission d'apporter aide et soutien en travaillant activement avec des entrepreneurs sociaux, ONG et associations, dans le domaine du handicap. Son objectif est de faciliter l'insertion, l'intégration et le retour dans la société des handicapés.

Terrévent a soutenu financièrement le projet. Par ailleurs, elle nous a apporté de précieux conseils et indications, notamment au niveau de la valorisation du projet.

Axemble - Dassault Systèmes

Cette entreprise nous fournit déjà les licences du logiciel CAO SolidWorks avec lequel œuvrent nos stagiaires pour la conception de leurs pièces. Mentionnons qu'elle nous l'offre à des conditions très avantageuses.

Cependant, ce logiciel s'est avéré trop restrictif pour le dimensionnement du biobike. Suite à notre demande, elle a mis gratuitement à notre disposition les licences d'utilisation du logiciel Abaqus. Ce logiciel est particulièrement à l'aise dans le traitement des structures au comportement non-linéaire.

Et tous les autres...

Ces lignes ne mentionnent que quelques sponsors ou entités qui nous soutiennent techniquement et financièrement. Une liste plus complète figure en annexe.

C'est injuste pour les autres, mais il est difficile de dresser une liste complète de nos soutiens, donateurs et supporters, en n'oubliant personne... sur le papier. Mais dans l'esprit, nous ne les oublions pas!

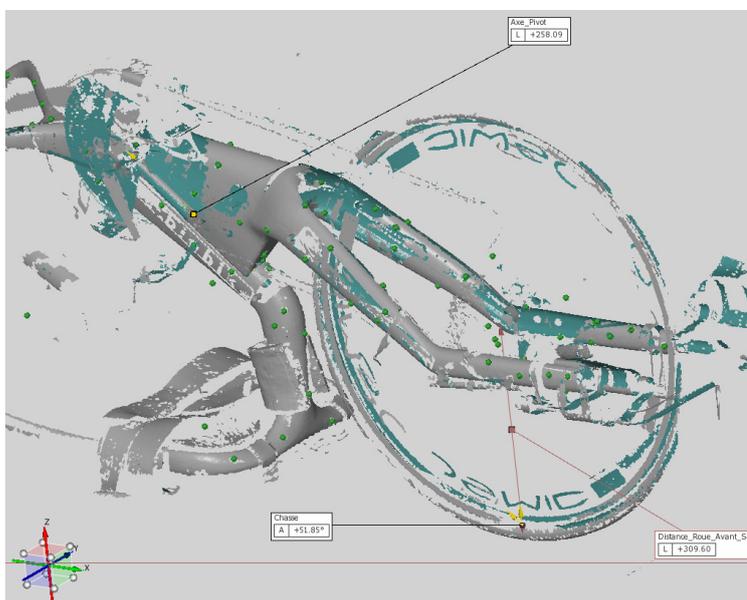
J'adresse à tous nos «supporters» un immense merci.



Des collaborateurs d'hepia qui nous apportent des aides bienvenues!

Nous pouvons toujours nous appuyer sur les aides assidues de MM. Richard et Sthioul dans le domaine du prototypage rapide et du relevé numérique des surfaces et volumes.

**Mille
mercis**



*Mesures sur l'avant du biobike réalisées par numérisation 3D.
Merci à M. Sthioul pour son aide!*

Dans le domaine des essais mécaniques, MM. de Mestral, Brack, Amez-Droz, Bennani et Schenkel nous apportent une aide particulièrement utile et appréciée.

En physique, M. Bugnon nous dépanne fréquemment en mettant à notre disposition du matériel.

L'équipe de l'atelier de mécanique d'hepia nous apporte de nombreux et utiles conseils et usine régulièrement des pièces mécaniques.

M. Vannel nous a aidés son aide dans les domaines de l'électronique embarquée, notamment en ce qui concerne le changement de vitesses.

Ces aides nous sont particulièrement utiles et sont très appréciées. Mille mercis!



Faites partie de l'association!

Ce qui nous attend...

Avec Silke, nous allons très prochainement définir l'avenir « compétition » du biobike. Ceci orientera grandement la suite des travaux qui lui sont liés. Parallèlement, et en tâche de fond, nous poursuivons la correction de petits défauts constatés en cours d'essais et l'amélioration de certains éléments.

Les manifestations

À court terme, le biobike sera utilisé par Silke Pan lors de diverses compétitions.

Afin d'en diffuser les avantages et les spécificités du biobike, le choix des courses et d'évènements promotionnels sera guidé par la recherche d'une grande visibilité.

L'association biomobile

Effectif

L'Association compte actuellement plus de 100 membres, soit un nombre relativement stable.

Si vous ne faites pas encore partie de l'Association, venez nous rejoindre! Vous nous apporteriez un « petit » soutien financier, mais surtout un immense soutien moral. Vous serez régulièrement informés de nos activités. La cotisation est volontairement modeste, soit Fr 30.- par année.

La formule d'adhésion se trouve sur notre site Internet :

http://www.biomobile.ch/Downloads/Biomobile_admission.pdf



Encore un mot

Contacts:

Responsable du projet
Michel Perraudin
perraudin@biomobile.ch
022 546.24.56

Assistant
Clément Rastoll
coordination@biomobile.ch
022 546.24.56

Si vous avez des compétences particulières, si la haute technologie vous tente, si la participation à une aventure extraordinaire fait partie de vos objectifs, venez nous rejoindre. Nous avons besoin de tous, et ce dans des domaines très variés, englobant non seulement la technique, mais également le marketing, le graphisme, les aspects humains, la communication, l'informatique, les mathématiques, etc. Nous sommes ouverts à toute offre.

De même, si vous avez des propositions à nous soumettre, des remarques, des suggestions, voire des critiques à formuler, nous y serons très attentifs.

Pour terminer, au nom de toute l'équipe, je tiens à vous remercier du soutien que vous apportez à nos projets.

Et aussi un immense merci à Clément pour l'aide qu'il m'a apportée à la rédaction de ces News et à Marie-Paule pour toutes les heures qu'elle consacre au projet.

Site Internet : www.biomobile.ch
Annexe : Liste des principaux sponsors

Michel PERRAUDIN
Président de l'Association biomobile



Soutien

**Le projet biomobile bénéficie du soutien des entités suivantes :
(l'ordre d'énumération n'est pas significatif)**

Agence Cocktail, Genève	www.cocktailcrea.com/fr/lagence
Balsa-Composites, Paris	-
Bcomp, Fribourg	www.bcomp.ch
Biocarb Technologie, Genève	www.biocarb.ch
CleantechAlps	www.cleantech-alps.com/fr/index.php
Dassault Systèmes Axemble	www.axemble.ch
Décision SA, Ecublens	www.decision.ch/fr/
DMR Télécom, Genève	www.dmrtelecom.ch
École d'ingénieurs et d'architectes de Fribourg	www.eia-fr.ch
École polytechnique fédérale, section génie mécanique Lausanne	sti.epfl.ch/page-1593.html
Écoles Technique et des Métiers, Lausanne	www.etml.ch/
Enjoy-promotion, Annecy	www.enjoy-promo.com
Éponges végétales, Les Terres de Chaux	www.auto-entreprise-binet-patrick.sitew.com
Epsitec, Yverdon-les-Bains	www.epsitec.ch/
Fondation des parkings, Genève	www.ge.ch/parkings
Fondation Gelbert, Genève	www.fondation-gelbert.ch
Fondation Swiss Engineering, Lausanne	www.swissengineering.ch
Fondation Terrévent, Genève	www.fondation-terrevent.org
Gobet & Rutschi, Genève	www.gobetproduction.ch/
Gerster Härterei, Egerkingen	www.gerster.ch
Helvetia Assurance, Genève	www.helvetia.com
hepia, Genève	http://hepia.hesge.ch/
HES-SO-Genève, Genève	www.hesge.ch
Honda (Europe) SA, Genève	www.honda.ch
Huntsman, Bâle	www.huntsman.com
Loterie Romande, Genève	www.entraide.ch/fr
Maquette 74, Chavanod	www.maquette74.com
Maurice Pillet, Annecy	-
Mavic, Annecy	www.mavic.com
Mecaplex Ltd, Grenchen	www.mecaplex.ch
Office cantonal de l'Énergie, Genève	www.ge.ch/scane/
Oerlikon Leybold vacuum, Zurich	www.oerlikon.com/leyboldvacuum/france/fr/
Porcher Industries, Chavanoz	www.porcher-ind.com/
Rosta, Unzenschwil	www.rosta.ch
Sicommin, Châteauneuf les Martigues	www.sicommin.com
SIG (Services Industriels de Genève)	www.sig-ge.ch/
SolidThinking	www.solidthinking.com
Super Isolants Agitec, Dällikon	www.agitec.ch
Swiss CNC technologies, Genève	-
TCS Training & Events SA, Genève	www.training-events.ch
Ville de Genève	www.ville-geneve.ch
Würth AG, Arlesheim	www.wuerth-ag.ch
ZZ-Racing, Bevaix	www.zz-racing.ch