

AGT
www.agtech.ch

Editorial

Les associations romandes de techniciens trop laxistes ?

Le mot du président

Explication de l'augmentation de la rétribution à l'ASET

Ce que nous offre la presse technique et scientifique

Le pont qui défie les séismes

L'hydrogène, vecteur d'énergie de demain ?

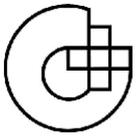
Les nouveaux diplômés ainsi que les nouveaux adhérents

Sorties et activités pour cette année

Casses-têtes

Offre d'emploi

Liste des membres



Editorial

Depuis quelques années, certaines branches ne trouvent pas suffisamment de candidats pour lancer une nouvelle volée de techniciens ET. Pourquoi ? Est-ce que le diplôme ne vaut pas grand chose aux yeux des gens ? La publicité n'est pas convaincante pour motiver les troupes ? La population a-t-elle connaissance de l'existence de ce diplôme ? Les personnes ayant ce diplôme n'en sont-elles pas contentes et en parlent négativement auprès de leur entourage personnel et professionnel ? Les débouchés ne sont pas intéressants ?

A redéfinir, le rôle réel de notre association. Il faudrait vraiment créer une association romande des titulaires du diplôme de technicien ET. Si l'on regarde "l'ASET", basée en suisse alémanique, elle regroupe 2500 membres. Si l'on regarde "Il Technico ST", basée au tessin, elle regroupe plus de 250 membres. Si l'on regarde la suisse romande, il n'y a que des petites associations de moins de 100 membres éparses et beaucoup de techniciens ne

faisant partie d'aucune association. La raison de ce désintérêt général est simple; nous sommes trop petit et pas assez présent pour intéresser les nouveaux diplômés. Il est clair que notre manière de "recruter" de nouveaux membres n'est pas assez efficace, comme nous ne sommes pas assez efficaces non-plus pour motiver des jeunes qui ne savent pas si cela vaut la peine de commencer des cours du soir pour n'obtenir "qu'un diplôme de techniciens ET". Il n'y a pas 36 solutions pour avoir une association forte et utile; c'est un qui nous pourront espérer grandir et promouvoir correctement aux yeux des patrons en suisse romande, le titre de technicien ET et ainsi redorer le blason de notre titre. Donc, pour redonner un attrait à ce diplôme, c'est aux membres eux-mêmes de parler et de promouvoir les cours du soir en racontant quels sont les avantages et les progressions professionnels qu'ils ont obtenus grâce à leurs études.

Marc Berchten

Mot du Président

Cher ami(e) technicien(ne). Vous avez reçu la cotisation "nouvelle mouture" suite à la décision prise lors de notre dernière assemblée générale. En fait nous avons accepté d'adapter le montant reversé à l'ASET pour lui permettre de nous fournir un service encore plus efficace. Sachez que l'ASET regroupe actuellement 2500 membres. Par notre intermédiaire et celui de l'ASET vous pouvez dorénavant et déjà bénéficier de quelques avantages en plus de la possibilité de devenir ingénieur Eureta. Voici une liste non exhaustive :

- Une inscription au registre suisse des ingénieurs avec 50% de rabais.
- Un diplôme d'ingénieur Eureta reconnu dans plusieurs pays européens.
- Une adresse e-mail GRATUITE en tant que membre de l'AGT.
- Réduction de prix lors de cours post-grade chez EDUSWISS.
- Réduction de votre prime d'assurance maladie auprès de la Concordia.

- Un espace GRATUIT dans le journal de l'ASET pour vos articles techniques et informations.
- Un espace GRATUIT dans le bulletin de l'AGT pour vos articles techniques et informations.
- Un abonnement avec 10% de réduction au magazine PME magazine. (Offre soumise à conditions).
- Un abonnement à prix réduit auprès de la revue UTS (revue de l'association Suisse des Ingénieurs).

Vous trouverez les dernières informations concernant l'association sur notre site www.agtech.ch. Beaucoup de sorties vous sont proposées, alors n'hésitez pas à vous inscrire, soit en téléphonant à l'organisateur, soit en envoyant un e-mail à l'association (contact@agtech.ch).
Bien à vous.

Didier Moullet
Président

UN PONT QUI DEFIE LES SEISMES

Dans une région qui est l'une des plus sismiques d'Europe, où la profondeur d'eau est exceptionnelle et le sol peu résistant, un pont va être construit pour relier le Péloponnèse au continent. Ses fondations reposeront sur un sol armé par des tubes métalliques.

Au Sud de la Grèce, un long bras de mer appelé golfe de Corinthe sépare le Péloponnèse du continent. Pour aller de l'un à l'autre, l'automobiliste a le choix entre deux itinéraires : soit passer à l'est par l'isthme de Corinthe percé en 1893 par le canal du même nom, soit franchir à l'ouest le golfe en empruntant la ligne de bacs mise en place à cet effet près de Patras. Mais cette dernière desserte ne suffit plus aujourd'hui à écouler un trafic en forte croissance. Elle sera bientôt remplacée par le pont de **Rion-Antirion**, le plus long pont à haubans du monde, trois kilomètres !

UN DEFI A L'IMPOSSIBLE

Il y'a un million d'années, le Péloponnèse faisait partie du continent. Depuis cette époque, les mouvements tectoniques qui affectent la région écartent régulièrement les deux zones de plusieurs millimètres par an. Cette lente dérive a entraîné la formation du golfe de Corinthe. Il en résulte aussi une activité sismique importante.

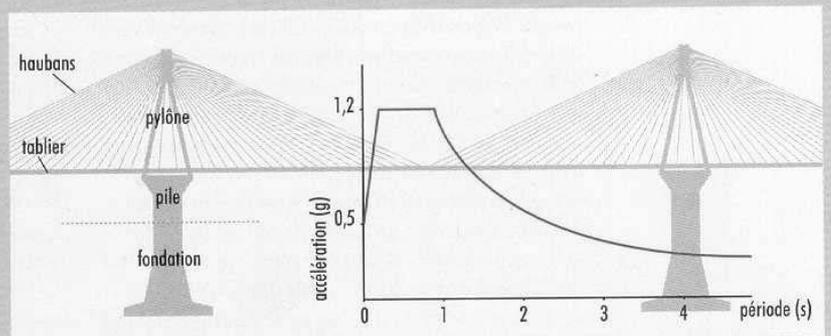
Les séismes soumettent toutes les constructions à des mouvements vibratoires horizontaux et verticaux qui génèrent des forces croissant proportionnellement à la masse de la structure et aux accélérations qui lui sont imposées. Les forces horizontales se révèlent bien plus dangereuses, les constructions étant en général plus aptes à résister à des forces verticales, comme la pesanteur.

A cette activité sismique intense de la zone viennent s'ajouter deux autres caractéristiques physiques défavorables : tout d'abord, la profondeur d'eau de 60 mètres, exceptionnelle pour les fondations d'un pont (en général, elle ne dépasse guère les 20 mètres). Ensuite la qualité très médiocre du sol : en un million d'années, la fosse marine créée par l'écartement entre le Péloponnèse et le continent s'est comblée de sédiment provenant de l'érosion des rives. Sur les cent premiers mètres au-dessous du fond marin, les sondages ont mis en évidence un empilage de couches hétérogènes constituées de sables, de limon et d'argile. Le substratum rocheux se trouve quant à lui relégué à une profondeur telle (env. 500m) qu'il est inaccessible pour servir d'assise à un ouvrage.

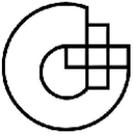
En dépit de telles contraintes, l'administration grecque décide de faire réaliser l'ouvrage avec des spécifications contractuelles particulièrement sévères pour le pont qui doit :

- résister à un événement sismique majeur, mesuré par son « spectre de réponse », ce qui l'oblige notamment à supporter une accélération horizontale maximale égale à 120% de la pesanteur.
- s'adapter à des mouvements tectoniques pouvant atteindre 2 mètres dans toutes les directions : chaque fondation doit pouvoir se déplacer latéralement ou s'enfoncer de 2 mètres par rapport à ses voisines.

Figure 1. Pour définir l'événement sismique majeur auquel devra résister un ouvrage, on se sert de son spectre de réponse. Cette courbe donne, en fonction de la période de vibration d'une structure, l'accélération à laquelle celle-ci sera soumise. En multipliant cette accélération par la masse de la structure ($F = mg$), on obtient la force sismique s'appliquant à celle-ci. Le spectre donne pour une période égale à 0 (correspondant à une structure extrêmement rigide) l'accélération propre du sol sur le site (0,5 g dans notre cas, g étant l'accélération de la pesanteur). Lorsque la période augmente, c'est-à-dire lorsque la structure est plus souple, l'accélération qui lui est appliquée croît très vite (1,20 g dans notre cas pour des périodes de l'ordre d'une seconde). Puis elle diminue pour des périodes de plus en plus longues, c'est-à-dire pour des structures de plus en plus souples. On retrouve ici le principe du chêne et du roseau.



On retrouve ici le principe du chêne et du roseau.



Les effets des séismes sur les constructions

Un séisme a pour origine une rupture dans la croûte terrestre à plusieurs kilomètres ou dizaines de kilomètres sous la surface de la Terre. Sous l'effet de cette rupture, des ondes se propagent dans le sol et y engendrent des vibrations qui s'atténuent avec la distance. On les mesure à l'aide d'accélérographes qui enregistrent les accélérations du sol. La magnitude d'un séisme traduit l'énergie qu'il libère. Avec la distance à l'épicentre, elle ne suffit pas à caractériser les paramètres sismiques nécessaires au dimensionnement des ouvrages. Le séisme de Mexico (1985), par exemple, présentait une magnitude élevée (8.1), mais son épicentre se situait à plus de 400 kilomètres de la ville. En raison de son éloignement, son action sur Mexico aurait dû être modérée. Or il fut dévastateur car il créa des oscillations de large amplitude dans la cuvette alluvionnaire de la ville, avec une période de vibration de l'ordre de 2 secondes, proche de celle de nombreux bâtiments, qui entrèrent de ce fait en résonance avec les vibrations du sol. On comprend ainsi que les effets d'un séisme sur une construction dépendent aussi des caractéristiques du site (nature des sols en particulier) et des périodes de vibrations propres à la structure.

UNE OPERATION COMPLEXE

Certes, les techniques de renforcement ont fait de larges progrès au cours des dernières décennies. Mais ici, la nature du sol et la profondeur de l'eau compliquent sérieusement le problème. Aucune des méthodes connues ne peut s'appliquer telle quelle. Ainsi, le compactage dynamique (qui consiste à laisser tomber d'une grande hauteur une masse de plusieurs dizaines de tonnes sur le sol) aurait pu à la rigueur être appliqué par 60 mètres d'eau, mais il est inefficace sur les terrains limoneux et argileux. Autre méthode existante, le renforcement par colonnes de matériaux traités, qui consiste à incorporer de la chaux et du ciment dans le sol, afin d'améliorer ses caractéristiques générales. Mais le mélange résultant de cette opération serait impossible à contrôler à une telle profondeur d'eau et, de toute façon, ne pourrait conférer au sol les qualités nécessaires à la stabilité des fondations.

Il existe encore une autre méthode plus radicale, la substitution : enlever l'ensemble du sol impropre pour le remplacer par un nouveau matériau présentant la qualité requise. Une opération impraticable dans la région, faute notamment de lieux de stockage pour des volumes considérables de matériaux au voisinage du pont. Il reste donc à imaginer une solution de renforcement entièrement nouvelle, réalisable (et contrôlable !) par 60 mètres d'eau, et capable de conférer au sol les propriétés nécessaires.

C'est ainsi que, lors d'une séance de *brain storming*, une solution se profile, incertaine, néanmoins porteuse de promesses : réaliser des colonnes en tubes d'acier, matériau connu pour sa résistance. La mise en place de tubes métalliques dans les fonds marins n'est-elle pas devenue une opération classique pour les plates-formes pétrolières offshore, et ce par des profondeurs d'eau souvent bien supérieures à 60 mètres ? Des simulations numériques, et parallèlement des essais sur modèle

réduit en centrifugeuse, ont permis de représenter aussi fidèlement que possible le comportement respectif des tubes, du sol et de leur interaction.

Ces études, théoriques et expérimentales, permettent de comprendre le comportement du sol ainsi renforcé lors d'un séisme. Une fondation soumise à une force horizontale et donc à un « moment de renversement » (qui est égale à la multiplication de la force horizontale par la distance entre le point d'application de la force et le bas d'une structure) peut induire deux types de ruptures :

- si la force horizontale domine, la fondation aura alors tendance à glisser sur le sol.
- si au contraire le moment de renversement est prépondérant, la fondation aura tendance à basculer et à s'enfoncer dans le sol en créant une rupture le long d'une surface de forme circulaire (fig.2a)

A priori, les deux types de ruptures peuvent se produire. Mais celle par basculement est bien plus dangereuse que celle par glissement, car elle crée des inclinaisons permanentes dans les piles (partie émergente des piliers comprise entre les fondations et le tablier) qui peuvent mettre le pont hors d'usage. A l'inverse, un glissement modéré des fondations n'affecte pas la stabilité du pont.

Or, l'objectif principal est de s'opposer à la rupture par basculement : les tubes vont agir comme des clous qui, grâce à leur résistance au cisaillement, empêchent la fondation de basculer (fig.2b). En plus, les sommets des tubes seront liés avec le bas de la fondation par une injection au ciment.

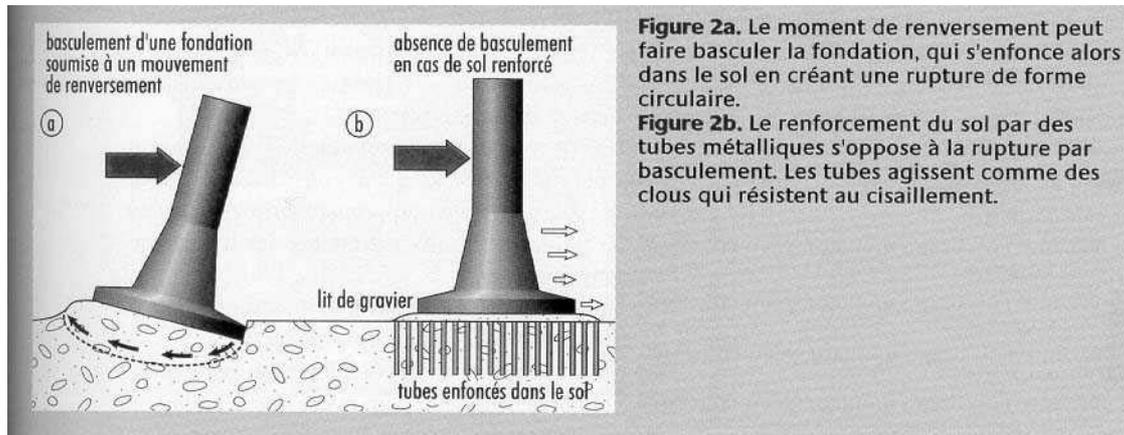


Figure 2a. Le moment de renversement peut faire basculer la fondation, qui s'enfonce alors dans le sol en créant une rupture de forme circulaire.

Figure 2b. Le renforcement du sol par des tubes métalliques s'oppose à la rupture par basculement. Les tubes agissent comme des clous qui résistent au cisaillement.

Des essais en centrifugeuse pour tester le sol renforcé

Pour être valides, les simulations expérimentales sur modèles réduits doivent respecter un certain nombre de lois dites de similitudes. Dans le cas des sols, cela impose d'utiliser le matériau réel du site et de le soumettre à un champ de pesanteur artificiel inversement proportionnel à l'échelle de réduction du modèle : ainsi, pour un modèle au 1/100^e, on applique un champ de pesanteur égal à cent fois celui de la pesanteur terrestre. On le réalise dans une centrifugeuse de grande dimension. Cette centrifugeuse est capable d'embarquer une masse de 2 tonnes et de la faire tourner à près de 300 km/h pour la soumettre à l'accélération de 100 G requise. Le modèle réduit comporte le sol renforcé (avec des tubes à la même échelle) surmonté d'une fondation. Pendant l'essai, on applique à celle-ci des forces et des moments de renversement jusqu'à la rupture du sol renforcé, pour déterminer sa résistance et ses lois de déformation.

(CEA/CESTA, Bordeaux, France)

PROCEDONS PAR ETAPE

Déterminer la taille des travées (partie du tablier comprise entre deux piliers) qui vont joindre ces fondations, relève essentiellement d'un calcul d'optimisation économique : plus elles sont longues, plus elles sont coûteuses, mais en contrepartie le nombre de fondations, et donc leur coût global, diminue.

Finalement, trois longues travées haubanées, de 560 mètres chacune, seront choisies. Elles seront encadrées par deux travées plus petites de 286 mètres prolongées par des viaducs d'accès reliant le pont à terre. La longueur totale haubanée s'élèvera à 2 252 mètres, **un record mondial !**

Les quatre fondations supporteront chacune un pylône formé de quatre jambes en béton convergeant à leur sommet. Il s'élèvera à 220 mètres au-dessus du fond de la mer. Pour supporter une éventuelle déformation que les fondations feront subir au tablier lors d'un mouvement tectonique, une petite travée de 50 mètres, articulée à ses deux extrémités, sera placée au centre de chaque portée haubanée. Ces petites travées pourront ainsi s'allonger ou se distordre verticalement ou transversalement de 2 mètres ! (fig.3).

travées de 50 mètres peuvent subir des accélérations trop fortes pour la structure. Pour résoudre ce problème, l'ensemble constitué par le tablier et les pylônes sera isoler en le faisant reposer au sommet des piles sur des appuis glissants constitués eux-mêmes par une plaque d'acier inoxydable posée sur une plaque de Téflon (fig.4a). Une technique couramment employée dans les ponts traditionnels pour que les tabliers puissent glisser sur les piles, et s'adapter aux déformations de la structure provoquées par exemple par les écarts de température. Mais ici les masses à isoler sont considérables, ce qui conduit à des appuis de dimensions inusitées. Par ailleurs, pour éviter que les pylônes puissent glisser en dehors des piles et de basculer, un système d'amortisseurs hydrauliques devra être installé reliant leurs sommets.

En cas de séisme, les sommets des pylônes et les extrémités du tablier à la jonction avec les petites

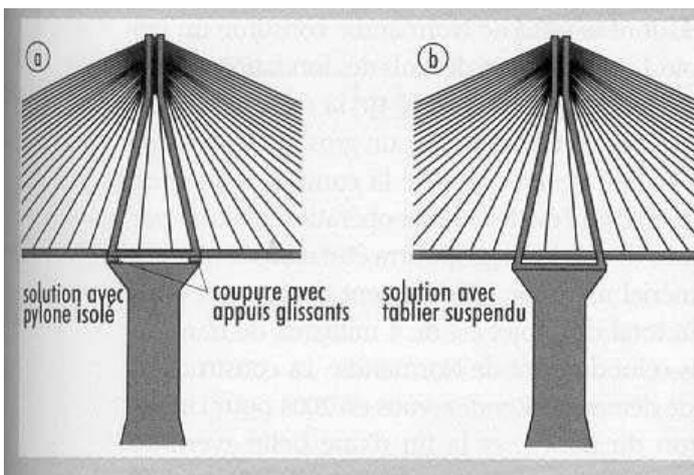
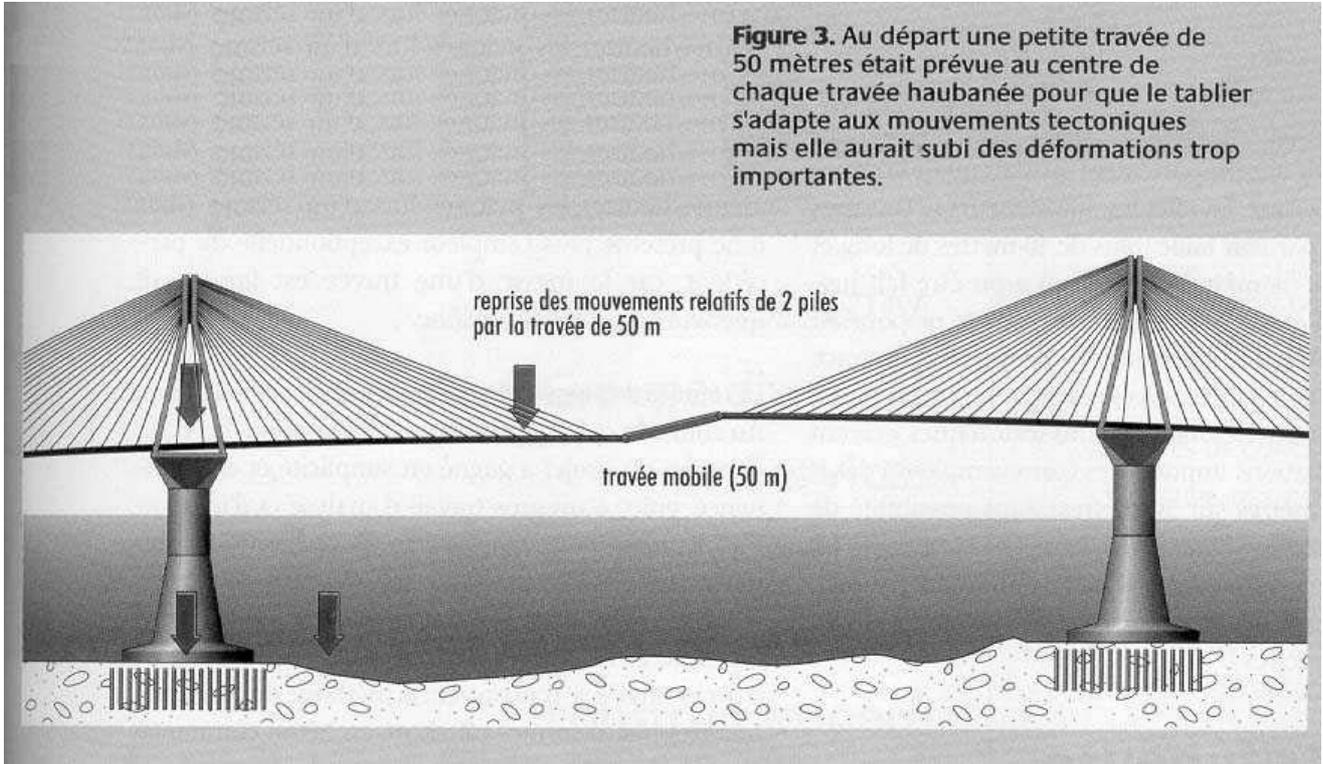
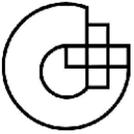


Figure 4a. Pour limiter les accélérations dans les pylônes et le tablier, l'idée consistait d'abord à les isoler en introduisant une coupure au sommet des piles et en les faisant reposer sur des appuis glissants. Mais alors la masse très importante ainsi isolée obligeait à prévoir des appuis et des amortisseurs de taille exceptionnelle, impossibles à tester.

Figure 4b. Finalement, il est décidé de rendre le tablier continu et entièrement suspendu aux haubans : ainsi isolé, il peut se déformer sur toute sa longueur, et il subit des forces sismiques réduites.



RESULTATS DE L'ETUDE

Après de longues négociations entre les autorités grecques et la société qui réalisera l'ouvrage, il est apparu que le renforcement du sol n'était pas pleinement satisfaisant : la liaison entre le sommet des tubes et le bas des fondations se révèle impossible à réaliser de façon satisfaisante et son intérêt est limité. Une autre technique sera utilisée : placer au-dessus du sol renforcé une couche de gravier soigneusement nivelée qui servira d'assise aux fondations. Celles-ci seront ainsi libres de se soulever partiellement et de glisser. En effet, les calculs ont montré que lors d'un séisme majeur, les fondations glisseront au maximum de 40 centimètres et qu'au final, subsistera un déplacement n'excédant pas 20 centimètres. Ce qui paraît tout à fait acceptable pour une structure conçue pour s'adapter à des mouvements tectoniques de 2 mètres.

Il est également apparu que le système d'isolation des pylônes présente un risque technologique important. En effet, les amortisseurs nécessaires dépassent par leur taille (plus de 10 mètres de long et 1 mètre de diamètre) tout ce qui a pu être fait jusqu'alors, et aucune installation au monde ne pourrait les tester pour en déterminer le comportement exact.

Le système des petites travées de 50 mètres se montra peu satisfaisant : les mouvements tectoniques y créent des déformations importantes (par exemple, un dénivelé de 2 mètres sur 50 mètres), sans possibilité de réglage ultérieur. Par ailleurs, le séisme continue à les solliciter très durement malgré l'isolation des pylônes, et l'amplitude des vibrations à leurs extrémités atteint plus de 3 mètres !

Finalement, les petites travées de 50 mètres seront supprimées et le tablier sera en continu sur toute sa longueur et il sera suspendu entièrement aux haubans, sans plus aucun contact direct avec les pylônes (fig.4b). Il formera ainsi une gigantesque balançoire de 2 252 mètres de long, simplement accrochée au sommet des quatre pylônes :

- en cas de mouvement tectonique, le tablier pourra se déformer sur toute sa longueur entre deux piles avec une courbure régulière, supprimant ainsi les cassures qui auraient pu se produire aux extrémités des travées de 50 mètres.
- le tablier étant isolé du reste de la structure, les forces sismiques qu'il subira seront largement réduites.

Un système d'amortisseurs restera nécessaire pour éviter que le tablier ne vienne heurter les pylônes en cas séisme. Mais il ne présentera plus l'ampleur exceptionnelle du précédent.

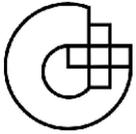
La construction de l'ouvrage s'annonce exceptionnelle. Elle doit combiner deux types de techniques qui n'ont guère eu jusqu'alors d'occasions de se rencontrer : la méthode de construction des plates-formes off-shore en béton, comme en mer du Nord, et la technique des grandes travées haubanées, comme le pont de Normandie (France).

La préparation des sols des fondations, c'est-à-dire le nivellement du fond de la mer, le battage des 700 tubes métalliques avec un gros marteau sous-marin et la mise en place de la couche de gravier, constitueront à l'évidence une opération délicate par 60 mètres de fond. Elle ne pourra être réalisée que par un matériel maritime spécialement conçu à cet effet.

La construction du pont a démarré l'été dernier. Alors rendez-vous en 2004 pour l'inauguration ...

C.B.

(Source : La Recherche + Web)



HYDROGENE : Vecteur d'énergie de demain ?

L'hydrogène est déjà un produit industriel de première importance. L'épuisement des ressources en combustibles fossiles et la priorité donnée à la lutte contre l'effet de serre pourraient en faire le principal vecteur énergétique de demain.

Ne fournissant que de l'eau lors de sa combustion, et potentiellement disponible à partir de l'énergie solaire, l'hydrogène devrait s'imposer comme la future source d'énergie propre et durable, en particulier à travers les piles à combustible génératrices d'électricité. L'Association française de l'hydrogène (AFH₂) estime que, d'ici à moins de vingt ans, il faut s'attendre à des tensions sérieuses résultant de la prise de conscience du caractère limité des réserves énergétiques fossiles facilement exploitables. D'autant plus que la demande mondiale sera fortement croissante avec l'augmentation de la population et du niveau de vie des pays émergents. Il est donc temps de préparer les ruptures technologiques indispensables à l'exploitation des énergies renouvelables d'origine solaire.

Conscients de la nécessité de préparer l'avenir et de l'importance croissante des problèmes de pollution et d'émission des gaz à effet de serre (le CO₂ en particulier, qui est associé à la combustion de tout produit fossile), les groupes pétroliers l'ont bien compris. La plupart d'entre eux investissent dès maintenant dans les énergies propres et renouvelables. Ainsi Shell a créé une filiale, Shell Hydrogen, qui met en place, en Islande, une politique énergétique basée sur l'hydrogène provenant de l'électrolyse de l'eau au moyen d'électricité fournie par des sources d'énergie hydraulique, géothermique et éolienne.

DE L'HYDROGENE POUR LES PILES A COMBUSTIBLES

L'hydrogène est habituellement produit à partir du gaz naturel par **reformatage à la vapeur** dans de volumineuses installations (synthèse de l'ammoniac). Il est abondamment obtenu et utilisé en raffinerie. C'est aussi un coproduit résultant de l'électrolyse chlore-soude.

Considéré comme un produit chimique, il est couramment transporté par canalisations, mais aussi par route sous forme comprimée ou liquéfiée. Le nord de l'Europe est déjà équipé d'un vaste réseau connectant producteurs et utilisateurs.

A l'intérieur d'une pile à combustible, la réaction électrochimique de l'hydrogène avec de l'oxygène (de l'air), produits de l'eau (inverse de l'électrolyse) et fournit de l'électricité et de la chaleur. Répondant à la forte demande d'unités de cogénération décentralisée, les piles à combustible, d'une puissance énergétique de quelques watts à quelques MW, suscitent un grand intérêt. Si elles ne sont pas encore compétitives sur le plan économique, elles ont l'avantage, sur les autres technologies, d'avoir un meilleur rendement énergétique

et de bien moindre rejets (en polluants et en CO₂, principal gaz à effet de serre). Lorsqu'elles sont directement alimentées en hydrogène (sans reformateur d'hydrocarbures), elles n'ont plus alors aucun rejet (y compris le CO₂).

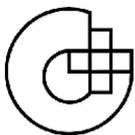
Les efforts de R&D sur les piles à combustible, déjà importants durant les cinq dernières années, s'intensifient rapidement et les annonces de prochaines réalisations se succèdent particulièrement au Japon en Europe et aux Etats-Unis.

L'URGENCE D'UNE REGLEMENTATION

Mais pour développer des technologies nouvelles, les industriels ont souvent plus besoin de lisibilité que de crédits. *Peut-on miser réellement sur les piles à combustible si le problème de leur alimentation en hydrogène se heurte à un cruel manque de réglementation ?* Selon Air-Liquide, les pouvoirs publics ont manifesté leur intérêt pour les piles à combustible. Dans cette logique ils ne doivent plus seulement considérer l'hydrogène comme un produit chimique, mais l'admettre et le référencer comme source d'énergie. Ceci suppose l'établissement d'une législation et d'une fiscalité adaptées, dans le cadre de l'Union européenne (l'Allemagne est la plus avancée dans ce domaine). *Est-il plus dangereux de tracter un conteneur de 50 m³ d'hydrogène liquide à travers le tunnel de Fréjus (autorisé par la législation européenne) ou bien de placer un réservoir d'hydrogène carburant de 1 m³ dans le véhicule de traction ? (afin d'alimenter une pile à combustible qui évitera toute émission de polluant à ce poids lourd, alors mû par un moteur électrique ?).*

Les difficultés réglementaires, particulièrement celles liées au stockage nécessaire à une installation fixe de distribution, aboutissent à des aberrations économiques. Ainsi Air Liquide, premier fournisseur en France d'hydrogène, est amené à produire celui-ci par électrolyse de l'eau sur le site de certains petits clients. Ce qui évidemment ne contribue pas à l'indispensable abaissement des coûts de l'hydrogène !

Très surestimés dans l'esprit des citoyens, qui ont oublié que **le gaz de ville** d'antan contenait jusqu'à 50% d'hydrogène, les risques liés à l'utilisation de l'hydrogène demandent certes l'établissement d'une réglementation rigoureuses. Différents de ceux présentés par les autres carburants, ils n'en sont pas moins tout à fait maîtrisables. Très léger, l'hydrogène a l'avantage de s'élever et de se diluer très rapidement dans l'atmosphère.



SOURCES D'HYDROGENE : du gaz naturel au solaire

Le réseau de distribution d'hydrogène étant encore limité et le stockage restant difficile (réglementation mais aussi coût énergétique de la compression ou de la liquéfaction), le développement des piles à combustibles passe actuellement par celui de petits *reformateurs individuels*, générateurs d'hydrogène. Ceux-ci peuvent fonctionner sur gaz naturel, hydrocarbures (propane, GPL, essence) ou alcools (méthanol, éthanol).

Carburant propre et présentant le plus favorable taux d'hydrogène sur carbone, le méthane apparaît comme le meilleur candidat à la production d'hydrogène. Il permet de minimiser la formation de CO₂, gaz à effet de serre qui accompagne inévitablement la transformation de composés hydrocarbonés en hydrogène dans un reformateur. Pour Gaz de France, les pays disposant de réseaux de gaz naturel, les piles fixes auront chacune leur propre petit reformateur intégré, ou bien elles seront reliées à un réseau local d'hydrogène alimenté par des reformateurs, de taille adaptée, fonctionnant au gaz de réseau. Pour les deux ou trois décennies à venir le gaz naturel va jouer un rôle « d'énergie relais » entre les combustibles fossiles et les énergies renouvelables qui permettront ensuite d'obtenir de l'hydrogène sans émission de gaz carbonique. Sur des générateurs d'hydrogène, d'une certaine capacité, des solutions de piégeage du CO₂ pourront être envisagées (stockage en cavités profondes tel que cela est pratiqué en Norvège).

DES REFORMATEURS MINIATURISES

De petits reformateurs fonctionnant sur propane ou GPL, produits faciles à transporter et à stocker en cuve, resteront indispensables pour l'alimentation de piles à combustible éloignées de tout réseau d'énergie. C'est vraisemblablement, d'ailleurs, par ces piles capables de fournir à des sites isolés l'électricité, la chaleur et éventuellement la climatisation (**trigénération**) que commencera la commercialisation des piles à combustible (Amérique du Nord, Australie, Egypte ...).

Ces reformateurs pourront également utiliser une énergie local renouvelable en fonctionnant sur du gaz provenant de *biomasse* ou de *déchets végétaux*.

Dans le cas des applications mobiles des piles à combustible, deux options sont envisagées : reformateurs miniaturisés ou réservoirs à hydrogène. Les reformateurs, destinés à être embarqués, sont prévus pour fonctionner avec un carburant liquide à température ambiante, soit du méthanol facilement reformable, soit de l'essence, ce qui permettrait d'utiliser le réseau actuel de stations-service. Mais d'après le centre de recherche de PSA/Renault, en utilisant un reformeur embarqué. On se prive de l'avantage exclusif des piles à combustible qui est de supprimer toute émission. Le taux des rejets du pot d'échappement n'est alors guère inférieur à celui de la nouvelle génération de véhicules diesels.

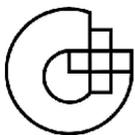
Aussi les efforts de recherche se portent sur les réservoirs à hydrogène : cryogéniques à hydrogène liquide ou à très haute pression (jusqu'à 700 bar), ainsi que sur le stockage de l'hydrogène dans des hydrures ou dans des microstructures telles les nanotubes de carbone.

Afin que l'ensemble de la filière hydrogène n'ait aucun impact environnemental (ni pollution, ni CO₂ à effet de serre), il faudrait produire l'hydrogène par électrolyse de l'eau. Ce qui suppose l'emploi d'électricité de source renouvelable fournie par de l'hydraulique (électricité excédentaire de la nuit), des cellules photovoltaïque ou des éoliennes. Bien que très loin de la rentabilité, ces voies sont toutes à l'étude (Canada, Allemagne). Remarquons que l'électricité nucléaire qui ne présente ni émission de gaz polluants, ni production de CO₂, est actuellement de loin la plus compétitive pour la production d'hydrogène par électrolyse, mais ceci est un autre débat !

« Energies renouvelables, électrolyse de l'eau, hydrogène et pile à combustible sont les quatres piliers d'une énergie du futur, souple, performante et écologique ».

C.B.

(Source : Info Chimie Magazine)



Liste des lauréats 1999 et 2000 ainsi que les nouveaux membres

Lauréats 1999

Mécanique:

ANDOUY Gilles	Prévessin-Moens (F)
BALET Joseph	Genève
BARRAS Joel	Genève
BRAS Bruno	Genève
BURGLER Blaise	Hermance
CAMPANINI Steve	Meyrin
FRANCEY Eric	Genève
GERBELOT Marc	Genève
HUMBERT Marc	Aire-La-Ville
LE GALL Eric	Meyrin
LOPEZ Carlos	Meyrin
MASSAOUTIS Théodore	Cointrin
NICOUD Steve	Petit-Lancy
PENA Samuel	Les Accacias
RIBEIRO Luis Carlos	Genève
RIES Yann	Genève

Electronique:

CARDOSO Antonio Miguel	Genève
CRETEGNY Sébastien	Genthod
FEDERICO Myrko	Petit-Lancy
GIORGI Christian	Onex
GOMEZ Javier	Meyrin
MARFIL Miguel	Grand-Saconnex
MAZZEO David	Carouge
MORGAN Colin	Genève
PELLAT Sébastien	Bernex
SCHULZ Frédéric	Collex
VALERO Stéphane	Grand-Lancy

Microtechnique:

BARRAS Joel	Genève
CHOFFAT Gregory	Confignon
DERENDINGER Pascal	Onex
MARGUET Alexandra	Grand-Saconnex
PIGNARD Franck	St-Julien (F)
RAMU Florian	Satigny
ROFFLER Philippe	Corsier
TOMASELLI Olivier	Onex

Lauréats 2000

Electronique:

IONESCU Bogdan	Thônex
MAGNIN Didier	Petit-Lancy
PEGUET Christian	Petit-Lancy
PHILIPONA Pascal	Gland
SANCHEZ Miguel	Genève
LUVUMBU Rémy	Genève

Génie civil:

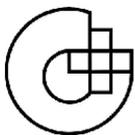
BORREGO José	Divonne-Les-Bains (F)
BITZ Philippe	Nyon
BLETRY Alain	Annemasse (F)
MARMILLOD Yves	Epalinges

Le comité de l'AGT félicite cordialement tous les nouveaux diplômés et leur souhaite beaucoup de succès pour l'avenir.

Nous avons aussi le plaisir d'accueillir trois nouveaux membres cette année :

MARTY Thierry	Bellevue
DERENDINGER Pascal	Onex
STEULET Christophe	Petit-Lancy

Nous leur souhaitons à tous la bienvenue dans notre association.



Sorties et activités

Nous avons le plaisir d'organiser quelques activités diverses cette année.

Voici le programme :

Le dimanche 10 juin 2001

Sortie pique-nique le dimanche après-midi dès 11h30 devant le centre sportif des Evaux à Onex (Ge), au 106 chemin François Chavaz.

Le lundi 11 juin 2001

Visite du chantier de la Hall 6 de Palexpo.

Rendez-vous à 18h précise au parking de la hall de fret, rte des Batayeux.

Durée de la visite : ~1h30 + apéro.

Le jeudi 20 septembre 2001

Soirée Karting à Ville-la-Grand.

Rendez-vous à 19h30 sur place pour une course dite "Grand-prix".

Pour 70.- CHF, vous aurez droit à 10 min pour prendre en main votre kart, puis 10 min d'essais pour vous positionner sur la grille départ (comme en F1 !) et pour finir, il y aura 10 min de course folle (un peu moins vite qu'en F1 quand même !).

Il y a également à disposition pour les pilotes : des casques, des combinaisons, de quoi se désaltérer et même de quoi manger !

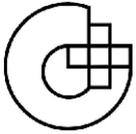
Si vous êtes intéressé pour une ou plusieurs des activités proposées, veuillez vous inscrire d'ici au dimanche 20 mai 2001, soit :

Par e-mail : marc@agtech.ch ou contact@agtech.ch

Par téléphone : 022/329-77-72 (répondeur)

Par courrier : AGT
Case postale 5490
1211 Genève 11 Stand

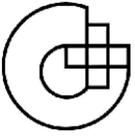
Si vous vous perdez en route, vous pourrez aussi appeler le 079/ 201.40.00.



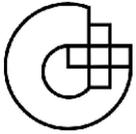
Plan pour se rendre aux Evaux :



Plan pour se rendre au parking de la Hall de fret :



Plan pour se rendre à Ville-la-Grand (Annemasse) :



PAUSE - CAFÉ

1 Peut-on faire "flamber" un jet d'eau ?

Comprimez un coton-tige entre votre pouce et votre index. Au-delà d'une certaine force, il cesse de se comprimer le long de son axe et fléchit soudainement : on dit qu'il "flambe".

Comment expliquer ce comportement ?

Dans le régime de compression, la force F exercée est faible au début puisqu'elle est proportionnelle au rapprochement des extrémités, exactement comme pour un ressort. Lorsque la tige est en flexion, la force est au contraire constante, en première approximation. En effet, si la tige de longueur L subit une déflexion latérale H , l'angle de déflexion vaut environ H/L , et la courbure est de l'ordre de H/L^2 .

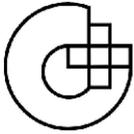
Le couple transmis par la tige de rigidité μ vaut $\mu H/L^2$. Or, au point médian, ce couple résulte du fait que la force F est décalée d'une distance H et vaut HF . Ces deux expressions du couple sont proportionnelles à la déflexion H , ce qui signifie que la force $F = \mu/L^2$ est indépendante de la déformation ! C'est ce qui explique le flambage : lorsqu'on rapproche les extrémités, la force nécessaire à la compression croît. A un certain point, elle devient supérieure à la force requise pour la flexion : plutôt que de continuer à se comprimer, la tige fléchit d'un coup pour soulager la compression. Elle fléchit ensuite progressivement davantage. De même, un tuyau d'arrosage que l'on pousse vers le sol flambe, puis s'enroule régulièrement : dans ce régime stationnaire, sa rigidité en flexion lui permet de prendre appui sur le sol.

Observe-t-on pareil comportement pour un liquide ?

Rien de semblable à l'élasticité dans un liquide visqueux : il ne devrait donc pas pouvoir flamber. Il est pourtant un phénomène qui s'apparente à ce qui précède, comme l'a montré récemment une équipe américaine (L. Mahadevan et al. , *Nature* 392, 140, 1998 ; 403, 502, 2000.). Un filet de miel qui coule depuis la cuillère est comme comprimé par l'obstacle que constitue la tartine. Or, il s'y enroule souvent en colimaçon : manifestement, le miel présente lui aussi une résistance à la flexion. D'où provient-elle ? Suivons un segment du filet de miel au cours de son déplacement : rectiligne d'abord, il prend un virage en s'approchant de la tartine. La moitié du filet extérieur au virage s'étire (elle est en traction), tandis que la moitié intérieure est en compression : le filet transmet donc un couple, proportionnel à la variation temporelle de la courbure et à la viscosité du miel (et non plus à la courbure et au module élastique comme dans le cas du tuyau). Ce couple permet au filet de miel de prendre appui sur la tartine pour s'enrouler.

Au contraire du miel, l'eau ne parvient pas à s'enrouler, quels que soient le diamètre du jet et sa vitesse. Or, l'eau et le miel diffèrent par leur viscosité alors qu'ils ont à peu près la même masse volumique $\rho = 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$ et la même tension de surface γ de l'ordre de 0.05 N/m . L'eau n'est donc pas assez visqueuse pour flamber.

Quelle est la viscosité minimale pour qu'un liquide puisse ainsi s'enrouler ??



2 - La tombola de la route 101

Tous les ans, l'association des usagers de la nationale 101 organise une tombola. 9999 tickets numérotés de 0001 à 9999 sont émis et trois nombres "rouges" (des nombres entiers compris entre 0 et 99) tirés au sort. Un ticket est gagnant si la différence entre le nombre formé des deux premiers chiffres et le nombre formé des deux derniers chiffres est un nombre "rouge".

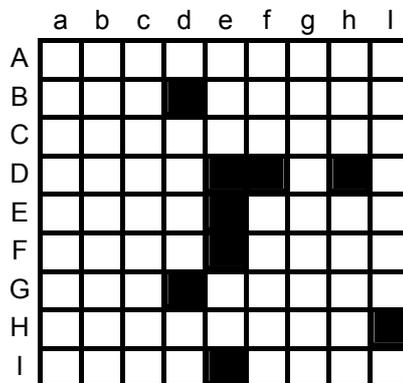
Ainsi, si les nombres rouges sont 3, 11 et 35,

- le numéro 2817 est gagnant car $28 - 17 = 11$
- le numéro 1550 est gagnant car $50 - 15 = 35$.

Chose étonnante, depuis qu'un ordinateur totalise tous les numéros gagnants, la somme de ces numéros se révèle chaque année être un multiple de 101 !

Est-ce une coïncidence ?

3 - Nombres croisés

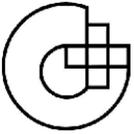


Horizontalement

- A** Carré de G2.
B Vaut la somme des factorielles de ses chiffres.
Le produit des chiffres vaut 2.
C Le produit des chiffres vaut 1440.
D La somme des chiffres vaut 26.
E La somme des chiffres vaut 22.
Carré.
F La somme des chiffres vaut 17.
Carré.
G Le produit des chiffres vaut 21.
Le produit des chiffres vaut 588.
H La somme des chiffres vaut une puissance de 2.
I La somme des chiffres vaut 17.
Carré.

Verticalement

- a** Carré de h2.
b Cube de B2.
c Carré de f2.
d Vaut la somme des puissances quatrièmes de ses chiffres.
Palindrome.
e Carré de d2.
Carré.
f Anagramme de h1.
Le produit des chiffres vaut 2744.
g Palindrome dont le produit des chiffres vaut 3200.
h Cube.
Le produit des chiffres vaut 3528.
i La somme des chiffres vaut e2.



Solutions

Nombres croisés du journal n° 15 :

	a	b	c	d	e	f	g	h	i
A	1	3	3	4	3	2	8	3	1
B	8	7	5	3	1		4	3	3
C	7	0	6		1	1	1	0	1
D	4	1		5	1	1		7	5
E	8	4	3	9	7	3	9	0	2
F	9	6	6		4	6	6	5	6
G		2	1	7	4		4	0	0
H	1	3		1	5	5	2	3	6
I	4	2	1	8	7	5		2	9

Peut-on faire « flamber » un jet d'eau ?

Avec la tension de surface, la masse volumique et la gravité ($g = 10 \text{ m/s}^2$), on peut former une viscosité critique $\eta_c = (\gamma^3 \rho / g)^{1/4}$ d'environ 0.3 Pa.s .

L'eau n'est pas du tout aussi visqueuse ($\eta = 10^{-3} \text{ Pa.s}$). Les effets de capillarité dominent les effets de viscosité : formation de gouttes si l'orifice est très haut ou si le jet est très fin, formation d'un ménisque si l'orifice est trop bas.

La tombola de la route 101

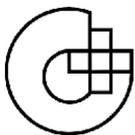
Si un numéro gagnant N s'écrit abcd, le numéro N' s'écrivant cdab est aussi gagnant. Deux cas se présentent alors :

- $N = N'$ (N s'écrit abab), et N est un multiple de 101 (101 M, où M s'écrit ab).
- $N \neq N'$, et alors $N + N'$ est un multiple de 101.

En regroupant ainsi deux par deux tous les numéros gagnants, on obtient bien une somme multiple de 101

Nombres croisés

	a	b	c	d	e	f	g	h	i
A	7	4	3	8	1	6	5	2	9
B	1	4	5		2	1	1	1	1
C	6	5	2	1	1	2	2	6	1
D	9	6	5	6			4		2
E	5	7	7	3		1	2	2	5
F	4	4	5	4		8	4	6	4
G	1	3	7		2	7	2	7	3
H	7	2	2	1	5	7	1	7	
I	6	1	9	1		7	5	6	9



Offre d'emploi



ACTIS Computer SA

constructeur de systèmes informatique pour l'industrie et les télécommunications, recherche pour son site européen, situé à Genève / Plan-Les-Ouates, le collaborateur suivant:

Technicien(ne) En Electronique

Vous aurez la responsabilité des tests de fabrication et des lancements et suivis de production. Vous devez avoir l'habitude de travailler sur des circuits analogiques et numériques à base de microprocesseurs et vous maîtrisez l'écriture de logiciels de test en langage C. De bonnes connaissances de l'anglais sont nécessaires.

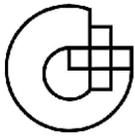
Une expérience dans le dessin de circuits imprimés assisté par ordinateur (CAO), afin de réaliser de modules de test, représente un atout supplémentaire.

Ce poste offre des possibilités d'évolution vers la conception de produits.

CONDITIONS

Nous offrons des postes avec une activité variée dans un environnement décontracté. Les personnes de nationalité Suisse ou titulaire d'un permis de travail valable sont invitées à envoyer, *exclusivement par courrier*, un dossier complet avec une lettre de motivation manuscrite à :

ACTIS Computer SA
Service du personnel
19, chemin du Champ-des-Filles
CH-1228 Plan-Les-Ouates / Genève

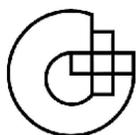


Liste des membres

ALVAREZ Amando	Genève	LAGRIVE Claude	Veyrier
ANDREETTA Pierre	Plan-les-Ouates	LEGRAND Christian	Chatillon sur Cluses (F)
ANDREY Gabriel	Carouge	LESSMANN Edwin	Satigny
ARGYRIS Sotirios	Genève	LEVRAT Olivier	Genthod
BACHMANN Jean-Jacques	Grandson	LUZU Bernard	Petit-Lancy
BAEZA Alexandre	Le Lignon	MAECHLER Daniel	Le Lignon
BAJULAZ Alain	Aire-la-ville	MARTY Thierry	Bellevue
BARRAS Pierre Léon	Genève	MAURY Christian	Perverenges
BASSO Roberto	Meyrin	MICHEL Catherine	Carouge
BATTAGLIERO Christophe	Valleiry (F)	MONVAL Robert	Bellegarde (F)
BECHIR Jean-Marc	Bernex	MORALES Sébastien	Les Avanchets
BERCHTEN Marc	Genève	MOSER Marc-André	Petit-Lancy
BEUCHOTTE Eric	Genève	MOULLET Didier	Carouge
BIELER Daniel	Onex	NINO Francisco Javier	Genève
BOCHATAY Olivier	Vernayaz	NUSBAUMER Jean-Marc	Carouge
BORDIGNON Alain	Carouge	PASCHE Michel	Chexbres
BOSCH Jean-Gabriel	Collonges-sous-Salève (F)	PERRIER Eric	Orbe
BREGUET Olivier	Le Locle	PIACENZA Alain	Saint-Cergue
BUCLIN Marc	Bernex	POMMAZ Stéphane	Saint Léger
CARNEIRO SOARES Paulo	Genève	PONCE Jorge	Nyon
CARRETI Robert	Gaillard (F)	PRADERVAND Alain	St Jean de Gonville (F)
CAUTILLO Francis	Genève	REYES Pedro	Délémont
CHAPPUIS Daniel	Genève	ROESSLI Pierre-Alain	Sierre
CHARLET Manuel	Genève	SAEGESSER Stéphane	Pully
CHETELAT Claude	Plan-les-Ouates	SARTEUR Laurent	Genolier
COMINA Michel	Genève	SCHÄR Frédéric	Meyrin
DE FARIA Luis Miguel	Genève	SCHWOB Jean	Bassins
DECAILLET Alain	Genève	SEGATORI Jean-François	Denens
DERENDINGER Pascal	Onex	SINIGAGLIA Christian	Vernier
DESCHENAUX Jean-Paul	Carouge	STEULET Christophe	Petit-Lancy
DESIMONE Laurent	Epalinges	VAGNI Giorgio	Genève
DI LUCA Serge	Grand-Lancy	VON WARTENSLEBEN Aurélie	Grand-Saconnex
DIVOUX Jean-Noël	La Chaux-de-Fonds	VUAGNAT Oivier	Carouge
DONADELLI Igor	St-Laurent (QC)	WALGENWITZ Robert	Genève
DROCCO Gérard	Genève	ZILTENER Joseph	Dielsdorf
DUMONT Laurent	Versoix		
ESSELBORN Philippe	Bevaix		
FERRIERO Giuseppe	Coppet		
FREIHOLZ Alain	Petit-Lancy		
GACHET Martial	Duillier		
GANZ Jean-Pierre	Bernex		
GARDIOL Jean-Claude	Choulex		
GIANOCCA Bruno	Les Avanchets		
GIROUD Jean-Louis	Vandoeuvres		
GODONU-DOSSOU Alexandre	Luxembourg (L)		
GUIDI Marco	Grand-Lancy		
GUISOLAN Alain	Sergy-Haut (F)		
GUY Christel	Thônex		
HARTH René	Genève		
HAUSAMANN Laurent	Villars-Burquin		
HEIMO Philippe	Croix-de-Rozon		
HUMBERT DROZ Fernand	Grand-Lancy		
IMBRUGLIA Piero	Genève		
JANUSZEWSKI Yves	Bernex		
JASTROW Edgar	Versoix		
KIRCHHOFER Patrick	Genève		
KOENIG Nicole	Bernex		
KREUTSCHY Pierre-Alain	Genève		
KUNZ Philippe	Chêne-Bourg		

Impressum

Editeur :	comité AGT
Rédaction :	Christophe Battaglierro Marc Berchten Didier Moullet
Mise en pages :	Marc Berchten
Correspondance :	AGT Case postale 5490 1211 Genève 11 Stand
e-mail :	contact@agtech.ch
Le bulletin de l'AGT :	paraît 2x par an
Tirage :	150 exemplaires



Composition du comité 2001

Président	Didier MOULLET 3 rue du Pont-Neuf 1227 Carouge	Tél. privé : 022/343 82 86 Tél prof. : 022/709 06 96 Natel : 079/442 10 47 Fax : 022/343 82 88 E-mail : didier@agtech.ch
Attaché relation ASET	Philippe ESSELBORN La Truitière 2022 Bevaix	Tél. privé : 032/846 23 41 Tél prof. : 022/363 46 51 E-mail : philippe@agtech.ch
Trésorier	Serge DI LUCA Av. Eugène Lance 27 1212 Grand-Lancy	Tél. privé : 022/794 47 70 Tél prof. : 022/767 56 40 Natel : 079/201 40 00 E-mail : serge@agtech.ch
Secrétaire / Archiviste	Laurent DUMONT 24 rte de Sauvigny 1290 Versoix	Tél. privé : 022/779 48 00 Tél prof. : 022/879 18 36 Fax. prof. : 022/879 19 09 E-mail : laurent@agtech.ch
Rédacteur bulletin	Christophe BATTAGLIERO Les Erables Bât. D F-74520 Valleiry	Tél. privé : 0033/450 04 39 27 Tél prof. : 022/780 32 30 E-mail : christophe@agtech.ch
Rédacteur bulletin	Marc BERCHTEN Rue Gourgas 15 1205 Genève	Tél. privé : 022/329 77 72 Tél prof. : 022/780 78 15 E-mail : marc@agtech.ch

