

**[WWW.ARTECH-GE.CH](http://WWW.ARTECH-GE.CH)**

Le mot du Président

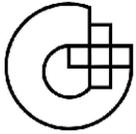
L'actualité technique et scientifique

Le graphène, matériau de l'année ...

Sorties et activités pour cette année

Convocation à l'AG 2009

PV de l'AG 2008



## Mot du Président

Bonjour,

Votre titre de technicien est précieux. Vous avez travaillé dur et, parfois, fait des sacrifices pour obtenir ce titre. Sachez que vous n'êtes pas les seuls !

Votre association regroupe des diplômés ES. Nous sommes tous dans la technique, mais savez-vous que ce titre est aussi délivré dans d'autres disciplines ?

Les hygiénistes dentaires, les ambulanciers, techniciens en analyses biomédicales, podologues, éducateurs d'enfants, diététiciens ou encore certains fleuristes et j'en passe.

Toutes ces formations, dont certaines nous sont familières, peuvent intégrer notre association ! Nous ne sommes pas sectaires. Aussi, si vous connaissez des personnes qui ont envie de participer à notre association et qui sont porteurs du titre ES, envoyez les nous ! Nous les accueilleront avec plaisir.

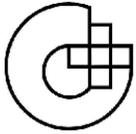
D'autre part, notre AG est annoncée le mercredi 2 décembre aux Vieux Grenadier. Vous trouverez dans le bulletin votre convocation, ainsi que le PV de notre dernière AG.

Avec toute mon amitié et à très bientôt,

Didier Moullet  
Président ARTech-Ge

### Impressum

Editeur :	comité ARTech
Rédaction :	Christophe Battagliero Marc Berchten Didier Moullet
Mise en pages :	C. Battagliero
Correspondance :	ARTech Case postale 15 1283 La Plaine
e-mail :	contact@artech-ge.ch
Le bulletin de l'ARTech paraît 2X par an	
Tirage :	50 exemplaires



## Le graphène, matériau de l'année ...

**L'électronique fondée sur des transistors en silicium atteindra bientôt ses limites de miniaturisation. Pour remplacer le silicium, le meilleur candidat est un matériau que l'on trouve... dans les mines de crayon !**

C'est en 2004, au Centre de physique mésoscopique et de nanotechnologies de l'Université de Manchester (G.B) que l'on a montré qu'il était possible d'isoler du graphène, un cristal bidimensionnel dont l'épaisseur est celle d'un atome. Autrement dit, le plus fin qui soit.

En quatre ans, le graphène est devenu la star des nanotechnologies et de la physique de la matière condensée. Eclipsant les autres sujets de recherches dans ces deux domaines, il était la vedette des derniers congrès de la Société américaine de physique.

### TRANSISTORS ULTRARAPIDES

Des expériences réalisées en 2008 confirment que, sous certaines conditions, le graphène pourrait être utilisé pour fabriquer des transistors ultrarapides, larges d'une dizaine de nanomètres et épais de quelques dixièmes de nanomètres seulement. Les techniques de fabrication du graphène sont, elles aussi, en plein développement. Soit autant d'éléments laissant espérer que le graphène tiendra une place de choix dans l'électronique de demain.

Ce matériau n'avait, a priori, rien d'extraordinaire. Il s'agit d'une couche plane d'atomes de carbone, constituée par la répétition de motifs hexagonaux où les atomes sont situés à chacun des six sommets. Cette structure cristalline rappelle ainsi la forme d'un nid d'abeille [fig. 1]. A l'état naturel, on le trouve à l'intérieur des cristaux de graphite qui composent les mines de crayons. Ce matériau est effectivement constitué d'un empilement régulier de feuilles de graphène, liées entre-elles par des interactions dites de « Van der Waals ». Ces interactions sont de faible intensité. C'est la raison pour laquelle des feuilles de graphène peuvent glisser les unes sur les autres et se détacher lorsqu'une mine de crayon gratte une feuille de papier.

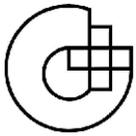
Les travaux visant à produire un nombre restreint de feuilles de graphène trouvent leur origine dans les années 1970. Plusieurs méthodes ont été développées,

comme l'intercalation de molécules au sein d'un cristal de graphite, ou la croissance de couches de carbone à la surface de métaux. Dans les années 1990, une monocouche aurait été fabriquée par cette dernière méthode. Mais ses propriétés électroniques n'avaient pas été étudiées. Pour cela, il aurait fallu que le graphène soit isolé, voire faiblement lié à la surface métallique. Une telle situation n'était, en réalité, pas vraiment recherchée. Car des arguments théoriques indiquaient qu'un cristal bidimensionnel ne serait jamais assez stable pour être isolé.

En 2001, l'Institut de Technologies de Géorgie, à Atlanta, lançait un programme de recherche visant à produire un tout petit nombre de feuilles de graphène superposées. Il souhaitait aussi en caractériser les propriétés électroniques, en vue d'éventuelles applications. Connue sous le nom de graphène « *épitaxié* », sa méthode de synthèse a permis d'isoler, en 2004, trois feuilles de graphène empilées. Par la suite, on a obtenu une monocouche grâce à cette méthode, qui est aujourd'hui considérée comme la seule capable de synthétiser du graphène à grande échelle. Mais, en 2004, quelques semaines avant que l'équipe américaine ne publie ses résultats, c'est une équipe britannique de l'Université de Manchester qui a attiré l'attention médiatique.

A l'aide d'un simple ruban adhésif – de type Scotch – ils ont littéralement pelé des cristaux de graphite, feuille après feuille. Parmi les échantillons obtenus, un petit nombre n'était composé que d'une couche unique d'atomes de carbone très faiblement liés à son support.

Dès 2005, en appliquant une tension électrique variable sur ce graphène, puis en mesurant la résistance du matériau, les physiciens de Manchester ont mis en évidence le comportement pour le moins inhabituel des électrons de conduction. Dans tous les matériaux connus, ceux-ci ressemblent à des boules de billard : leur comportement est modifié chaque fois qu'ils entrent en collision avec une impureté présente dans le réseau cristallin.



## ELECTRONS SANS MASSE

Dans le graphène, en revanche, la course des électrons demeure inchangée sur de très grandes distances (un micromètre environ) au regard de l'échelle atomique. Tout se passe, en fait, comme si ces électrons étaient dépourvus de masse. Ils se propagent ainsi à la vitesse de 1000 kilomètres par seconde. Prédite, en 1947, d'une façon rigoureusement théorique par le canadien Philip Wallace, cette propriété résulte du comportement collectif des électrons et de leur interaction avec la structure cristalline et bidimensionnelle du graphène.

Avec d'autres qui ont suivi, ces expériences ont prouvé qu'une feuille de graphène avait bel et bien été isolée. Nombre de physiciens se sont alors plongés dans l'étude du graphène, avec pour objectif la caractérisation systématique de ses propriétés électroniques, magnétiques, optiques, thermiques et mécaniques. Et leurs travaux ont confirmé à quel point le graphène arborait des propriétés physiques incomparables :

- **Épaisseur** : quelques dixièmes de nanomètre ;
- **Vitesse des électrons** : 1000 km/s ;
- **Mobilité électronique** : entre 200'000 et 250'000 cm<sup>2</sup>/V/s ;
- **Résistance mécanique** : 42 N/m<sup>2</sup> soit 200X plus que l'acier.

Mais c'est pour ses propriétés électroniques qu'il tient toujours le haut du pavé. En se fondant sur des mesures reliant la mobilité des électrons à la température, une équipe internationale de physiciens a calculé, en janvier 2008, que les électrons de conduction se déplaçaient plus aisément – sans être freinés par un obstacle – dans du graphène *exfolié* très pur que dans n'importe quel autre matériau utilisé dans l'électronique.

## MOBILITE RECORD

A température ambiante, la valeur de la mobilité électronique serait de 200'000 cm<sup>2</sup>/V/s . C'est 130X plus que dans le silicium. Quelques mois plus tard, une autre équipe internationale confirmait, et même rehaussait, ces résultats. Par des techniques (indirectes) de mesure optique, elle a déterminé que la mobilité des électrons atteignait 250'000 cm<sup>2</sup>/V/s dans le graphène épitaxié, qui manifestement possède encore moins d'impuretés.

La mobilité électronique est un paramètre clé dans l'industrie des semi-conducteurs. Plus la mobilité est importante, mieux les électrons peuvent se propager sans entrer en collision avec une impureté chimique ou un défaut cristallin. Les collisions libèrent de la chaleur que les transistors au silicium doivent absolument évacuer pour qu'ils puissent fonctionner. Les plus fins mesurent actuellement 45nm. Mais, au-dessous d'une dizaine de nanomètre d'épaisseur, ces transistors deviendront trop petits pour que la chaleur soit évacuée.

En raison de la très grande mobilité des électrons dans le graphène, ceux-ci ne libèrent quasiment pas de chaleur. Ce matériau permettrait dans de dépasser les limitations intrinsèques de l'électronique actuelle, pour conduire à une miniaturisation encore plus poussée des transistors.

## LIAISONS STABLES

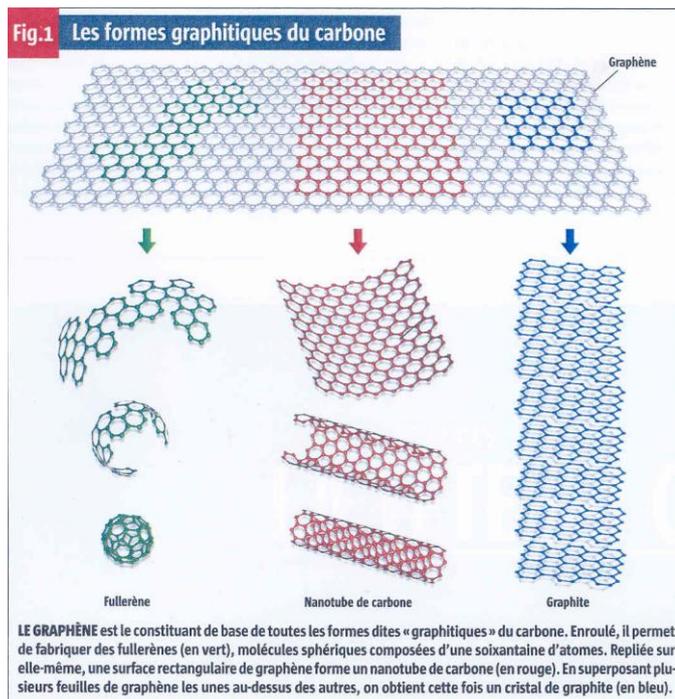
Un autre avantage du graphène est qu'il est beaucoup plus stable que le silicium. Dans le silicium, la propagation de grandes quantités de courant finit par entraîner un déplacement d'atomes. La structure cristalline se voit ainsi altérée, tout comme la conduction électronique. Ce phénomène est particulièrement saillant au niveau des contacts électriques, et d'autant plus important que ces contacts sont proches. Mais il ne se produit quasiment pas dans le graphène, en raison de la très grande stabilité chimique des liaisons entre atomes de carbone. Là encore, cette particularité faciliterait la miniaturisation des transistors.

Enfin, des transistors en graphène seraient non seulement plus petits, mais aussi plus rapides : puisque les électrons s'y déplacent plus vite que dans n'importe quel matériau, l'information pourrait être transmise et traitée à une vitesse plus grande. Au vu des potentialités offertes par le graphène, on comprend que des multinationales comme IBM, Hewlett-Packard et Intel, mais aussi les laboratoires du département américain de la Défense, suivent de près ces développements, et investissent dans des programmes de recherche, aussi bien publics que privés.

Pour que le graphène occupe la place qu'on lui promet, plusieurs défis technologiques doivent néanmoins être surmontés. Le premier concerne la capacité du graphène à passer d'un état conducteur à un état isolant, autrement dit à acquérir des propriétés semi-conductrices. En raison de sa structure électronique, le silicium possède cette propriété. Et dans les transistors, une petite électrode, dite « grille », fournit l'énergie

nécessaire pour que le silicium passe d'un état à un autre. Le courant se propage ou ne se propage pas, et c'est ainsi que l'information peut être traitée par des « *interrupteurs logiques* ».

Plusieurs pistes sont explorées pour que le graphène acquière la même propriété. L'une d'elles consiste à découper, par faisceaux d'électrons, des rubans de graphène larges d'une dizaine de nanomètres. Les fruits récents de ces recherches ont été présentés lors du dernier colloque de la Société américaine de physique, par une équipe de l'université Columbia. Elle a expliqué que, confinés dans de telles dimensions, les électrons de conduction sont caractérisés par de nouveaux états quantiques. Ils ne peuvent plus se propager que s'ils possèdent des niveaux d'énergie plus déterminés. En faisant varier l'énergie des électrons à l'aide d'une électrode, on peut ainsi déclencher ou empêcher leur propagation, et ce faisant, agir sur le passage du courant.



## ETAT ISOLANT

En 2008, il a été démontré que le graphène acquiert des propriétés semi-conductrices lorsque des atomes, soit d'oxygène, soit d'hydrogène, sont inclus par voie chimique dans le réseau cristallin. D'autres méthodes ont été proposées, mais elles présentent toutes le même défaut. Alors que les transistors en graphène sont censés se trouver dans leur isolant, de petites quantités de courant continuent tout de même à se propager.

Un autre verrou technologique est lié à la production à grande échelle du matériau. Depuis 2007, la société **Graphene Industries** commercialise du graphène exfolié. Sachant que 3'000 micromètres carrés sont vendus, en moyenne, 1'800 euros, un mètre carré coûterait la somme astronomique de 600 milliards d'euros !

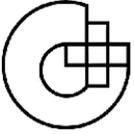
En décembre 2008, **Graphene Works**, installée à Atlanta, l'a rejoint dans ce nouveau marché. Elle commercialise du graphène épitaxié, avec des arguments autrement plus avantageux, puisque, selon l'un de ses membres, le prix de vente est 30'000 fois moins important à surface équivalente. Les échantillons sont, par ailleurs, deux fois plus gros et délivrés plus rapidement.

Au moins deux autres sociétés de ce type devraient voir le jour ces prochaines années faisant a priori encore baisser les prix. Car en comparaison avec la synthèse de graphène exfolié, la méthode est beaucoup moins artisanale et plus facilement contrôlable. Elle se prêterait bien mieux à une fabrication à grande échelle. Des progrès seront néanmoins nécessaires pour obtenir du graphène pur et de bonne qualité cristallographique sur de très larges surfaces.

Avant d'y parvenir, il faudra du temps ... Sans compter que les défis technologiques ne seront pas les seuls à prendre en compte. Un système économique de plusieurs dizaines de milliards d'euros – l'industrie de silicium – ne se défait pas en quelques années ...

( Source : La Recherche )

C.B.



## Sorties et activités

Bonjour à toutes et à tous,

Cette année, comme les autres années, le bilan est totalement POSITIF !!!

A l'occasion du repas du comité et en réservant assez tôt (l'année dernière, il n'y avait plus de table de libre en ayant réservé deux semaines à l'avance...), la sortie gastronomique à la ferme de Colovrex a pu avoir lieu et à plus qu'emballé les participants.

Le menu "bison" de l'auberge est un vrai plaisir pour les papilles et je pense qu'aucun participant ne me contredira !!!

Quand au pique-nique, cette année, la météo nous a permis de l'organiser. Cette fois, c'est dans le vignoble de Satigny que nous avons sévis. Apéro-entrées-grillades-fromages-desserts-café+ ...

Cette journée peut se résumer en une petite phrase (à interpréter comme vous voulez) :

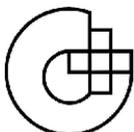
***Le plus dur, c'est de rentrer... :-)***

Pour conclure, côté "sorties", il n'y a pas d'activités prévues d'ici à l'AG du mercredi 2 décembre.

Alors, rdv à l'AG !!!

Amicalement

Marc Berchten



# Convocation à l'assemblée générale

## le mercredi 2 décembre 2009 à 18h30

**au Cercle des Vieux-Grenadiers**  
Rue de Carouge 92  
1205 Genève

Cher(e) membre,

Comme chaque année, il est temps de se retrouver. Des décisions importantes concernant l'association seront prises.

Votre présence est importante, car en l'absence de membres, le comité ne pourra être réélu et en vertu de l'article 26 des statuts, l'association serait inévitablement dissoute.

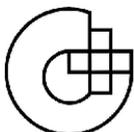
Au vu du travail conséquent accompli par le comité, venez nombreux prendre connaissance des nouvelles perspectives de l'association pour son avenir.

### **Ordre du jour**

- Ouverture
- Approbation du PV de l'Assemblée Générale 2008
- Compte rendu de l'année écoulée
- Rapport du trésorier et des vérificateurs
- Approbation des comptes
- Election du président
- Election du trésorier
- Election du nouveau comité
- Election des vérificateurs des comptes pour le nouvel exercice
- Désignation des experts et des observateurs pour les défenses de diplômés
- Projets pour la nouvelle année
- Propositions individuelles et diverses
- Divers (à annoncer par écrit avant l'Assemblée Générale)
- Clôture

Au plaisir de vous rencontrer lors de cette assemblée, je vous présente, cher(e) membre, mes plus amicales salutations.

Didier Moullet  
Président



# PV de l'assemblée générale 2008 de l'ARTech-Ge

**Date** : 3 décembre 2008

**Présents** :

## Membres du comité

Didier MOULLET	Président
Serge Di LUCA	Trésorier
Olivier FRATERNALE	Secrétaire
Christophe BATTAGLIERO	Rédacteur bulletin & Archiviste
Marc BÉRCHTEN	Rédacteur bulletin
Philippe ESSELBORN	Relation ASET
Denis CARBONE	Webmaster

## Membre(s)

M. Jean-Paul DESCHENAUX  
M. Jean-Louis GIROUD  
M. Marco GUIDI  
M. Alain DECAILLET  
M. Hans SCHWOB  
M. Vincent QUADRI

**Absents** :

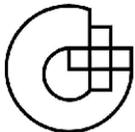
## Excusés

M. Remo BONIELLO

Ouverture de la séance à 18h45, au Cercle des Vieux Grenadiers à Carouge.

## 1 - Ouverture et salutations

- Le président déclare la 45<sup>ème</sup> Assemblée Générale de l'Association ouverte.
- Distribution du listing des présences.
- Demande s'il y a des propositions et des divers pour la fin de la séance.
- Présentation du comité sortant avec les noms et fonctions. Remerciements à tous pour le travail fourni durant cette année 2008. Surtout pour la mise à jour du site Internet.



## **2 - Lecture et approbation du PV de l'assemblée générale du 28 novembre 2007**

- Le PV de l'Assemblée Générale 2007 est lu par O. FRATERNALE et approuvé à l'unanimité.

### Compte-rendu de l'année 2008

- Le comité s'est réuni à 8 reprises cette année.
- Cela fait maintenant 13 ans que notre bulletin paraît. Merci aux rédacteurs, Christophe BATTAGLIERO et Marc BERCHTEN, un grand merci aussi à l'Imprimerie du Moléson qui fait toujours un effort pour le prix de l'impression du bulletin.
- La cotisation pour l'ARTech est de 40 CHF (inchangée par rapport à l'année précédente).
- La cotisation 2008 de l'ODEC reste fixée à 110 CHF. Pas de contact concernant la renégociation prévue courant 2008.
- Cette année le Président ne s'est pas rendu à la réunion des Présidents de l'ODEC.
- Une visite, très intéressante, de la machinerie du Grand-Théâtre à été organisée au mois de mai. Pas de repas de bison cette année, le délai de réservation étant très long. Cette sortie est repoussée en 2009.

## **3 - Relations ARTech - Ecoles**

### IFAGE

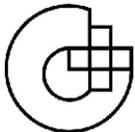
- Pas de relation avec l'IFAGE, qui ne semble pas motivé à promouvoir la formation de Technicien ES.
- De moins en moins de formation technique au programme : le fait qu'il y ait moins d'élèves fait augmenter le coût des cours. La partie technique n'est plus porteuse pour l'IFAGE, donc peu de promotion.
  - Génie Mécanique : terminé.
  - Génie Chimique : terminé.
  - Génie Civil : terminé.
  - Génie Climatique : la section climatique a désormais sa propre structure.
  - Génie Informatique : 1 classe en cours, 1<sup>ère</sup> en tronc commun avec électronique (6000 CHF/an).
  - Génie Electronique : 1 classe en cours (5100 CHF/an).

### CFP-T

- Un don de 250 CHF a été offert aux lauréats de cette année.
- Le CFP (Centre de Formation Professionnelle) accueille désormais des techniciens ES d'autres horizons.
- L'EET est morte, en remplacement le CFP-T a créé des formations à plein temps dans les branches électronique, mécanique etc. ...
- Certains cours théoriques en école ont été déplacé dans d'autres cantons (ex : Laborantin en Physique – EPSIC Lausanne).

## **4 - Relations avec l'ODEC**

- L'ODEC à un nouveau Président en la personne de M. Roger DÄLLENBACH. La section romande à elle aussi un nouveau Président, M. Régis ZUTTER. Professeur à l'ESG.
- Le site Internet de l'ODEC est désormais consultable en français.
- L'ODEC compte env. 3500 membres selon leur site Internet.
- Pas de relation constructive avec l'ODEC qui malgré les relances du Président ne fournis que peu d'informations.



## **5 - Présentation des comptes**

- La parole est donnée à S. DI LUCA pour la présentation des comptes :

Solde en Caisse à la fin de l'année 2008 :	140.20 CHF
Solde en Poste à la fin de l'année 2008 :	<u>1622.30 CHF</u>
Soit un total de :	1762.50 CHF

- L'avoir en caisse diminue chaque année. Les causes, les exigences financières de l'ODEC qui ne cesse d'augmenter ainsi que la baisse du nombre de nos membres.
- Pour être plus transparent, il est suggéré de sortir les cotisations ODEC des dépenses pour faire ressortir les mouvements financiers de l'association hors transactions ODEC.
- La baisse des membres est consécutive à l'individualisation de la société, du passage à la retraite des anciens et du manque de motivation des jeunes à s'impliquer dans une association.
- Pour maîtriser les coûts, le comité propose de ne pas payer le repas de l'AG et si le résultat est positif, de reprendre cette dépense en 2009. Une autre piste est envisagée, augmenter les cotisations à 50.- CHF/année.
- Les vérificateurs des comptes confirment l'exactitude des comptes et déchargent le trésorier pour la gestion des comptes de l'année 2008.

## **6 - Admissions - Démissions**

- Cette année, nous avons le plaisir de n'accueillir aucun nouveau membre !
- Nous avons reçu la démission de 4 membres : MM. Igor DONNADELLI
- Il a été décidé, comme l'année dernière de relancer les personnes qui n'ont pas encore payé leurs cotisations et de leur offrir un dernier sursis jusqu'à fin février. Si à cette date, leur cotisation n'est pas réglée, ils seront radiés, conformément aux statuts de l'association. Sont concernés MM KUNZ Philippe et MAURY Christian.
- L'association est forte, en cette fin d'année 2008, de 48 membres. Merci à vous tous qui permettez à notre association de vivre.

## **7 - Site Internet**

- Merci à Denis CARBONE pour la mise à jour du site.

## **8 - Election du président**

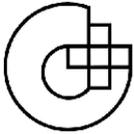
- D. MOULLET demande sa réélection. L'Assemblée Générale l'approuve à l'unanimité.

## **9 - Election du trésorier**

- S. DI LUCA demande sa réélection. L'assemblée générale l'approuve à l'unanimité.

## **10 - Election du comité**

- Les autres membres du comité sont réélus à l'unanimité.



### **11 - Désignation des experts et observateurs**

- Observateurs en section électronique : aucun
- Experts en section électronique : aucun
  
- Observateurs en section génie civil : M Deschenaux contacté à la bourre par l'IFAGE.
- Experts en section génie civil : aucun
  
- Observateurs en section informatique : aucun
- Experts en section informatique : aucun
  
- M.Alain DECAILLET est intéressé à la tâche d'expert. Didier MOULET envoie ses coordonnées au chef des experts en électronique (option mesure) + technicien.

### **12 - Vérificateurs des comptes**

- Les vérificateurs des comptes pour l'année prochaine sont MM. Jean-Louis GIROUD et Marco GUIDI  
Suppléant : M. Alain DECAILLET

### **14 - Projets pour la nouvelle année**

- Pas de sortie technique planifiée.
- Visite élevage de bisons + repas.
- Envoi de courrier pour informer les nouveaux lauréats.
- Portes-Ouvertes prévues à Changins en 2010.

### **15 – Proposition et divers**

- Rien à signaler.

**Fin de la séance à 19h50.**

Olivier Fraternali  
Secrétaire