

# Compte rendu de la réunion du 04/04/02 de la Commission PSD Laboratoire Central des Ponts et Chaussées (PARIS 15<sup>e</sup>)

## 1. Les présents :

Christian ABONEL, Christian ALLET(INSU), Jean-Pierre BARBOUX, Olivier BOCK (CNRS), Serge BOTTON (IGN), Olivier CAREL (IFN), Michel COCHIN (LRBA), Erik DOERFLINGER (université Montpellier), Françoise DUQUENNE (ESGT), Henri DUQUENNE(ESGT), Thierry DUQUESNOY (IGN) ,Stéphane DURAND (LCPC), Tony ELFOUHAILY(CNRS), Alain HAUTECORNE (CNRS), Bruno GARAYT (IGN), Bernard GUILLEMET (Université de Clarmont Ferrant), Alain HARMEL (IGN), Alain Hautecorne (service aéronomie, Verrières-le-Buisson), André KANSCHINE (CETMEF), Michel KASSER (IGN), Yves MANGINOT (EDF-CDNEPE),, Jean-Gérard MATHE (CNIG), Stéphane MONTFORT (CETMEF), Igor NIKIFOROV (Université de Technologies de Troyes), Patrick OUSSET(cadastre), François PEYRET (LCPC), Bruno RAVANAS (TFE), Françoise ROBIN(IFN), Bernard SCHRUMPF (Retraité du SHOM – ancien président du Groupe de Travail : Localisation en Mer), Joël VAN Baelen (Météofrance), Andrée WALTERSDORF (laboratoire de géophysique – Grenoble)

## 2. Présentation de l'ordre du jour (F. Peyret) ([ordre\\_du\\_jour.pdf](#))

François Peyret remercie particulièrement Christian ALLET pour l'organisation des présentations scientifiques.

## THEME TECHNIQUE : "RECHERCHES ATMOSPHERIQUES ET GPS"

Le thème dit "technique" retenu pour cette réunion de la commission Positionnement Statique et Dynamique, avait trait aux recherches faites avec et autour du GPS dans les domaines de l'atmosphère au sens large. Des chercheurs, enseignants-chercheurs et ingénieurs appartenant à des unités mixtes de recherche du CNRS et de l'IGN ont répondu à nos demandes et exposé leurs travaux.

## 3. Mesures par les méthodes d'occultation de satellites LEO, par Alain Hauchecorne, Service d'Aéronomie, Verrières-le-Buisson

Alain Hauchecorne est directeur de recherche au CNRS, responsable du groupe Dynamique et climat de l'atmosphère moyenne du Service d'Aéronomie, unité mixte de recherche CNRS-USVQ-UPCM.

Un satellite avec une orbite basse LEO "voit" les satellites GPS à l'altitude de 24000 km au travers de l'atmosphère : il en résulte une radio-occultation du signal GPS reçu par le satellite LEO, qui mesure la variation de l'indice de réfraction. On peut en déduire un profil de quelques paramètres de l'atmosphère au travers de ses différentes couches.

La température troposphérique est obtenue avec une résolution verticale d'un kilomètre et une résolution horizontale de 300x300 km environ. L'humidité de l'air est obtenue avec une bonne résolution dans la zone tropicale dans la basse troposphère.

L'intérêt de cette approche est d'obtenir une meilleure répartition des points de mesures sur l'ensemble du globe et en particulier sur les océans, ce qui permet, en facilitant l'assimilation dans les modèles, l'amélioration des prévisions météorologiques et des études climatologiques.

Alain Hauchecorne fait partie du comité scientifique du système GRAS qui doit être opérationnel vers 2005-2006 sur le satellite METOP (projet ESA).

(Voir les transparents: [HAUCHECORNE.pdf](#))

#### **4. a) Principe de la méthode de mesure de l'humidité par GPS, par Erik Doerflinger, LGTS/STEEM, Montpellier**

Erik Doerflinger est ingénieur de recherche, spécialiste des mesures GPS, au Laboratoire de Géophysique, Tectonique, Sédimentologie, unité mixte de recherche CNRS-Université Montpellier 2.

La méthode repose sur les retards de signal enregistrés au sol, le retard de propagation étant dû à la composante hydrostatique (230+/-10)cm et la composante humide (15+/-10 cm). La mise en place d'un réseau de stations réceptrices GPS, accompagné de moyens de mesures indépendants (radio-sondage, LIDAR Raman, Radiomètre, etc) permet de "calibrer" la méthode pour remonter à la vapeur d'eau précipitable.

Un tel réseau de récepteurs GPS permet de fournir des données d'humidité atmosphérique pour la météorologie et la climatologie.

#### **b) Campagne ESCOMPTE 2001, résultats préliminaires, par Erik Doerflinger, LGTS/STEEM, Montpellier**

La campagne ESCOMPTE 2001 (5 juin-11 juillet 2001) s'est intéressée aux problèmes de production et de transport des polluants dans une zone géographique couvrant Marseille, Aix-en-Provence, Fos-sur-mer, la vallée de la Durance. Cette campagne a mobilisé plus de 150 scientifiques, 7 avions allant du Falcon du DLR à l'ULM de l'IFU, en passant par l'ARAT Fokker 27 et le Merlin IV Français, 2 bateaux, des ballons et plus d'une trentaine de points de mesures au sol, etc.

La mesure de la vapeur d'eau par station GPS a été un projet associé à ESCOMPTE 2001, concernant 20 scientifiques appartenant à 6 équipes pendant 3 semaines en juin. Les périodes d'observations intenses, POI, 1 et 2a, 2b ont été couvertes. Les instruments associés sont le LIDAR Raman du SA et deux radiomètres des équipes de Zurich. L'analyse tomographique est faite par le logiciel AWATOS du ETHZ. Et les premiers résultats sont encourageants.

(Voir les transparents: [DOERFLINGER.PPS](#))

## **5. Résultats de la campagne MAP 99, par Olivier Bock, Service d'Aéronomie, Jussieu**

Olivier Bock est Maître de Conférence à l'université Pierre et Marie Curie, Paris VI, et chercheur au Service d'Aéronomie, unité mixte de recherche CNRS-USVQ-UPCM.

La campagne MAP 99 (7 septembre-15 novembre 1999) s'est intéressée aux effets orographiques engendrés par la barrière alpine et a mobilisé plus d'une centaine de scientifiques de plusieurs pays. Jusqu'à huit avions de différents pays ont effectué des mesures au Nord et au Sud des Alpes. Une couverture très importante a été faite par les radars de précipitations, ainsi que par d'autres moyens.

Cette opération de mesures par GPS a été menée dans le cadre du projet P1 de MAP 99, Précipitations Orographiques. Les données ont été traitées avec le logiciel de Berne GPS Software v4.2.

Au cours de la POI 8 du 19-22 octobre 1999, une corrélation forte entre humidité et précipitations a été mise en évidence. La complémentarité des mesures au sol avec les observations spatiales opérationnelles de SSM/I et les modèles de prévision a été démontrée.

Des perspectives de développement s'ouvrent sur le calcul des champs de vent.

( voir article: [BOCK.pdf](#))

## **6. a) Le point sur COST-716, par Joël Van Baelen, CNRM/GAME, Toulouse**

Joël Van Baelen est chercheur au CNRS travaillant dans le domaine des applications GPS à la météorologie, au Groupe d'Etude de l'Atmosphère Météorologique, unité de recherche associée MétéoFrance.

Joël Van Baelen est membre du comité directeur de COST-716, programme Européen réunissant 32 membres, dont l'objectif prioritaire est de montrer l'usage que l'on peut faire des récepteurs GPS au sol dans le cadre de la climatologie et de la prévision numérique du temps.

Le programme a été approuvé en 1997 par les 15 pays participants et les opérations ont débuté en 1998 pour une durée de 5 ans. Quatre groupes de travail ont été mis en place dont 2 ont rendu leurs conclusions.

Le groupe 3, assimilation, fonctionne toujours. Le groupe 4, créé à l'automne dernier, travaille sur l'implication des réseaux nationaux des différents pays : par exemple, en France, sur la collaboration IGN-MétéoFrance.

Concernant les aspects "Prévision du temps", COST-716 s'intéresse à la couverture qui concerne l'Europe occidentale et l'Atlantique avec deux points forts : l'obtention des données en temps réel et la stabilité à long terme. Ces deux critères n'ont pas les mêmes valeurs selon que l'on s'intéresse à la prévision globale ou régionale. Pour la climatologie, les exigences sont la stabilité sur 10 ans et une faible dérive temporelle.

Concernant les aspects réseaux de données, COST-716 a lancé aussi une action. Actuellement, MétéoFrance n'est pas utilisateur de données GPS dans ses stations d'observation. En 2004-2006, un nouveau modèle de prévision devrait être opérationnel pouvant intégrer ces données GPS, mais la contrainte de synchronisation est forte exigeant une disponibilité en moins de 1h45. Une évaluation avec le RGP est en cours en collaboration avec Bruno Garayt.

## **b) Assimilation des données GPS, par Joël Van Baelen d'après les documents de Jean Pailleux, MétéoFrance**

Actuellement, les modèles opérationnels n'assimilent pas les données GPS, mais le vent. Avec le nouveau modèle prévu pour 2004, il devrait y avoir une assimilation en surface, peut-être en altitude. L'humidité a un fort impact et une campagne de test sera faite pour vérifier ce point, soit aux USA (17 stations), soit en France (7 stations).

(voir transparents: [VANBAELEN.PDF](#))

## **7. Etude de la corrélation eau précipitable-eau précipitée par GPS : cas de l'Observatoire Hydrométéorologique Méditerranéen Cévennes-Vivarais, OHM-CV, par Andréa Walpersdorf, LGIT, Grenoble**

Andréa Walpersdorf est physicienne adjointe affectée au Laboratoire de Géophysique Interne et Tectonophysique, unité mixte de recherche CNRS-Université Joseph-Fourier Grenoble I. Andréa Walpersdorf est responsable du projet GPS de l'OHM-CV.

La zone des Cévennes reçoit très peu d'eau en moyenne annuelle, mais subit des précipitations très intenses et très brèves, causant des inondations violentes, par

exemple Nîmes, Alès, Montpellier.

La question étant : "quand on mesure de l'eau précipitable, pleuvra-t-il ?". Actuellement, les séquences de mesures disponibles ne sont pas assez longues pour faire de la climatologie.

La zone de l'OHM-CV est un objet d'étude par excellence. Elle est bien limitée pour permettre de prendre en compte les effets de la topographie locale, et elle profite déjà d'une couverture instrumentale exceptionnelle (3 radars, réseau dense pluviométrique, limnimètres (mesures de débit de rivières)).

Des coopérations sont déjà en cours avec le LTHE de Grenoble.

L'objectif est d'installer 3 stations GPS de plus au sein de l'OHM-CV.

Une campagne tomographique est prévue du 15 septembre au 1er décembre 2002, avec les 22 récepteurs GPS du parc INSU. Il y aura 16 stations disposées selon un maillage de 20x20 km environ, à l'identique de ce qui s'est fait pendant ESCOMPTE 2001, plus celles du Cap d'Agde, de Béziers, de la Camargue et de Nîmes avec un radiosondage. Le radar de Bollène sera inclut dans le dispositif avec un mode d'exploration spécifique du 15/09 au 01/12/2002. Une collaboration avec l'ETHZ sera mise en place pour l'utilisation de leur radiomètre.

Cette campagne sera reconduite annuellement à partir de 2004, afin de faire une étude climatologique sur 10 ans de données. La difficulté est qu'il n'y a pas assez de récepteurs GPS et qu'il faut réserver 2 ans à l'avance le parc INSU.

## **8. Exploitation des calculs horaires pour la création de modèles atmosphériques à partir des stations GPS du RGP, par Bruno Garayt, IGN**

Bruno Garayt est ingénieur à l'IGN, rattaché au Service de Géodésie et Nivellement.

Dans le but de réaliser la référence Européenne et nationale, ainsi que le suivi du RGP, des traitements sont réalisés par les 2 centres opérationnels du RGP à l'aide du logiciel de Berne, v4.2 :

- à Marne-La-Vallée : calculs "hebdomadaires"
- à Saint-Mandé : calculs journaliers et horaires

Les résultats sont disponibles sur Internet, avec les délais comptés à partir de la dernière observation traitée :

- 2 semaines pour les calculs "hebdomadaires"
- 48 h pour les calculs journaliers
- 1 heure pour les calculs horaires

Les données de 14 stations du RGP et de stations européennes proches participent actuellement aux calculs horaires et à l'élaboration de modèles ionosphériques et troposphériques. Le traitement porte sur les 3 dernières heures écoulées et utilise les éphémérides ultra-rapides produites par l'IGS.

Le modèle ionosphérique exploite les mesures de phase. C'est un modèle local basé sur un polynôme de degré 2 en fonction de l'angle horaire et de la latitude au point I de percement de la couche ionosphérique à 450 km (croûte qui se déplace en fonction de l'angle horaire). Son domaine de validité est de 5 heures centrées sur la période centrale de l'échantillon de mesures. La précision obtenue est de 1 à 2 TECU (1 TECU correspondant à un écart sur L1 d'environ 0.16 m).

Le "modèle troposphérique" consiste en la fourniture de délais troposphériques zénithaux horaires indépendants par station en suivant les recommandations "COST-716" :

- Coordonnées fixes
- Pas de modèle troposphérique a priori
- "fonction de projection" : Dry\_Niell
- Angle d'élévation minimum : 10°. Dépondération des observations en fonction de la distance zénithale, z

La précision des paramètres est d'environ 2 à 3 mm (millimètres !).

Ces résultats sont accessible par ftp, aux adresses suivantes :

modèles ionosphériques : <ftp://arethuse.ign.fr/pub/products/ionosphere/200x/ddd>

délais zénithaux troposphériques :

<ftp://arethuse.ign.fr/pub/products/troposphere/200x/ddd>

où x = 2 pour 2002, et ddd est le numéro du jour dans l'année

Ces modèles sont testés pour faire de la localisation en temps réel à grande distance par DGPS, 500 km, dans le but d'obtenir une précision décimétrique.

(voir transparents: [GARAYT.pdf](#))

## 9. Observation de l'état de la mer

Cet exposé devait être fait initialement par Bertrand Chapron, IFREMER, n'a pas pu se libérer en temps utile et a demandé à Tony Elfouhaily d'exposer ses travaux, ce qu'il a accepté au pied levé alors qu'il était lui-même déjà engagé dans une réunion de prospective CNES à la même période.

Tony Elfouhaily, est un jeune chercheur CNRS recruté en 2000 à l'Institut de Recherche sur les Phénomènes Hors Equilibre, IRPHE, unité mixte de recherche CNRS-Universités Aix-Marseille I et Aix-Marseille II, Marseille, après un post-doctorat à l'Université Johns Hopkins, Laurel MD USA.

Son exposé s'intitulait "A single algorithm 2D slope variances from multipath GPS signals" et a été soumis en novembre 2001 à IEEE Transactions on Geoscience and remote sensing.

Le but est de mesurer le comportement de la surface de la mer par une méthode statistique sur les pentes des vagues ou de la houle.

Un avion est équipé de trois antennes GPS : 1 sur le toit et 2 sous le fuselage. Le signal direct GPS en bande L 1.2-1.5 GHz, polarisé à droite, est mesuré par l'antenne RHCP située au-dessus le fuselage.

Les antennes sous le fuselage mesurent les signaux réfléchis par la mer ce qui entraîne un changement de polarisation : une antenne regarde la polarisation droite, RHCP, et l'autre la polarisation gauche, LHCP. Les données enregistrées sont les mesures brutes à 5 MHz afin de permettre toutes les corrélations possibles. L'avion de la Navy a effectué en mai 1999, des vols en hippodrome au Nord de Porto-Rico, à l'altitude constante de 5.5 km environ.

De la corrélation des signaux direct et réfléchis, Tony Elfouhaily a démontré que l'on pouvait obtenir des informations sur le champ de vent, la rugosité marine, etc.

A l'instant t, la comparaison des signaux venant de 4 satellites, dont deux se recouvrent, permet :

- a) la mesure statistique de la surface de la mer en 2D
- b) la mesure de l'altitude de la surface de la mer
- c) de remonter, par inversion directe du modèle de vague, à la force du vent en mer

Cette méthode est aussi applicable en terre, où l'on peut obtenir des informations sur les particules en suspension, etc. L'utilisation des signaux réfléchis recèle de grosses applications potentielles. Le satellite CHAMP a déjà à son bord 6 canaux regardant la mer, mais peu de données ont été diffusées dans la communauté scientifique.

Tony Elfouhaily propose de mettre son jeu de données à la disposition de la communauté scientifique.

(voir transparents: [ELFOUHAILY.pdf](#))

## 10. Mesure de la turbulence à l'aide des avions de recherches atmosphériques.

Cet exposé devait être fait initialement par Marc Pontaud, responsable du Centre d'Aviation Météorologique (CAM), du CNRM/MétéoFrance.

Bernard Guillemet, Maître de Conférences à l'Université Blaise Pascal (Clermont-Ferrand II), Laboratoire de Météorologie Physique, LaMP, unité mixte CNRS-Université, a accepté de le remplacer au dernier moment.

Bernard Guillemet est membre du Comité Scientifique des Avions de Recherche Atmosphérique et c'est un spécialiste reconnu de la mesure de la turbulence en avion. Son exposé était orienté sur ce thème, ses applications et les précisions recherchées sur les mesures primaires.

Les principales applications concernent les estimations de flux verticaux (chaleur, humidité, quantité de mouvement) et demandent la mesure des trois composantes du vent, longitudinale, transversale et verticale. Le domaine exploré se situe entre quelques mètres (moins si possible) et quelques kilomètres.

A noter qu'une erreur de 0.5 degrés sur les angles (roulis, tangage, incidence, dérapage) conduit à une erreur de 1 m/s sur le vent (pour un vent moyen de 10 m/s par exemple) quand l'avion vole à 100 m/s.

La mesure du vent à ces échelles demande un positionnement précis et sans dérive à basses fréquences (qualité du GPS en positionnement). Les précisions requises sur les angles de roulis, de tangage et de cap sont de l'ordre de 0.05 degrés.

La mesure de ces angles par un système basé sur un GPS différentiel à plusieurs antennes, tel que le TANS-Vector fabriqué par Trimble, donne une erreur résiduelle de 0.1 degrés (dépendant de la fréquence).

L'intérêt pour la physique de l'atmosphère des GPS différentiels d'attitude est leur faible coût comparé à celui d'un système inertiel. Complété par un trièdre accélérométrique, il peut équiper un avion ne visant pas une résolution élevée à hautes fréquences (voir exemples dans les figures de l'exposé).

(voir transparents: [GUILLEMET.PDF](#))



## 11. Discussion et remerciements

A la fin des exposés, après la séance de questions, François Peyret, président de la commission PSD, a remercié les orateurs de la qualité de leurs exposés et a renouvelé son invitation aux personnes, orateurs ou auditeurs, venues pour ce thème "Recherches atmosphériques et GPS", de participer aux prochaines réunions de la commission Positionnement Statique et Dynamique.

*(rédaction Christian P. Allet  
le 28 mai 2002)*

## 12. Point sur le groupe de travail RGP (F. Duquenne)

Le groupe de travail s'est réuni 5 fois, le rapport a été diffusé aux membres de la commission PSD ([RAPPORT\\_GTP\\_RGP\\_V7.PDF](#)). Des axes de recommandations sont présentées et discutées en séance:

Le groupe de travail recommande :

*au niveau du réseau :*

**-de rechercher une meilleure répartition des stations cadencées à la seconde, au niveau de la mise à disposition des données pour le post-traitement :**

**-de mettre en place des procédures d'assurance qualité du service RGP, en particulier ,**

une surveillance continue de la présence et de la qualité des données transmises par les

stations (contrôle des données de l'en-tête des fichiers RINEX et application du logiciel TEQC sur les observations),

des moyens d'informer rapidement les usagers de la qualité des fichiers mis à disposition,

par exemple en affectant à chaque fichier la date de son contrôle qualité,

une information générale de nature pédagogique pour inciter les utilisateurs potentiels à vérifier la qualité des fichiers avant de les utiliser,

## **A l'IGN**

-de développer des outils informatiques conviviaux pour la récupération des données et la manipulation des fichiers,

-de mettre à disposition des modèles horaires de corrections troposphériques et ionosphériques en formats standards,

-de mettre en place un espace de communication sur le WEB pour des échanges entre utilisateurs, d'étudier la faisabilité de la création de stations virtuelles qui pourraient permettre de densifier artificiellement le réseau ou de remplacer une station défectueuse,

*au niveau de l'évolution du RGP vers le temps réel :*

-de mettre en place un service de transmission de corrections sur demande par serveur

téléphonique, suffisamment précises pour permettre à l'utilisateur d'obtenir une précision décimétrique avec un récepteur L1 de bonne qualité,

-de programmer les études et les recherches nécessaires pour faire évoluer le RGP vers un service temps réel qui permettrait à l'utilisateur d'obtenir une précision centimétrique

sur tout le territoire, en s'associant avec les organismes compétents nécessaires.

- étudier tous les moyens de transmission

## **Aux communautés urbaines ou autres organismes susceptibles de s'équiper d'une station de référence**

-de se rapprocher de l'IGN le plus tôt possible pour que ce dernier les aide à spécifier leur station,

-d'installer des stations cadencées à la seconde, mettant à disposition des fichiers horaires au format

-RINEX sur Internet et émettant par téléphone les observations en format RTCM type 1,2,3,18,19,22, pour tous les travaux précis de topométrie en particulier dans le cadre du RGE en zone dense.

## **Aux constructeurs et vendeurs de matériels GPS**

-de prendre en compte l'existence du RGP dans leurs logiciels, en particulier pour la récupération des fichiers

-de respecter les formats normalisés internationaux ( RINEX, RTCM, NMEA)

-de garantir la compatibilité des radios

Jean Gérard Mathé ouvre le débat en signalant que les recommandations ne doivent pas s'adresser à des organismes.

François Peyret s'étonne, car l'exemple de recommandations fourni par J.G.M s'adresse au BRGM, à l'IGN entre autre.

Jean Pierre Barboux ne comprend pas que le CNIG donne des recommandations à des entreprises privées. JGM va aussi dans ce sens.

JPB demande qu'il y ait une uniformisation des formats temps au niveau Européen. F.Duquenne fait remarquer que le format RTCM est un format international. J.P.B signale que ce serait mieux d'imposer le format RTCM 21 pour que les utilisateurs puissent en même temps utiliser les réseaux en France et dans les autres pays d'Europe. Michel Kasser fait remarquer que pour la plupart des réseaux Européen il faut être abonné et que l'on ne peut pas avoir accès simultanément à plusieurs réseaux. F.Duquenne fait remarquer que l'étude sur les réseaux européens qui a été faite dans le rapport montre qu'il n'y a pas de format privilégié pour le temps réel et que certains pays (voir Hollande) ont plusieurs réseaux temps réel privés avec des formats constructeurs incompatibles.

JGM fait remarquer que la forme ne convient pas du tout et qu'il faut discerner le stratégique, le politique et le technique.

J.P Barboux propose que les différents moyens de transmission soient étudiés, pas seulement le téléphone.

Alain Harmel, suggère que l'on ne précise pas le nom du logiciel utilisé pour faire les contrôles des fichiers RINEX

Le groupe de travail ayant terminé M.KASSER propose un groupe de suivi des recommandations. F.DUQUENNE propose plutôt un groupe de partenaires, qui s'occuperait du suivi des recommandations, mais aussi pourrait intervenir sur des sujets nouveaux. M.K confirme le besoin de l'IGN d'un groupe qui puisse faire remonter l'information

Il est convenu de faire une rédaction des recommandations pour les présenter à la séance plénière du 15 mai.

(voir le [texte recommandations\\_RGP.pdf](#))

### 13. Projet du GT "mise à jour du livre GPS" (FD)

Françoise Duquenne présente les propositions qu'elle a reçu concernant la nouvelle version du livre GPS des personnes suivantes: J.P Barboux, C.Allet, P.Willis, B.Blachier, P.H Catin (EIVD Suisse)

Les propositions:

- ajouter compléments à GPS: Glonass, Galileo, EGNOS, WAAS, SBAS (P.W, J.P.B, B.B,)
- réseaux permanents (J.P B)
- temps réel (DGPS, cinématique) (J.P B)
- conversions de coordonnées (J.P.B)
- disparition de la SA (J.P B), revoir les précisions
- nombres de satellites actuels (B.B)
- guide d'achat: (C.A)
- formats d'échanges standards et constructeurs (C.A)
- éléments de programmations ou logiciels constructeurs (C.A)
- qq présentations faites au CNIG PSD (C.A)
- prise en compte GPS géomètre (statique rapide)(PH. C)
- description systèmes coordonnées Suisses
- brouillages, limitations par pays

Les propositions en rouge ne sont pas retenues parce que difficile à intégrer dans un livre

On trouvera dans le fichier une proposition de plan, avec un code de couleur pour les ajouts, les modifications ([livre\\_gps.pdf](#)).

Rq: Pascal Willis a dit qu'il enverrait ses propositions ultérieurement

Les auteurs:

F.Duquenne et S.Botton, s'occupe de la mise à jour des parties qu'ils ont déjà rédigé.

M.Evens ne veut plus continuer et donc il faudrait un auteur particulièrement sur la partie GPS mètrique

T.Duquesnoy remplace Y.Egels sur la partie GPS déimétrique

## 14. Manifestations passées et à venir (FD)

Faute de temps ce sujet n'a pas été abordé, vous pouvez consulter une liste de futures manifestations sur le site de la commission PSG ([www.ESGT.CNAM.FR](http://www.ESGT.CNAM.FR)

Rubrique sites hébergés, PSD).

## 15. Prochaine réunion

Thème : Application du GPS au transports

Le **10 octobre 2002**, sans doute à l'IGN (Saint-Mandé) (à confirmer).