



ÉTATS
UNIS

Microélectronique

Assistants Personnels du Futur Les Briques Technologiques

S O M M A I R E

Editorial (p. 3)

Les Dernières Initiatives de l'Université de Stanford en Matière d'Internet

Dossier (p.4-18)

L'utilisation d'assistants personnels portables se généralise partout à travers le monde et leurs fonctionnalités de communication ou de connexion à internet offrent la perspective de nombreuses applications. Alors que tous les acteurs industriels et universitaires s'accordent à dire qu'une nouvelle révolution technologique se prépare, personne ne sait vraiment ce que seront ces nouveaux assistants personnels et les applications de masse (« Killer Application »). Ce dossier donne un aperçu américain de l'évolution des principales briques technologiques qui constitueraient ces futurs accessoires de l'internet mobile.

Articles (p.19 et 20)

La reconnaissance de la parole ou de l'écriture et de tous les autres signaux que le genre humain peut produire pour communiquer avec ses semblables...

Brèves (p.20)

- Un VSCEL à 1.3µm
- Une Mémoire Micromécanique pour un Ordinateur Intégré sur Puce
- Un Cerveau en Silicium



Publications

ETATS-UNIS MICROÉLECTRONIQUE N°23 2000

Pour vous **abonner gratuitement** à la lettre **ETATS UNIS**
MICROELECTRONIQUE, contactez :

Vincent BOISARD
Consulat de France
540, Bush Street
San Francisco, CA 94108
Etats Unis
Tél : (415) 397 4440
Fax : (415) 397 9947
E-mail : vincent.boisard@amb-wash.fr

Directeur de la publication :
Jean-François LARGE

Rédacteur en chef :
Stéphane RAUD

Rédacteur :
Vincent BOISARD

Mise en page et Publication :
Raegen SALAIS

Ont collaboré à ce numéro :
Luc JULIA

ETATS-UNIS MICROÉLECTRONIQUE est une publication trimestrielle de la Mission Scientifique et Technologique de l'Ambassade de France aux Etats- Unis, dont le site internet est :
<http://france-science.org>

Vous y trouverez un archivage des anciens numéros de la lettre et découvrirez aussi les autres publications de la Mission Scientifique:

- ETATS-UNIS MATERIAUX
- ETATS-UNIS ESPACE
- ETATS-UNIS ENVIRONNEMENT

Les Autres Publications de la Mission Scientifique

Vous pouvez également lire les dossiers et les périodiques suivants en vous adressant à l'ADIT (27bis quai Anatole France 75007 Paris - Monsieur Jérôme Gougeon - jg@adit.fr) ou à la Mission Scientifique de San Francisco (alison.anderson@diplomatie.fr):

MICROELECTRONIQUE- TECHNOLOGIES DE L'INFORMATION

- Biopuces : Présentation des principaux acteurs aux Etats Unis
- Tendances technologiques : Les derniers investissements en capital-risque
- Electronique embarquée dans l'automobile
- Localisation des téléphones cellulaires
- Les technologies de l'information dans la baie de San Francisco
- Microélectronique et microfabrication au California Institute of Technology
- Microsystèmes : les dernières initiatives universitaires aux Etats-Unis
- La santé sur internet
- La présence française dans les technologies de l'information autour de la baie de San Francisco et à silicon valley

INNOVATION, TRANSFERT DE TECHNOLOGIES, UNIVERSITES

- *UCSD CONNECT®*, un incubateur «sans murs».
- Relations Industrie/Université: l'exemple de l'Université de Californie.
- Fiches techniques des universités californiennes
- Panorama du Système Universitaire Californien

GENIE GENETIQUE, BIOMEDECINE, ENVIRONNEMENT

- Biopuces : Présentation des Acteurs aux Etats-Unis
- Les Enjeux de la Recherche sur le Génome Humain aux Etats-Unis.
- L'industrie des biotechnologies dans le secteur des Neurosciences
- La Vaccination par "ADN nu"
- Les incubateurs spécialisés dans le secteur de l'environnement
- La Bioremédiation Moléculaire
- La phytoremédiation

MATERIAUX, NANOTECHNOLOGIE

- L'industrie lourde Américaine à l'assaut du Business to Business.
- Les Nanotechnologies aux Etats Unis

AUTRES

- (<http://www.cnrs.fr/DRI/Washington/Actualite/FTP/Index.html>)
- Présence Française en science et en ingénierie aux Etats-Unis
- L'activité de recherche et de développement dans les universités Américaines
- Interactions entre la France et les Etats-Unis en science et ingénierie
- L'évaluation des projets scientifiques au sein de la National Science Foundation américaine

Les Dernières Initiatives de l'Université de Stanford en Matière d'Internet

La région qui entoure l'Université de Stanford, la «Silicon Valley», représenterait 20 pourcents de l'activité mondiale des technologies de l'information et des communications. Stanford a joué un rôle majeur dans le développement des technologies liées à l'internet et dans l'explosion du commerce électronique. L'Université compte bien maintenir sa position de leader dans le domaine par le biais de plusieurs initiatives plus ou moins récentes.

Ainsi, la «Business school de Stanford» qui aspire à devenir la référence en matière de commerce électronique vient de créer le «Center for Electronic Business and Commerce» (CEBC) avec un budget de départ de 20 millions dollars dont une large contribution de partenaires industriels (Charkles Schwab, General Atlantic Patners LLC, eBay...). Ce CEBC développera de nouveaux projets de recherche et d'éducation autour du commerce électronique intégrés aux autres cursus de formation et de recherche. Le centre propose dès à présent une dizaine de cours tel que «le management à l'ère de l'information» pour la formation MBA ou «l'évaluation des opportunités du commerce électronique» ou «le marketing sur internet». Les projets de recherche sont conduits aujourd'hui en collaboration avec la «school of engineering» ou le «center for entrepreneurial studies». L'école, très ouverte sur le monde extérieur, organise également des séminaires hebdomadaires en invitant des spécialistes non académique du e-commerce.

L'université vient également de constituer une nouvelle commission chargée d'orienter et de développer l'utilisation des nouvelles technologies dans le monde académique. Le «Stanford Learning Lab», par exemple, teste de nouveaux concepts d'enseignement en développant entre autres les contacts interactifs entre étudiants à l'échelle internationale. Le «Stanford Center for Professional Development» propose des cours en ligne pour la formation permanente. Par ailleurs Stanford collabore avec les universités de Colombia, de Chicago, de Carnegie Mellon et de Londres sur le projet UNEXT.COM pour proposer sur le réseau internet des produits de formation professionnelle plus engageants en utilisant les dernières nouveautés technologiques.

Le SQISS dirigé par le professeur Norman Nie vient de publier les premiers résultats de son étude sur l' impact d'internet sur la société en questionnant un panel de 4113 américains internautes ou non. Les premières analyses sont accessibles en ligne (www.stanford.edu/group/siqss).

Autre phénomène largement diffusé : le «E-Cruting» ! Face à une pénurie d'employés qualifiés, le recrutement électronique est devenu une pratique très courante aux Etats-Unis, dans la région de San Francisco et plus particulièrement parmi les étudiants de Stanford. L'explosion des sites spécialisés tels que MONSTER.COM (1 millions de CV en ligne), JOBSEARCH.COM, CARRERPATH.COM facilitent et accélèrent le processus de recrutement. Les étudiants de stanford, très courtisés, développent par ailleurs des sites plus spécifiques (BASES.stanford.edu) et des listes pour envoi électronique avec présentation des offres d'emploi dans des start-ups de la région. Le recrutement se réalise alors en trois étapes: questions par courrier électronique, entretien téléphonique puis rencontres personnalisées.

On le voit bien, l'internet envahit le campus de Stanford. Mais il convient également de percevoir que la mise en place de ces projets ne se fait pas sans état d'âme. Malgré toutes ces initiatives, le Président de l'Université de Stanford avait dû rappeler son inquiétude face au nombre insuffisant de projets engagés par les permanents pour propager l'utilisation des outils internet.

Stéphane RAUD
Attaché pour la Science et la Technologie
Consulat Général de France à San Francisco

Assistants Personnels du Futur

Les Briques Technologiques

Les Enjeux des Terminaux Portables

Rythmé par les innovations technologiques et la mise sur le marché régulière de nouveaux produits, le secteur des terminaux portables se prépare à une véritable révolution qui bouleversera tout à la fois les habitudes du consommateur et l'organisation concurrentielle de plusieurs secteurs industriels. En effet, la généralisation de connexion internet sur tous les accessoires portables de notre quotidien : téléphones, ordinateurs, organisateurs, consoles de jeu... et les perspectives de débits de plus en plus élevées offrent un potentiel énorme à la mise en place de nouvelles applications et de nouveaux services. Néanmoins, les acteurs industriels et universitaires ont beaucoup de difficultés à prévoir l'évolution de ce marché. Ils définissent alors leurs stratégies et leurs programmes de développement technique selon leur propre appréciation du futur. Ce dossier donnera un aperçu du contexte actuel d'évolution (marchés, produits, standards) et se focalisera ensuite sur quelques sous-ensembles technologiques avec une perspective à très long terme.



Les équipements informatiques, dont les premiers développements remontent à 25 ans, convergent actuellement vers une structure « Wintel », c'est à dire vers un système fonctionnant sous Windows avec une architecture de microprocesseur Intel. Parallèlement à ces ordinateurs aux fonctionnalités multiples, de nouvelles plates-formes, dites émergentes, spécialisées et optimisées pour une application donnée, se développent sur la base des équipements électroniques de notre quotidien. On distingue deux catégories, les systèmes électroniques de grande consommation pour la maison (consoles de jeux, télévision, électroménager...) et les systèmes « nomades » (téléphones, ordinateurs portables, assistants personnels...), thème plus spécifique de notre étude. Tous ces accessoires se voient ou se verront, à terme, dotés de capacités de traitement électronique et de communication, en particulier de connexion à internet. Ils pourront en plus, grâce au développement de réseaux locaux sans fil ou de technologie de transmission de données courte distance de type Bluetooth, communiquer entre eux.

Sur la base de ces spéculations, bon nombre d'acteurs du domaine imaginent une multiplication du nombre de composants communicants spécialisés par fonction ou optimisés par application. L'application se retrouve au cœur de la problématique et tout reste à inventer. La grande problématique est d'identifier l'application de masse ou la « Killer Application » qui généreraient un besoin suffisamment important chez l'utilisateur pour assurer la diffusion de la technologie sur le marché. Un exemple intéressant, qui illustre ce que pourrait être le futur, est le projet « Chase Walker » de serviteur personnel intelligent mené au laboratoire Sprint des technologies avancées à Burlingame CA (<http://www.sprintlabs.com/>). Le serviteur personnel a pour mis-

sion de fournir une information ciblée et pertinente en fonction des préférences et du contexte de l'utilisateur. Par exemple, si l'utilisateur s'intéresse à la bourse, le serviteur personnel donnera périodiquement des informations sur le cours de ses actions ou sur les bonnes opportunités à saisir. Ces données seront délivrées soit sur le téléphone portable de l'individu s'il est en extérieur, soit par le biais de l'ordinateur de bord de sa voiture s'il est en circulation ou sur son PC de bureau s'il est chez lui. Une fois à la maison, des données plus détaillées lui seront envoyées sur son écran de télévision. Devant la télévision, son équipement portatif usuel (téléphone, organiser...) ou autre se transformeraient en télécommande et pourraient supporter des compléments d'informations sur les programmes, les acteurs, le tournage du film que le serviteur personnel lui proposerait. De façon plus prospective, suivant l'environnement de l'individu, la possibilité lui sera donnée de modifier la luminosité de la pièce, de savoir qu'un bon petit plat cuit dans le four, que sa femme cherche à le joindre ou qu'il a oublié de payer une facture, chose qu'il pourra aussitôt effectuer.

Dans l'approche développée par Sprint, l'intelligence du service est supportée par le réseau, par le biais d'une base de données de préférences qui pourrait s'enrichir par apprentissage des demandes du client. L'objectif pour l'entreprise est de développer un nouveau service (échéance de 2 à 5 ans) sur la base des équipements de technologie émergente, de valider la qualité de son fonctionnement et surtout d'en déduire les implications au niveau de la gestion du réseau. Le terminal joue néanmoins un rôle clef. Un des points forts du service repose sur la notion de conscience du contexte et de l'environnement (« context awareness ») que le terminal doit pouvoir fournir en identifiant les équipements qui l'entourent. Etant donné le

caractère très personnel que ce type de fonctionnement peut induire, l'identification sécurisée de l'utilisateur est fondamentale.

Avant d'en arriver là, plusieurs évolutions technologiques sont à prévoir. Les développements techniques sur le sujet sont tirés par le secteur des télécommunications sans fil. Dans ce domaine, la définition des normes et standards joue un rôle déterminant. Au-delà des aspects technologiques, ce sont les intérêts économiques et industriels nationaux des forces en présence qui s'affrontent. Une description rapide des travaux de normalisation en cours sera donnée avec le positionnement relatif des Etats Unis pour définir le contexte dans lequel les développements techniques sont engagés.

Forts de la réussite commerciale du téléphone portable et de l'expérience japonaise (lancée par NTT DoCoMo) d'un service de données sur ces terminaux (7 millions d'utilisateurs), les acteurs des télécommunications sans fil travaillent au développement et à la mise en place des réseaux de prochaine génération. Les vitesses de transmission de données passeront de 9.6 kb/s ou 14.4 kb/s à 144 kb/s et plus avec la troisième génération. Les applications communément annoncées sont : la navigation sur internet, la vidéo conférence, les projections de films à la demande, l'e-com-

merce.... La grande interrogation est de déterminer le terminal qui sera privilégié par le public pour ce type d'utilisations. Parmi les nombreux équipements existants, notre étude se focalise sur deux systèmes en particulier : le téléphone portable et l'assistant personnel (PDA : Personal Digital Assistant).

Les téléphones portables, dont les développements sont tirés par l'Europe et le Japon, sont de plus en plus petits et intégrés. L'écran de dimension réduite ne permet pas d'exploiter pleinement le potentiel de l'internet sans fil. De nouveaux produits sont attendus offrant toutes les fonctionnalités, en particulier des tailles d'écran plus élevées et des capacités de traitement. Aux Etats Unis, où les recherches s'appuient plus sur la plate-forme informatique, le système portable le plus prometteur et qui a su s'imposer sur le marché, est l'assistant personnel ou PDA. Il possède un écran d'une taille acceptable, une interface utilisateur simplifiée, des fonctionnalités de type agenda, répertoire...et propose des possibilités de connexion à internet. Le nombre de systèmes sur le marché ne cesse de ce multiplier avec toujours plus de possibilités et de nouvelles fonctionnalités. Certains systèmes récents permettent même de téléphoner. En dépit des projections de multiplication du nombre de systèmes annoncées au début du chapitre et de l'avis de contraire de quelques spécialistes, il semble bien que téléphones portables et PDA convergent vers un unique accessoire, qui sera l'assistant personnel clef des futures applications de l'internet mobile.

Les Marchés des Terminaux Portables

Les terminaux intelligents se trouvent au croisement des marchés des télécommunications mobiles et de l'internet. Ces deux secteurs en pleine explosion sont couverts par de nombreuses études économiques dont les tendances sont généralement concordantes. Par contre, les analyses du marché de l'internet mobile et des terminaux de navigation associés sont beaucoup plus contrastées et peuvent même, dans certains cas, devenir contradictoires. En dépit des nombreuses interrogations qui persistent sur l'évolution des différents marchés impliqués dans ce renouveau et sur l'émergence d'un nouveau segment de produit, tout le monde s'accorde à dire que les équipements portables reliés à l'internet vont se multiplier, et même dépasser à partir de 2003 le nombre de PC (Gartner Group).

Internet

Selon le département du commerce américain (rapport « Digital Economy 2000 »), le nombre mondial de connexions internet serait passé de 171 millions en 1999 à 304 millions en 2000. Les Etats Unis et le Canada restent les plus représentés avec 136.9 millions de connexions et une croissance de plus de 40%. Les prévisions de Motorola, annoncées à l'été 1999 par Chris Galvin, sont d'un milliard d'utilisateurs pour 2005.

Une des applications clef de l'internet reste la messagerie. Le Forrester Research prévoit, qu'à travers le

monde, un milliard de personnes enverront près de 7 milliards de messages E-mail par jour en 2002.

Télécommunication Sans Fil

Dans le domaine des télécommunications sans fil, le nombre de téléphones mobiles vendus en 1999 s'élève à 283 millions (Etude de février 2000 de Dataquest), en croissance de 68 % par rapport à 1998. Ce chiffre est validé par l'Electronics Industries Associa-

tion of Japan (EIAJ) avec 279 millions d'appareils, soit 40 millions de plus que prévu. Cet organisme annonce une augmentation des ventes les années à venir avec des taux variant de 30 à 60% et plus d'un milliard d'unités en 2003. De même, Dataquest prévoit 410 millions d'unités fin 2000 et Strategies Unlimited 1.3 milliards pour 2004. Cet ordre de grandeur est repris par Ericsson en octobre 99 (1 milliard de téléphones sans fil en 2004) et Motorola en été 1999 (1 milliard en 2005). L'EIAJ explique le taux de croissance des ventes de téléphones portables par un délai de renouvellement des appareils plus court. Il serait passé au Japon à moins de deux ans.

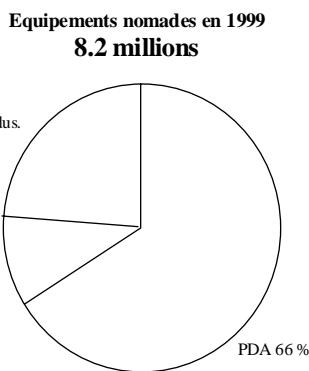
Dans le domaine du sans fil, l'utilisation de la messagerie est aussi en forte croissance. Selon Yankee Group, le pourcentage d'abonnés aux services de données passera de 4% en 99 à 17% en 2003.

Les Terminaux pour l'Internet Sans Fil

Deux grandes catégories de terminaux portables pour l'internet sont en train d'émerger actuellement, les PDA (Personal Digital Assistant) de type Palm Pilot ou Pocket PC et les Smart Phones (nouveaux téléphones portables adaptés aux services de données) qui utiliseront le futur réseau dit de 3^{ème} génération.

En 1999, selon IDC, 8.2 millions d'accessoires nomades ont été vendus à travers le monde. Ce chiffre devrait quadrupler d'ici à 2003 pour atteindre 35.6 millions. La segmentation du marché est donnée ci-dessous, les équipements industriels étant des plates-formes portables dédiées à une application professionnelle spécifique.

Figure 1 : Evolution du nombre d'équipements nomades entre 1999 et 2003



(Source : IDC)

Tableau 1 : Evolution des ventes de PDA

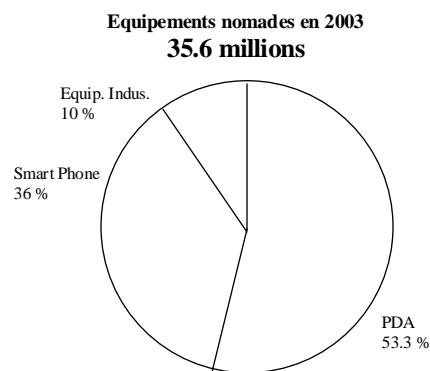
Année	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Nombre d'unités (en millions)	5.408	8.049	11.772	17.893	25.024	34.042	44.285

(Source : US Bancorp)

Au niveau des smart phones, les écarts entre les différentes estimations sont beaucoup plus importants.

IDC prévoit un changement significatif sur le marché des composants nomades d'ici à 2003 puisque les smart phones devraient passer à 36% du marché, soit près de 13 millions d'équipements, enregistrant ainsi une croissance de près de 250 % en 4 ans. Les croissances seraient de 100 à 125 % entre 2000 et 2002 et seulement 80% en 2003. Les facteurs qui justifient cette croissance sont l'évolution des standards (comme le 3G) et la nécessité d'avoir un accès digital sans fil pour le Web. Il est néanmoins spécifié que ce marché présente une grande diversité selon les régions.

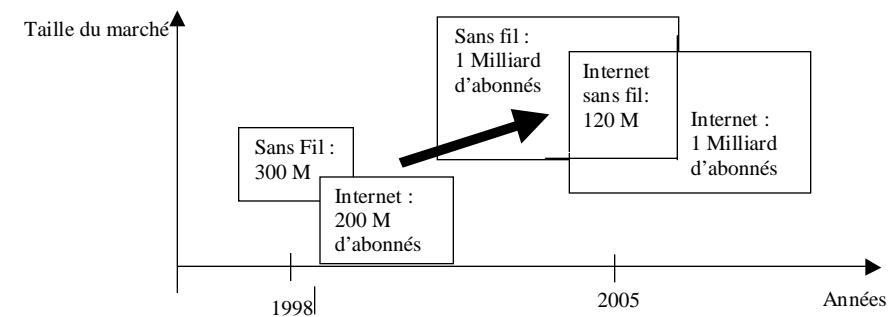
Le chiffre de 13 millions de smart phones pour 2003 ne semble pas faire l'unanimité. En octobre 1999, Ericsson prévoyait 120 millions d'utilisateurs à travers le monde de système mobile troisième génération, équipements conçus tout particulièrement pour les services de données et la connexion à internet. Motorola confirmait ces prévisions le même mois, avec le scénario représenté en Figure 2.



A l'opposé, le SRI Consulting annonce dans une étude réalisée en 1999, un marché de niche de seulement 5 millions d'utilisateurs (sur les 485 millions d'abonnés au téléphone sans fil en 2003) à travers le monde pour les 5 prochaines années et ce en dépit des nombreuses prédictions d'un marché de masse pour les services de données sur accessoires portatifs utilisant le réseau de troisième génération. Pour ce cabinet, la « Killer Application » pour les télécommunications sans fil reste la voix et non la transmission de données. La majorité des abonnés devraient utiliser des services à faible bande passante pour les e-mail et non des services à forte bande passante pour le multimédia et les vidéoconférences. Le réseau utilisé resterait alors un réseau classique et non le réseau de troisième génération.

De plus, la majorité utiliserait son ordinateur portable et non un PDA ou un téléphone évolué. Le cabinet ne croit pas à la convergence des systèmes PDA et téléphone portable pour deux raisons. D'une part, il semble peu probable de pouvoir combiner toutes ces fonctions sur un même système mobile tout en conservant sa convivialité. D'autre part, l'utilisateur risque de préférer des composants séparés pour des activités séparées : téléphoner et noter son rendez-vous sur un calendrier au même moment. Ainsi, le SRI Consulting prévoit que les composants combinés PDA/Téléphone portable ne représenteront que 10% des 12.5 millions de PDA en 2003.

Figure 2 : Scénario d'évolution pour l'internet sans fil



(Source : Motorola - forecast presentations)

Standards et Protocoles

La mise en place de l'internet mobile est très fortement liée aux développements dans le domaine des télécommunications sans fil, en particulier avec la mise en place des réseaux de troisième génération. Alors que l'Europe et le Japon, très en avance sur ces thèmes, ont privilégié une seule solution technologique, les autorités américaines ne tranchent pas et laissent les développements techniques partir dans plusieurs directions au risque de continuer à prendre du retard. Parallèlement, les protocoles WAP ou I-Mode qui permettent l'affichage de pages internet sur de petits écrans, se font concurrence. Par ailleurs, aux Etats-Unis, de nombreux acteurs industriels se focalisent plutôt sur la technologie Bluetooth, voyant en elle un renouveau porteur d'applications innovantes en rupture par rapport à l'existant.

Le Réseau de Troisième Génération (3G)

Actuellement, les réseaux de télécommunication sans fil déployés à travers le monde s'appuient sur les standards dits de première et seconde générations. Bon nombre de pays ont adopté, pour la mise en place de leur réseau, un unique standard. Par exemple, le standard européen GSM (Global System for Mobile Communications) a été déployé en Europe et dans 70 autres pays. Aux Etats Unis, par contre, plusieurs standards existent en parallèle. On trouve encore des systèmes de première génération comme l'AMPS (Advance Mobile Phone Service) et les systèmes de seconde génération GSM, IS 136 et IS 95.

Pour la troisième génération, les propositions de technologies de transmission radio ont été effectuées auprès de l'ITU (International Telecommunications Union) sous l'initiative IMT 2000 (International Mobile Telecommunications). Les spécifications à tenir sont les suivantes :

- Qualité de la voie comparable au PSTN (Public Switch Telephone Network),

- Transmission de données de 144 kb/s pour un utilisateur motorisé,
- Transmission de données de 384 kb/s pour un piéton,
- Transmission de données de 2.048 Mb/s pour une utilisation LAN,
- Support des services de transmission de données par paquet ou par circuit,
- Interface radio adaptatif pour les communications internet non symétrique,
- Utilisation plus efficace du spectre,
- Support pour une large gamme d'équipements,
- Flexibilité pour l'introduction de nouveaux services et de nouvelles technologies.

En août 2000, l'ITU a ratifié les spécifications techniques pour l'interface air et les composants radio des systèmes proposés. Les technologies issues des trois principaux standards de seconde génération : GSM, IS 136 et IS 95 sont respectivement l'UMTS (Européen), l'UWC 136 (USA) et le

CDMA 2000 (USA) Les développements technologiques de télécommunications sans fil troisième génération sont maintenant fédérés par les deux projets :

Tableau 2 : Projets Communs de Développement de la Troisième Génération

Nom	Détail	Site internet
3GPP	3rd Generation Partnership Project	http://www.3gpp.org/
3GPP2	3rd Generation Partnership Project 2	http://www.3gpp2.org/

La troisième génération de téléphonie mobile doit permettre la fourniture de plusieurs services basés sur la transmission de données à haut débit : e-mail, moteurs de recherche Internet, accès aux réseaux locaux, service de vidéo conférence, e-commerce, multimédia. Les premiers pays où devraient apparaître les services de troisième génération sont le Japon, suivi par l'Europe. Ils ont tous deux plébiscité la technologie UMTS. Au Japon, l'explosion de la demande pousse les opérateurs à installer rapidement le réseau de troisième génération pour combler le manque de bandes passantes. Ainsi, l'opérateur NTT DoCoMo annonce ses produits 3G pour le printemps 2001 et Japan Telecom en automne. L'Europe, quant à elle, devrait démarrer en 2002. D'ores et déjà, les licences ont été attribuées par les différents gouvernements pour 35 milliards de dollars en Angleterre, 50 milliards de dollars en Allemagne et 18 milliards de dollars en France.

Aux USA, l'introduction de la troisième génération n'est pas attendue avant 2005. Il y a deux raisons à ce retard. La première est l'absence de position tranchée du gouvernement américain. Par exemple, à la conférence WRC 2000 (World Radiocommunication Conference) tenue à Istanbul au début du mois d'août, 519 MHz de spectre ont été réservés par les autorités internationales pour les applications de communication avancées sans aucune réaction de la délégation américaine. Ce spectre, nécessaire à la mise en place de l'UMTS (solution européenne), est inutile pour la solution américaine CDMA 2000 qui vise à obtenir le même débit de données avec la bande passante existante. La position des autorités américaines est de ne pas influencer le marché qui s'appuie aux USA sur les trois principaux standards. Ainsi, les Etats Unis continuent à explorer plusieurs pistes techniques alors que les autres pays dirigent tous leurs efforts dans une seule direction. Cette position est très controversée car les industriels américains du secteur risquent d'en souffrir. Par exemple, China Unicom a brisé l'accord passé avec Qualcomm pour l'installation d'un réseau CDMA, préférant passer directement à un réseau W-CDMA. Le même comportement a été observé par trois entreprises de Corée.

La seconde raison est le retard d'amortissement des investissements consentis pour la mise en place des réseaux actuels. Ceci est une conséquence directe de la compétition qui fait rage entre les différents standards. A ce niveau, il est fort possible que la technologie IS 95 (et son évolution CDMA 2000 pour la 3G) s'impose aux Etats-Unis car elle gagne des parts de marché.

WAP et I Mode

Le WAP (Wireless Application Protocols) est une architecture composée de plusieurs protocoles qui permet de délivrer des services digitaux et multimédias sur les téléphones mobiles. Il est soutenu par le WAP forum qui existe depuis 1997 et rassemble 200 entreprises (<http://www.wapforum.org>). WAP définit les protocoles qui contrôlent le transport de l'information jusqu'à l'application finale et la façon dont les composants doivent communiquer. Un des éléments du WAP est l'encodage des pages Web pour les petits écrans. Le langage utilisé est le WML (Wireless Mark-up Language) successeur du HDML, sur lequel il s'appuie. Le WML code l'information pour qu'un browser puisse décider d'afficher seulement certaines parties d'une page Web. Selon la taille de l'écran, seule une portion du texte est affichée. Si l'écran est plus complexe du graphisme peut être accepté.

Bien que le WAP soit soutenu par un consortium industriel impressionnant et qu'il commence à faire son apparition sur plusieurs modèles de téléphones portables, il est très controversé, en particulier après la réussite commerciale du I-Mode au Japon. I Mode a été lancée en 1999 au Japon par NTT DoCoMo (<http://www.nttdocomo.com/source/tag/index.html>), entreprise essaimée de Nippon Telegraph Telephone (Tokyo) il y a deux ans. Cette société a connu une forte capitalisation. Le système qu'elle propose permet un service de messagerie et l'accès à un nombre limité de sites web. En 15 mois, 7 millions d'abonnés se sont inscrits pour 15\$ par mois, soit 25% plus chères qu'une facture de téléphones classiques. Les services sont délivrés sur les portables : Nokia 7110 (95x65 pixels), Matsushita Electric Industrial Co (Osaka) et Fujitsu Lt (Tokyo). L'avantage du i-Mode par rapport au WAP est d'utiliser le code HTML classique. Au Japon, 11000 sites iMode peuvent être consultés sur le net et 50 à 70 nouveaux sites sont créés par jour. Par contre, un des avantages du WAP est de pouvoir gérer des applications multimédias, chose que le HTML fait très mal.

Bluetooth

La technologie Bluetooth est soutenu par le Bluetooth SIG (Special Interest Group) qui a débuté en 1998 sous l'impulsion d'Ericson, IBM, Intel, Nokia et Toshiba et rejoint en 1999 par 3Com, Lucent, Microsoft et Motorola. Le groupe compte aujourd'hui 1800 membres et continue de croître. L'objectif de la technologie Bluetooth est de fabriquer un émetteur / récepteur enfoui qui pourrait s'intégrer à l'ensemble des équipements électroniques. Tous ces appareils pourraient communiquer ensemble et créer ainsi un mini réseau radio (PAN : Personal Area Network).

Bluetooth utilisera la bande de fréquence radio non licenciée 2.4 / 2.5 GHz qui correspond à l'ISM (Industrial Scientific and Medical) et devrait consommer de l'ordre de 1/10 de W. La portée des communications sera d'une dizaine de mètres à

des débits de 781 kb/s. Selon une étude d'IDC datée du 5 avril, Bluetooth devrait équiper 500 millions d'appareils d'ici 2004 à condition d'une acceptation de ce standard par tous les types de périphériques et d'une baisse du prix. Initialement planifié pour 5 \$, ce prix ne devrait pas être atteint avant 2002. Il pourrait être envisageable pour un émetteur récepteur radio simple avec des caractéristiques fixes. Mais de plus en plus d'applications sont envisagées ce qui en complique le développement de la technologie et pénalise son coût. Ces applications demandent un logiciel plus complexe, des contrôleurs plus rapides et plus gourmands en énergie. Les premiers dispositifs devraient sortir à \$25 ce qui limite leur utilisation à des systèmes plus complexe (ex : ordinateur portable) pour minimiser le surcoût. Sur les PDA, bluetooth sera proposé comme une option haut de gamme avant de se généraliser ... à condition que le prix descende en dessous de \$5.

Les premières implémentations seront dans la gamme des 20\$. La technologie doit absolument aboutir dans les plus brefs délais et montrer sa capacité de réduction de coût au risque de voir aboutir des technologies et protocoles concurrents. Par exemple, le groupe de travail Home RF a établi les spécifications de communication sans fil dans la maison, appelées SWAP (Shared Wireless Access Protocol). Le système utilise la fréquence de transmission 2.4 GHz et propose des débits de 1Mbps ou 2Mbps selon le mode de modulation. De même, les travaux en cours dans le cadre du standard IEEE 802.11 pour les réseaux WLAN (Wireless Local Area Networks) offrent des perspectives intéressantes. On y trouve les technologies DFIR (Diffused Infra-Red), DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum) et FHSS (Frequency Hopped Spread Spectrum). Ces deux dernières techniques fonctionnent aussi sur la fréquence 2.4 GHz et offrent des débits de 1 ou 2 Mbps.

Exemple de Produits Commercialisés

Dans le domaine des terminaux portables pour la navigation sur internet, les téléphones possèdent une certaine longueur d'avance. Ils proposent déjà des accès au Web et des services de messagerie à de faibles coûts. L'évolution vers la troisième génération assurera une uniformisation des standards. Les limitations de ces systèmes par rapport aux PDA sont la taille de l'écran, la présence du clavier et les faibles capacités du processeur. Dans le domaine des PDA, l'utilisation de connexion par modem est assez généralisée. Par contre, au niveau des fonctionnalités proposées, les stratégies des industriels sont très variées. L'objectif de ce chapitre n'est pas de faire un état des lieux exhaustif des systèmes existants, mais simplement de donner un aperçu des fonctionnalités déjà proposées sur le marché.

Téléphones Portables et Smart Phone

La première tendance observée sur le marché des téléphones portables est le développement d'appareils multi-bandes. Ainsi, le Motorola V2282 fonctionne en CDMA, TDMA et GSM 1900 et le Nokia 7160 est compatible AMPS, TDMA 800, TDMA 1900.

Figure 3 : PDQ Smart Phone de Kyocera



(Source : Qualcomm)

La seconde est le développement du nombre de téléphones portables équipés du système WAP ou I-Mode. A titre d'exemple, le Nokia 7110 propose une connexion à 14.4 kb/s, un écran de 96 x 65 pixels, une bille de navigation Navi Roller et un logiciel (micro browser conçu selon le standard WAP) qui place les données à l'écran. Le téléphone T 36 (GSM 900/1800/1900) d'Ercisson a

été le premier téléphone Bluetooth sur le marché. Il a une capacité de fonctionnement élevée et permet la transmission de données à un débit de 43.2 kb/s grâce au circuit HSCSD (High Speed Circuit Switched Data Format). C'est un premier pas vers l'envoi de données digitales par un GSM selon le standard UMTS.

Les téléphones intègrent un nombre croissant de fonctions généralement associées au PDA et la taille des écrans est en augmentation. Nokia et Palm se sont associés pour développer la technique de reconnaissance de caractère sur un téléphone. Dans le même ordre d'idée, le pdQ smart phone de Kyocera développé par Qualcomm fusionne dans un même composant un PDA (plate forme Palm) et téléphone portable. Cette tendance devrait se généraliser, Ericsson ayant présenté un prototype assez similaire.

PDA

Les PDA se partagent en deux catégories selon la nature du système d'exploitation, celui de Palm ou celui de Windows. En fonction de cette segmentation la logique du terminal n'est pas du tout la même. Les terminaux équipés de Windows CE,

comme par exemple le Cassiopeia (Casio), le Compaq H3650 (Compaq) et le HP Jornada 545 sont équipés d'un microprocesseur performant fonctionnant à fréquence élevée, d'un écran couleur, de plusieurs ports de transfert des données, de systèmes de reconnaissance de caractères et vocale performants, de beaucoup de mémoire et de nombreux logiciels. Le Compaq H3650 utilise un microprocesseur Intel/Strong ARM SA-1110 de 206 MHz, et dispose de 16MB de ROM et 32MB de RAM.

Les terminaux équipés de Palm OS sont d'une architecture simplifiée, optimisée pour des applications ciblées, et d'une grande facilité d'utilisation. Sur cette base, les terminaux vendus par Palm se sont

Figure 4 : Compaq H3650



(Source : Compaq)

Figure 5 : Visor Phone



(Source : Handspring)

développés et ne cessent d'augmenter le nombre de leurs fonctionnalités. Ainsi, le Palm VIIx peut se connecter à palm.net via le réseau Bell South. Les deux limitations sont une couverture géographique limitée et des débits de transmission trop faibles (9.6 kbps) pour un bon rendu sur l'écran. L'utilisation d'un modem ou d'un raccordement à un téléphone portable permet des débits de 14.4 kbps. Une alternative intéressante est d'utiliser les technologies WAP/Bluetooth pour se connecter au téléphone sans cordon de raccordement. Il se pose alors le problème du coût global pour l'utilisateur. Handspring, avec son PDA Visor sera peut-être le premier à trouver une parade. En effet, parmi les nombreuses applications qui peuvent se connecter sur son boîtier d'extension (GPS, caméra, logiciels) se trouve un téléphone sans fil.

Palm devrait sortir un système avec un slot de connexion, sur le modèle de celui d'Handsprint, mais sur un standard différent. Etant donné le positionnement avant-gardiste de cette entreprise, il serait étonnant qu'une solution de téléphonie sans fil ne soit pas proposée avant la fin de l'année.

Les Briques Technologiques

Une étude de « The Dialog Group » UK, 1998 révèle que 53% de la différenciation compétitive des systèmes portatifs pour l'internet est faite sur la facilité et la capacité intuitive d'utilisation, et seulement 21% pour la taille et le poids. Selon une étude de Vega Vista (Sunnyvale CA), réalisée en janvier 2000, les éléments constitutifs fondamentaux de ces systèmes du point de vue de l'utilisateur final sont l'écran, le système d'exploitation, la taille, le poids, la mémoire, la puissance du microprocesseur et la bande passante. Pour chacun de ces éléments, les solutions technologiques envisagées sont nombreuses et variées. Les critères de taille et de poids, en tant que caractéristiques génériques du système complet, ne peuvent pas être étudiés isolément. Ces deux paramètres affectent l'ensemble des briques hardware du système. Un autre paramètre fondamental est la consommation d'énergie. En effet, comme tout système portatif, les PDA et autres smartphones souffrent énormément de l'autonomie de leurs batteries.

Les Ecrans

En dépit des nombreuses évolutions sur les équipements portatifs nomades, un seul paramètre reste insoluble : la taille et la qualité des écrans pour un affichage performant des données et le développement du multimédia. Le marché des écrans plats, dominé par les écrans à cristaux liquides (LCD : Liquid Crystal Display), a été évalué en 1999 à 12 milliards de dollars et devrait dépasser 75 milliards de dollars en 2005.

La suprématie des écrans à cristaux liquides pour les

équipements portables est de plus en plus remise en cause par des écrans à base de systèmes micromécanique (MEMS), de matériaux organiques électroluminescents (OLEDs).

Les Systèmes d'Affichage MEMS

Alors que des entreprises, comme Microvision ou MicroOptical développent des écrans à balayage qui projettent l'image directement sur la rétine de l'observateur, Iridigm Dis-

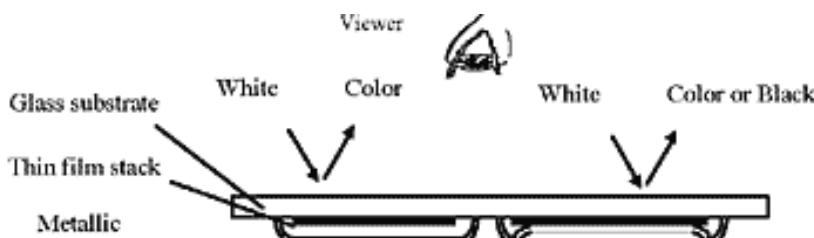
play Corp. (San Francisco) propose un dispositif basé sur une technique de modulation interférométrique. L'écran, utilisant la technologie « Digital Paper », a une réflectivité de 80 %, un ratio de contraste de 12 :1, des angles de vue de +/- 60° et une tension de commande de 5V. Il peut être fabriqué avec les procédés développés pour les LCD. Motorola, Palm et Handspring se sont déclarés intéressés.

Le composant de base de l'écran est un modulateur interférométrique appelé I Mod (Interferometric Modulator) qui utilise les interférences sur le modèle des réflexions holographiques. Le système se compose d'une membrane métallique conductrice, d'un empilement de couches minces protégées par une couche isolante et d'un substrat transparent (ici du verre). Lorsque la distance entre l'empilement et la membrane varie, des interférences constructives (réflexion de la lumière) ou destructives (absorption de la lumière) se créent pour certaines longueurs d'ondes. Quand il n'y a pas de courant, la distance optique entre les deux miroirs est déterminée par l'indice de réfraction et l'épaisseur de l'isolant et la taille de la membrane. Quand le composant est commuté, le courant entraîne une attraction électrostatique de la membrane sur l'isolant, l'empilement et le substrat. Quand il y a contact, la distance optique est réduite jusqu'à toucher l'isolant, modifiant ainsi la couleur (Cf. figure 6)

Les avantages de cette technologie sont d'éliminer l'effet arc-en-ciel (quand la couleur varie en fonction de l'angle de vue) et de consommer peu d'énergie car la force de remise en place de la membrane étant linéaire et la force électrostatique non linéaire, il est possible de faire fonctionner le composant comme un bistable entre les tensions 3 – 5 V.

Iridigm a déjà produit plusieurs écrans de test selon cette première génération, de la taille d'un Palm pilot avec une dizaine ou une centaine de I Mod (40 x 30 µm) pour chacun des pixels. La majorité des prototypes développés est monochromatique. Selon l'entreprise, le mixage en couleur RGB ou un écran entièrement coloré est l'extension logique de cette technologie. La deuxième génération de système a déjà été fabriquée et testée. Une large membrane est maintenue en suspens sur des plots plutôt que d'avoir des petits composants séparés. L'écran présente un facteur de remplissage de 95 % et une durée de vie (nombre de cycles cumulés) équivalente à un fonctionnement d'un Palm 4h/jour pendant 18 ans.

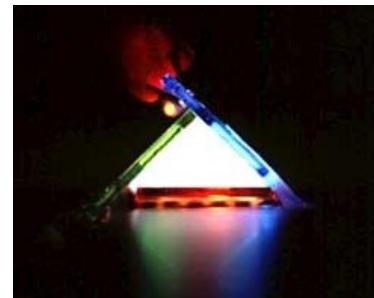
Figure 6 : Fonctionnement du Composant Imod



(Source : OE Report)

Les Ecrans Organiques

Figure 7 : Pixel pyramidal



(Source : IEEE)

La technologie des diodes électroluminescentes, à base de molécules organiques et/ou de polymères (OLEDs), présente de nombreux avantages pour les applications d'affichage au niveau de la luminosité, du contraste, de l'angle d'émission, de la couleur, du temps de réponse, de la température de fonctionnement, de la consommation de puissance, et de l'épaisseur. Il serait possible de fabriquer des écrans souples et enroulables.

Outre Pioneer qui utilise les systèmes d'affichage à base d'OLEDs dans ses autoradios et Eastman Kodak qui mène des travaux de recherche sur le sujet depuis plus de 10 ans, le « Department of Materials Science and Engineering » (<http://www.seas.ucla.edu/ms/index.html>) de l'University of California Los Angeles (UCLA) a eu l'idée de faire des pixels en forme de pyramide (Cf. figure 7) pour résoudre le problème de réplication des motifs. En effet, un écran couleur est constitué de pixels qui réunissent des OLEDs rouge, vert et bleu. L'utilisation des méthodes de fabrication traditionnelle de masquage par ombre, limite la résolution et la taille de l'écran. Avec une structure pyramidale, les OLEDs ne prennent pas plus de place sur le substrat qu'un pixel unique. La résolution latérale de l'écran est augmentée par 3 ou 4. Cette technique permet d'augmenter la surface par pixel. Une pyramide de trois cotés est idéale pour un écran trois couleurs. Une pyramide tronquée permet d'introduire une quatrième couleur. Les pyramides peuvent être fabriquées sur le substrat par un procédé standard de moulage plastique. Chaque pixel fournit plusieurs surfaces pour la déposition des OLEDs de différentes couleurs. Par déposition en phase vapeur, une technique en ligne de vue peut être utilisée. Cela signifie que le substrat peut être incliné si bien qu'un des cotés de la pyramide fait face au flux de vapeur alors que les autres faces sont épargnées. En plus de l'intérêt de cette méthode de fabrication sans masque et de la résolution élevée, il est possible de choisir son substrat : plastique, verre, silicium ou un mélange de ces matériaux. Cela permet d'accroître l'efficacité de l'écran. En général, la majorité de la lumière émise est piégée par le substrat par un effet de guide d'onde. Avec la structure pyramidale, cela n'est plus le cas puisque l'écran n'est plus plat.

Une solution commercialement viable a été développée sur la base d'un plastique ondulé (un substrat avec des pyramides n'étant pas disponible). Une des faces a été recouverte d'une couche organique de 0.1 µm d'aluminium III tris (8-hydroxy-quinolate), validant la technique de

déposition. Le dépôt n'a bien été vu que par un coté. Des développements spécifiques ont été menés pour mettre au point une technique de fabrication en deux étapes des connexions qui doivent adresser chaque LED des pixels individuellement.

Le Système d'Exploitation

Le système d'exploitation ne détermine pas seulement que ce que l'on voit à l'écran mais aussi comment le système interagit avec les différents composants et quels types de services il est possible d'obtenir. Historiquement, chaque accessoire non PC utilisait son propre système d'exploitation. Le marché des systèmes d'exploitation pour les téléphones ou assistants personnels était donc très fragmenté. Entre 1998 et 1999, ce marché a commencé à se consolider autour de quelques systèmes d'exploitation vendus en plus grande quantité : Palm OS (Palm Computing, filiale de 3 Com), Pocket PC (Ex Windows CE de Microsoft) et EPOC (de Symbian)

La mise en place de nouvelles applications (voix, vidéo, services à la demande) plus riches que la messagerie sans fil qui existe déjà, implique la gestion au niveau du système d'exploitation de la **connexion** et du **multimédia**, tout en tenant compte de la taille réduite du terminal. Le système d'exploitation doit pouvoir gérer les ruptures de transmission avec la plus grande transparence pour l'utilisateur

A plus long terme, le déploiement de réseau haut débit permettra de faire tourner des applications sur la plate forme, sans avoir à les télécharger. La problématique est donc très éloignée des ordinateurs PC standards.

La gestion du multimédia implique à la fois un fonctionnement multitâche (pour pouvoir faire son courrier en écoutant de la musique) et un fonctionnement temps réel (pour éviter par exemple les décalages auditifs pendant une conversation). Ces deux types de fonctionnement sont assez éloignés et impliquent des approches très différentes.

Les systèmes d'exploitation actuels ne répondent pas entièrement à l'ensemble de ces besoins. Il peut donc y avoir une place pour de nouveaux entrants sur le marché. Plusieurs systèmes devraient apparaître dans les cinq prochaines années. On peut citer, par exemple, l'entreprise Be Inc (Menlo Park, CA) qui se positionne sur ce segment. Leur système BeIA gère harmonieusement plusieurs événements par un contrôle efficace des caches et de la pile logique.

La Mémoire

La technologie de stockage FRAM (Ferroelectric Random Access Memory) est la plus prometteuse pour les systèmes portables. Les

FRAM sont les composants de remplacement des EPROM. C'est une mémoire non volatile qui combine les avantages des ROM et des RAM avec les caractéristiques de non-volatilité. La structure des cellules FRAM consiste en un transistor et un film ferroélectrique (capacité ferroélectrique). Ce composant est plus rapide en mode écriture, présente une endurance élevée et a une plus faible consommation. Ces caractéristiques sont autant d'avantages pour les applications portatives. Les différentes utilisations envisagées sont dans un premier temps, les cartes d'identification sans contact (exemple Smart Card). A long terme, ces mémoires pourront être utilisées sur les cartes SIM multi-application, les cartes réseaux (de 32 kbytes à 4 Mbytes), les téléphones cellulaires (de 1 Mbyte à plus de 16 Mbytes) et les systèmes audio, video, d'impression fax...avec plus de 64 Mbytes de stockage.

Le matériau PZT (Pb(ZrTi)O₃), utilisé par exemple par la société Fujitsu, a une structure de type perovskite. L'ABO₃ est utilisé communément comme un matériau ferroélectrique classique. Une polarisation électrique du PZT (commutation haute et basse d'un atome Zr/Ti) apparaît après avoir appliqué ou déplacé un champ électrique extérieur, ce qui confère les propriétés non volatiles. Il en résulte aussi que la puissance nécessaire pour le stockage de données est très faible.

Tableau 3 : Comparaison des systèmes d'exploitation

5 – Système d'exploitation	Caractéristiques	Spécifications minimums
Palm OS <u>Exemple de produits :</u> Palm IIIx Palm Vx	Plate forme intuitive (chaque nouveau modèle ajoute des caractéristiques) Pas de clavier, mais simple d'utilisation et interface conviviale Faible consommation Echange d'information avec un PC par simple pression d'un bouton Compatible avec Windows 98/NT et Macs Plusieurs applications du logiciel de finance aux jeux.	Stockage 4 MB Connexion rapide pour la synchronisation Ecran avec éclairage face arrière
Windows CE <u>Exemple de produits :</u> Casio Cassiopeia E-100 HP Jornada 820	Ecran graphique couleur Reconnaissance de voix Ensemble d'applications très riches : Pocket Word, Pocket Excel et Pocket Internet Explorer Environnement familier (comme sur les PC) Grande gamme d'applications	Stockage 8 MB Connexion rapide pour la synchronisation Slot d'expansion
EPOC <u>Exemple de produits :</u> Psion Series 5 Psion Revo	Interface hautement intuitive Compatible avec Windows 98/NT Synchronisation avec Microsoft Outlook et Lotus Organizer Schedules Le site web de Psion offre plusieurs applications dont des logiciels Macs	Stockage 8 MB Port infrarouge Clavier

(Source : CNET)

L'entreprise RHOM (<http://www.rohmelectronics.com/>) a développé deux nouveaux composants de type FRAM : BR63F64F (avec une capacité de mémoire de 64 kBytes) et BR63F256F (avec une capacité de mémoire de 256 kBytes). Les composants présentent les caractéristiques suivantes :

- Les données sont ré-inscriptibles plus d'un 1 trillion de fois
- Les données peuvent être stockées plus de 10 ans
- Circuit de protection interne faible voltage
- Faible consommation de puissance (courant de fonctionnement 25 mA, courant de veille 50µA)
- Lecture d'accès rapide : 250 ns.

En avril 2000, RHOM devrait implanter deux nouveaux centres de développement de systèmes sur puce en France (Rennes) et aux USA (San Jose) pour répondre aux besoins des producteurs des téléphones mobiles de prochaine génération.

Le Microprocesseur

Les microprocesseurs utilisés actuellement par les systèmes PDA sont, entre autre, le Strong ARM SA 1110 d'Intel à 206 MHz (Compaq iPaq H3650), le VR4121 MIPS de Nec à 131 MHz (Casio Cassiopeia) et le Dragon Ball de Motorola (Palm).

Dans ce domaine, l'un des derniers événements marquants est l'annonce par Intel d'un positionnement stratégique sur le marché des terminaux portables nomades. Ainsi, Intel et Mitsubishi Electric étudient les détails d'une alliance technologique pour développer les futurs systèmes de téléphonie mobile W-CDMA. Intel fournirait ses microprocesseurs ARM2, spécialement conçus pour les terminaux mobiles haute performance et des composants électroniques pour stations de base.

D'autre part, Intel a dévoilé à l'Intel Developer Forum son nouveau microprocesseur Xscale pour les PDA dont l'architecture est une combinaison entre les processeurs Pentium et strong ARM (déjà fabriqué par Intel). Les avantages sont une optimisation de la consommation d'énergie et l'augmentation de la puissance. La micro-architecture du processeur gère intelligemment l'énergie et la vitesse d'horloge

Figure 8 : Microprocesseur Crusoe



(Source : Transmeta)

en fonction des opérations demandées, permettant d'augmenter considérablement l'autonomie et la puissance des futurs PDA et téléphones portables. Ce composant est compatible avec l'ensemble des systèmes d'exploitation : EPOC, Symbian, Windows CE, Embedded Linux. Une collaboration de Palm est déjà envisagée avec Intel au détriment de Motorola et de sa puce DragonBall. La fréquence du processeur variera de 200 MHz à 1 GHz.

La consommation d'énergie est un des grands enjeux techniques dans le domaine du microprocesseur, tout particulièrement pour les applications aux terminaux nomades. Deux exemples de développements peuvent être cités pour donner une idée de ce que pourra être la prochaine génération de composants.

L'université de Rochester a développé une puce reconfigurable permettant de faire fonctionner les processeurs plus efficacement en les ajustant aux besoins spécifiques du software. Le modèle utilisé est appelé CAP (Complexity Adaptable Processing). La structure hardware conventionnelle est modifiée en une structure reconfigurable qui adapte la taille et la vitesse selon le besoin. Elle utilise une combinaison hardware et software pour déterminer quelle est la configuration hardware optimum. Le voltage est aussi modifié en fonction de l'application. Le modèle CAP permet d'économiser de l'énergie en ralentissant la vitesse du processeur et le voltage quand il détecte que le programme peut s'en passer. Le laboratoire a reçu une subvention de 3 millions de \$ de la DARPA pour poursuivre ces développements. La conception d'une puce prototype de validation du concept sera réalisée en collaboration avec IBM et devrait déboucher commercialement dans 2 à 3 ans.

Cette approche se retrouve sur la puce Crusoe, (Cf. figure 8) commercialisé à grand renfort de propagande par l'entreprise Transmeta basée dans la Silicon Valley. Ce processeur, particulièrement économique en consommation d'énergie (entre 1/3 et 1/30 d'un microprocesseur x 86 classique) devrait trouver des applications dans le domaine des ordinateurs portables. Les grandes nouveautés dans ce composant sont une gestion par software de plusieurs fonctions du microprocesseur et une conservation de l'énergie par adaptation du voltage et de la fréquence d'horloge en fonction du besoin et des demandes variables de l'application. La puce la plus performante de la famille Crusoe est la TM5400 dont la surface est 73 mm². Elle se compose de 128 kb en cache de premier niveau, 256 kb en cache de second niveau, un système de contrôle de puissance longue durée sur puce, un bus d'interface intégré en composant périphérique, et un contrôleur RAM dynamique (Standard et double) de flux de données. La puce est fabriquée par IBM avec 5 niveaux d'interconnexion en cuivre et un motif de base de 0.18 µm.

Les Batteries

La technologie des batteries a évolué plutôt lentement pour répondre aux besoins des équipements portables. L'augmentation de la durée de vie et la possibilité de concevoir des formes variées plus adaptées aux accessoires électroniques

sont les deux paramètres qui influencent les développements techniques.

Technologies Classiques

Les batteries Lithium-ion présentent des durées de vie importantes mais leur électrolyte aqueux présente un caractère inflammable. SRI International (Palo Alto, CA) a licencié une technologie d'électrolyte non inflammable à Sanyo Electronic Components qui devrait résoudre ce problème. Les batteries Lithium Polymère conservent le faible poids des batteries lithium mais suppriment leurs problèmes d'inflammabilité en utilisant un électrolyte solide et non pas liquide. Des recherches sont en cours au Lawrence Berkeley Laboratory (US Department of Energie) pour améliorer la gestion thermique de ces batteries. En effet, ces composants ont des taux de décharge élevés ce qui implique une dissipation externe de chaleur. L'utilisation de polymères avec des conductions thermiques acceptables prévient les surchauffes. D'autres entreprises travaillent à la commercialisation de ces technologies comme Alcatel ou Sony.

Technologies Emergentes

Parmi les technologies émergeantes, les batteries Zinc-Air offrent des densités d'énergie plus élevées que la majorité des piles alcalines. Dans ces batteries Zinc-air seul le matériau actif métallique est stocké, l'oxygène étant alimenté à partir de l'air ambiant. AER Energy Ressources a développé un système de batterie Zinc-Air qui permet le flux d'air en utilisation et bloque ce flux pendant la phase de recherche et pendant les phases de veille. Cela permet d'avoir un taux de décharge très faible. La durée de vie est cinq fois plus importante que les technologies classiques disponibles.

Les piles à combustible présentent l'intérêt d'avoir des densités d'énergie de 3 à 5 fois plus élevées, ce qui permettrait à un téléphone cellulaire de rester plus de 30 jours en veille et plus de 20 heures en communication pour un encombrement identique. Plusieurs industrielles se positionnent sur ce créneau. Ainsi, une entreprise canadienne (Aluminium Power Inc, Toronto) a annoncé le 21 août avoir alimenté un téléphone portable pendant 8 heures en conversation et 5.5 jours en stand-by avec une pile à combustible aluminium-air. La batterie se compose d'une anode en aluminium placée dans une solution alcaline et une cathode de diffusion de l'oxygène. Le secret de cette batterie est que la densité d'énergie de l'aluminium est 75 fois plus élevée que pour une pile Li-ion conventionnelle. La pile utilisant l'aluminium peut être rechargée à sa capacité d'origine en remplaçant la cartouche.

De même, l'entreprise Medis Technologies Ltd (40 personnes), basée à New York City et filiale de l'entreprise israélienne Medis El, annonce le développement d'une pile à combustible DLM (Direct Liquid Methanol) pour l'alimentation des téléphones et ordinateurs portables. La pile, de la taille d'une pile 1.5V, devrait fournir une autonomie de 10h en conversation

pour les téléphones portables et de 400 heures en veille pour les téléphones portables et de 50 à 100 heures pour les ordinateurs portables. Le cœur de cette technologie est un électrolyte breveté par l'entreprise qui agit comme une membrane et qui permet d'utiliser des concentrations de méthanol ou d'éthanol très élevées (35%). Cette pile à combustible n'a pas besoin de source d'hydrogène extérieure pour fonctionner. L'entreprise travaille actuellement à l'augmentation de la densité de puissance. Initialement à 0.03 W/cm², une densité de 0.06 a été obtenue. L'objectif est d'obtenir 0.08 W/cm². Un prototype de démonstration est annoncé pour l'an prochain, ainsi qu'un planning de mise en production avant fin 2001. Les produits devraient être disponibles en 2002. D'ici là l'entreprise va proposer des licences de sa technologie.

Technologies Prospectives

Les ingénieurs du Brigham Young University, en collaboration avec Bipolar Technologies Corp, ont inventé une micro batterie aussi fine qu'un cheveu et avec des puissances 100 fois plus élevées que les micro batteries déjà sur le marché. Cette technologie diffère des autres micro batteries de par sa méthode de fabrication. Au lieu d'être montée pièce par pièce, elle est fabriquée avec les techniques utilisées en microélectronique. Cette approche permet un meilleur couplage avec les composants électroniques par intégration sur un même substrat.

Dans le domaine des batteries nucléaires, les ingénieurs nucléaires de l'University of Wisconsin à Madison étudient la possibilité de créer des batteries minuscules de type MEMS utilisant la radioactivité naturelle d'éléments comme le polonium et le curium pour générer de l'électricité. La taille de ces systèmes varie entre 60 et 70 µm. De par leur petite taille, ces dispositifs peuvent être extrêmement légers et sont assez puissants pour activer des composants nanométriques. L'objectif de l'équipe est de convertir la radioactivité en énergie électrique et d'assurer la sécurité de stockage. Quand le matériau radioactif émet, il dégage des électrons. Ces électrons créent la différence de potentiel nécessaire sur la borne négative de la batterie et assurent un flux vers la borne positive. L'énergie produite par ces systèmes MEMS devrait être de l'ordre du micro-Watt ou du milli-Watt et permettrait d'alimenter les systèmes portatifs. Un prototype est annoncé pour 2002 et devrait arriver sur le marché l'année suivante.

D'autres recherches sont en cours pour convertir l'énergie cinétique en énergie électrique pour recharger les batteries. Adrian Crian, chercheur chez Compaq, a déposé un brevet sur un composant qui recharge la batterie d'un ordinateur portable en utilisant l'énergie générée en tapant sur le clavier. Des petits dispositifs magnétiques, entourés chacun d'une bobine, sont montés au verso de chaque touche. Lorsqu'une touche est enfoncée, l'aimant bouge dans la bobine, générant un petit courant utilisé pour charger une capacité. Lorsque la capacité est suffisamment chargée, l'énergie est transférée à la batterie. Cette

technologie peut être utilisée pour accroître le temps de fonctionnement des batteries entre les différentes recharges ou pour réduire la taille et le poids des batteries.

Le GPS

A partir d'octobre 2001, selon une directive de la « Federal Communications Commission », les opérateurs de téléphonie sans fil devront être en mesure de localiser automatiquement un appel d'urgence 911 effectué à partir d'un téléphone cellulaire. Au-delà de la localisation d'urgence, plusieurs services liés au positionnement devrait apparaître prochainement : les services de concierge (restos à proximité, orientation et navigation....), la facturation géographique des appels et même la supervision du trafic routier. Pour ces différentes applications, les PDA sont des supports plus intéressants en raison de leur taille d'écran. Le produit Geodiscovery, développé par l'entreprise Geo, utilise la puce SiRF et se branche en face arrière du Visor de Handspring. Les cartes peuvent être chargées via internet lorsque le PDA est relié à l'ordinateur. Le système de localisation informe en permanence l'utilisateur de sa position sur la carte.

Les méthodes de localisation proposées sont soit basées sur le réseau en utilisant des techniques de triangulation (TDOA : Time Difference Of Arrival, AOA : Angle Of Arrival, Etude la signature), soit sur l'intégration d'un système GPS dans le terminal.

Au niveau de la technologie GPS, les quatre principaux critères à prendre en compte pour une intégration généralisée dans les terminaux portables sont le prix, la consommation en énergie, le packaging et les performances (précision de mesure).

L'entreprise SiRF, start-up de 100 personnes qui existe depuis 1995, propose un système GPS réalisé en technologie CMOS, de la taille d'un timbre-poste (Cf. figure 14). Il comporte deux puces spécifiques : un étage RF et un étage de traitement qui comprend un microprocesseur, une zone mémoire. Le repérage GPS repose sur une architecture hautement parallèle, qui s'appuie sur les infrastructures GPS de la WAAS (Wide Area Augmentation System) de la Federal Aviation Administra-

tion et du ND GPS (National Differential GPS) du Department of Transportation. Les précisions obtenues varient de 2 à 15m en fonction de l'environnement (agglomération ou campagne).

La stratégie adoptée pour pénétrer le marché

Figure 9 : Système GPS intégré



(Source : SiRF- <http://www.sirf.com>)

de la téléphonie est de coupler l'étage de traitement du GPS avec celui de la puce du téléphone. Ainsi, les deux fonctions GPS et téléphonie utiliseraient le même processeur, la même mémoire.... Cela permettrait une plus grande intégration et une réduction du coût de fabrication (prix unitaire visé inférieur à 10\$). L'entreprise accorde donc des licences d'utilisation de l'architecture de sa puce à des partenaires comme Nokia, NTT DoCoMo et Qualcomm. Des travaux sont en cours sur les aspects consommation d'énergie.

L'entreprise Trimble Navigation, quant à elle, propose une puce GPS dont le besoin en énergie est inférieur à 50mW, la moitié de la puissance consommée par les autres puces GPS. Cette performance est obtenue avec une conception « gated-clock » dans les basses fréquences et une puce RF à faible consommation implémentée par l'entreprise allemande Infineon Technologie. Une technique retenue pour la réduction de consommation consiste à configurer spécialement l'architecture autour d'un CPU hôte. Le composant est conçu pour fonctionner avec un processeur ARM, majoritairement utilisé dans la téléphonie mobile et les applications 3G. La puce moyenne les informations du CPU hôte et de la mémoire pour calculer la position GPS, la vitesse et le temps. Le système contient une puce RF silicium bipolaire et une puce faible bande CMOS 0.25µm qui incorpore le hardware d'accélération pour les algorithmes GPS. Les précisions obtenues ne sont aujourd'hui pas communiquées.

Parmi les autres acteurs du secteur, on peut citer Snap Track, qui propose une technologie basée sur une approche logicielle. Cette société vient d'être rachetée par Qualcomm pour 1 milliard de dollars. Cette acquisition risque de compromettre les développements en cours chez Bell Labs menés en partenariat avec Qualcomm. Les entreprises Motorola et Texas Instruments possèdent leur propre technologie, mais travaillent plus dans le domaine des applications aéronautiques et militaires. Conexant reprend son activité dans le domaine après l'avoir suspendue un moment.

A partir d'octobre 2001, selon une directive de la « Federal Communications Commission », les opérateurs de téléphonie sans fil devront être en mesure de localiser automatiquement un appel d'urgence 911 effectué à partir d'un téléphone cellulaire. Au-delà de la localisation d'urgence, plusieurs services liés au positionnement devrait apparaître prochainement : les services de concierge (restos à proximité, orientation et navigation....), la facturation géographique des appels et même la supervision du trafic routier. Pour ces différentes applications, les PDA sont des supports plus intéressants en raison de leur taille d'écran. Le produit Geodiscovery, développé par l'entreprise Geo, utilise la puce SiRF et se branche en face arrière du Visor de Handspring. Les cartes peuvent être chargées via internet lorsque le PDA est relié à l'ordinateur. Le système de localisation informe en permanence l'utilisateur de sa position sur la carte.

Les méthodes de localisation proposées sont soit basées sur le réseau en utilisant des techniques de triangulation (TDOA : Time Difference Of Arrival, AOA : Angle Of Arrival, Etude la signature), soit sur l'intégration d'un système GPS dans le terminal. Au niveau de la technologie GPS, les quatre principaux critères à prendre en compte pour une intégration généralisée dans les terminaux portables sont le prix, la consommation en énergie, le packaging et les performances (précision de mesure).

L'entreprise SiRF, start-up de 100 personnes qui existe depuis 1995, propose un système GPS réalisé en technologie CMOS, de la taille d'un timbre-poste (Cf. figure 14). Il comporte deux puces spécifiques : un étage RF et un étage de traitement qui comprend un microprocesseur, une zone mémoire. Le repérage GPS repose sur une architecture hautement parallèle, qui s'appuie sur les infrastructures GPS de la WAAS (Wide Area Augmentation System) de la Federal Aviation Administration et du ND GPS (National Differential GPS) du Department of Transportation. Les précisions obtenues varient de 2 à 15m en fonction de l'environnement (agglomération ou campagne).

La stratégie adoptée pour pénétrer le marché de la téléphonie est de coupler l'étage de traitement du GPS avec celui de la puce du téléphone. Ainsi, les deux fonctions GPS et téléphonie utiliseraient le même processeur, la même mémoire.... Cela permettrait un plus grande intégration et une réduction du coût de fabrication (prix unitaire visé inférieur à 10\$). L'entreprise accorde donc des licences d'utilisation de l'architecture de sa puce à des partenaires comme Nokia, NTT DoCoMo et Qualcomm. Des travaux sont en cours sur les aspects consommation d'énergie.

L'entreprise Trimble Navigation, quant à elle, propose une puce GPS dont le besoin en énergie est inférieur à 50mW, la moitié de la puissance consommée par les autres puces GPS. Cette performance est obtenue avec une conception « gated-clock » dans les basses fréquence et une puce RF à faible consommation implémentée par l'entreprise allemande Infineon Technologie. Une technique retenue pour la réduction de consommation consiste à configurer spécialement l'architecture autour d'un CPU hôte. Le composant est conçu pour fonctionner avec un processeur ARM, majoritairement utilisé dans la téléphonie mobile et les applications 3G. La puce moyenne les informations du CPU hôte et de la mémoire pour calculer la position GPS, la vitesse et le temps. Le système contient une puce RF silicium bipolaire et une puce faible bande CMOS 0.25µm qui incorpore le hardware d'accélération pour les algorithmes GPS. Les précisions obtenues ne sont aujourd'hui pas communiquées.

Parmi les autres acteurs du secteur, on peut citer Snap Track, qui propose une technologie basée sur une approche logicielle. Cette société vient d'être rachetée par Qualcomm pour 1 milliard de dollars. Cette acquisition risque de compromettre les développements en cours chez Bell Labs

menés en partenariat avec Qualcomm. Les entreprises Motorola et Texas instrument possèdent leur propre technologie, mais travaillent plus dans le domaine des applications aéronautiques et militaires. Conexant reprend son activité dans le domaine après l'avoir suspendue un moment.

Les Composants RF

Les deux principaux blocs constitutifs d'un téléphone portable sont l'ETBB (Etage de Traitement en Bande Base) et l'étage radio fréquence. L'ETBB échantillonne les signaux vocaux et les met au format de transmission désiré par le biais de DSP (Digital Signal Processors). Le bloc de transmission RF convertit les données numériques en signaux électriques de haute fréquence avant de les orienter vers l'antenne. Dans la première étape de ce processus de conversion, un Voltage Controlled Oscillator (VCO) produit un signal de phase et d'amplitude constante, modulé en fonction des signaux à transmettre. Les signaux traversent ensuite un amplificateur de puissance avant d'atteindre l'antenne. Outre ces briques de base, le téléphone comprend de multiples filtres, composés de nombreux composants passifs, qui servent à supprimer les signaux indésirables.

Les fabricants de téléphones portables doivent réduire le nombre de composants utilisés dans leur système pour maintenir leur compétitivité. Avec le développement des générations 2.5 et 3, les terminaux devront intégrer un système multiradio pour assurer le fonctionnement avec les générations précédentes. De même, il y a un grand intérêt à incorporer des fonctionnalités GPS et Bluetooth. Les enjeux sont donc très forts pour une intégration toujours plus poussée des composants RF et des composants passifs.

Parmi les recherches en cours dans le domaine des radiofréquences, un des programmes les plus novateur est le projet de « picoradio » dirigé par le Berkeley Wireless Research Center (Berkeley, CA). L'objectif est de concevoir un système émetteur / récepteur radio qui fonctionnerait comme un téléphone cellulaire, utilisant un petit nombre de puces silicium sans composants RF extérieurs. Le système doit être très intégré, de la

taille d'un timbre-poste, pour réduire l'encombrement et le coût de réalisation. Il doit consommer très peu d'énergie pour des durées de fonctionnement de plusieurs années. Pour ce faire, il doit être en mesure de s'adapter aux conditions d'utilisation

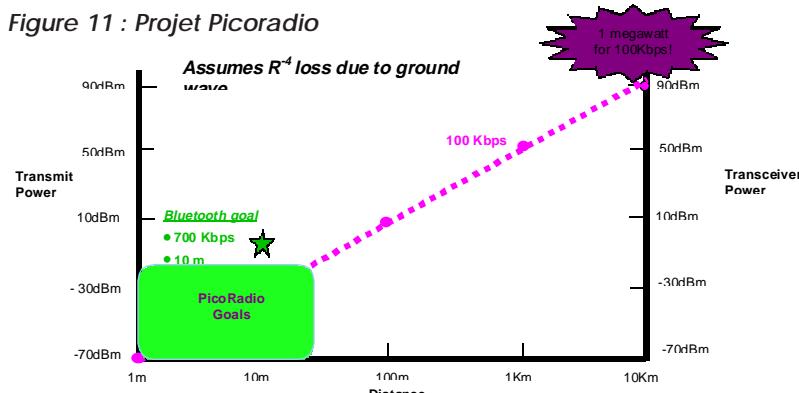
Figure 10 : Antenne à phase multiple



(Source : Caltech)

du milieu extérieur pour maximiser ses performances. Le marché visé est celui des transmissions très bas débit, sur le modèle de Bluetooth. Outre le développement de réseaux locaux dans les

Figure 11 : Projet Picroradio

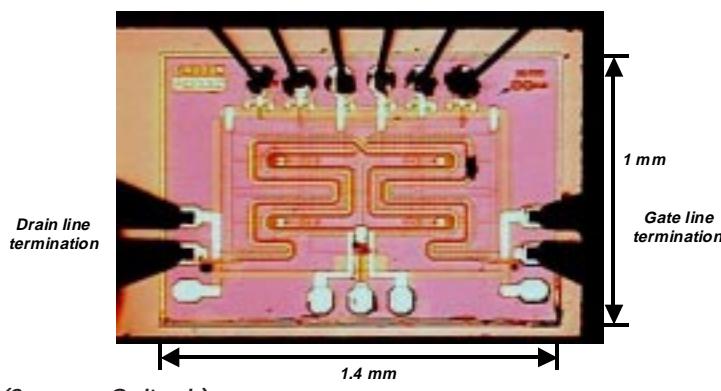


(Source : Berkeley Wireless Research Center)

bâtiments, les applications visées sont nombreuses : interfaces homme / machine (clavier virtuel), robotique industrielle, médecine, jouets... Le positionnement du projet est donné figure 11.

Les deux spécifications clefs de ces « picroradio » sont l'intégration (mono puce) et la consommation d'énergie. Au niveau de l'intégration, il s'agit de placer dans un même composant l'étage RF et l'étage de traitement. Le Berkeley Wireless Center et ses 25 personnes sur le projet, s'intéressent tout particulièrement à la partie traitement. Les aspects RF sont étudiés au laboratoire de Circuits et Systèmes Intégrés du Département d'Ingénierie Electrique de l'UCLA (University California Los Angeles). L'ensemble de l'architecture du composant doit être modifié avec une approche de co-design. La première étape a été d'utiliser des technologies de fabrication compatibles. Ainsi, l'UCLA travaille depuis 1995 (date de l'annonce du premier composant) à la fabrication de systèmes radio en technologie CMOS. L'autre point délicat concerne les interférences et les parasites. Le microprocesseur est particulièrement bruyant ce qui affecte le système radio.

L'intégration, sans un meilleur design du composant, ne signifie pas forcément une réduction de la consommation. L'objectif est de comprendre comment est dissipée l'énergie pour optimiser son utilisation. A Berkeley, les travaux sont menés

Figure 12 : 10 GHz - 0.35µm - CMOS - VCO distribué
dc bias and control

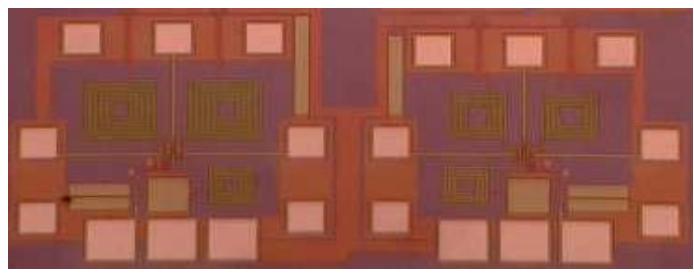
(Source : Caltech)

sur des microprocesseurs de très faible consommation. Le laboratoire de l'UCLA, quant à lui, travaille sur des composants RF intégrés de très faible consommation qui pourraient par exemple se placer dans une montre.

Outre le programme picroradio, l'UCLA travaille dans le domaine RF sur des systèmes à grande bande passante pour l'internet mobile. Quand les débits de transmission sont augmentés, le signal est plus sensible aux interférences. L'idée est de créer des antennes intelligentes qui reconnaissent les interférences et modifient électroniquement leur direction de réception. Cette technique, issue du domaine militaire, est appelée à se généraliser sur l'ensemble des téléphones portables. L'intégration partielle d'un tel dispositif est attendue pour l'année prochaine.

Ce thème de recherche est aussi étudié au California Institute of Technology – Caltech (Pasadena, CA). L'antenne à phase multiple fabriquée (Cf. figures 10) permet d'augmenter la bande passante et la mobilité du système. Il est fabriqué en silicium et fonctionne à 24 GHz. L'amplificateur est en AsGa mais des travaux sont en cours pour utiliser aussi du Si.

Figure 13 : CMOS – Diviseur de fréquence



0.8mW, 9 GHz, 0.35um Shunt-Peaking CMOS /2.

0.5mW, 19 GHz, 0.35um Shunt-Peaking CMOS /2.

(Source : Caltech)

A cette fréquence, le composant le plus problématique à concevoir est l'oscillateur. Une nouvelle technologie a été mise au point qui s'appuie sur un design distribué en commençant par l'amplificateur puis l'oscillateur distribué. La fréquence est directement dépendante de la longueur de la ligne. L'idée est d'ajouter deux « raccourcis » pour moduler la longueur de la ligne et ajuster la fréquence. Un composant VCO distribué de 10 GHz a été fabriqué en technologie CMOS 0.35µm (Cf. figure 12). L'utilisation d'une technologie 0.15µm devrait accroître les performances.

Dans un synthétiseur de fréquence, le diviseur de fréquence consomme un pourcentage important de l'énergie. De nouveaux composants diviseurs de fréquence de faible consommation ont été fabriqués en technologie CMOS 0.35 µm. Les caractéristiques sont de 0.8mW à 9GHz et 0.5mW à 19Ghz (Cf. figure 13).

Recherche Prospectives

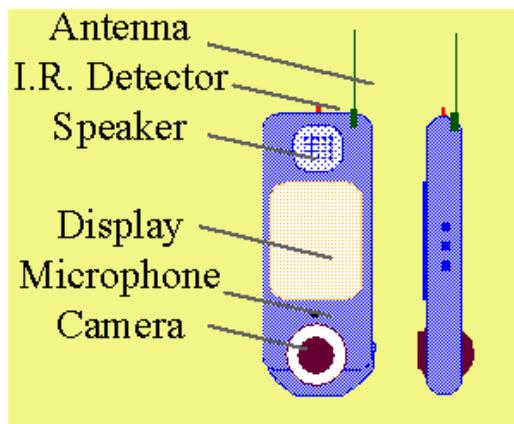
Bien que les développements techniques sur les terminaux relèvent plus du domaine industriel qu'universitaire, plusieurs projets de recherche abordent l'ensemble de la problématique : les terminaux, l'infrastructure réseau, le protocole, les interfaces utilisateurs, les applications.... Au-delà du téléphone et du PDA, c'est une multitude de nouveaux composants qui peupleront notre futur digital.

Le projet « Infopad », dont plusieurs concepts sont utilisés actuellement pour développer les nouveaux produits pour l'internet sans fil, s'est déroulé entre 1993 et 1997 à Berkeley. Il a été à l'origine de la création du Berkeley Wireless Center en 1998. L'objectif du programme était de fabriquer un terminal sans fil pour l'internet avec des capacités de données multimédias et une faible consommation d'énergie. Pour ce faire, l'architecture globale du terminal a été repensée pour déporter les applications et l'intelligence sur le réseau. Le terminal intègre deux modems de connexion sans fil et fonctionne comme un téléphone portable, sans réelle unité de traitement. Il permet néanmoins l'utilisation d'applications multimédias évoluées et offre des possibilités de transmission de données (voix, texte, image). Une vingtaine d'exemplaires a été fabriquée (Cf. figure 15).

Le projet « Oxygen », soutenu par un financement de la DARPA, est en cours au Laboratoire de Science Informatique et au laboratoire d'Intelligence Artificielle du MIT (Boston, MA). Parmi les nombreux volets étudiés (réseau, interface, applications...), deux terminaux de communication sont développés, l'un fixe appelé E21 et l'autre portable, le H21 présenté figure 14.

Le H21 procure une grande flexibilité d'utilisation, le tout intégré dans un système très léger. Cet accessoire ne contient pas beaucoup d'éléments locaux stables mais se reconfigure en fonction de l'environnement par le biais du logiciel. Il possède plusieurs antennes pour collaborer indifféremment avec le réseau N21 ou d'autres composants E21 et H21. Comme le terminal doit être petit, léger et peu gourmand en énergie, le H21 sera équipé avec quelques émetteurs/récepteurs de communication et de

Figure 14 : Terminal H21



(Source : MIT Oxygen)

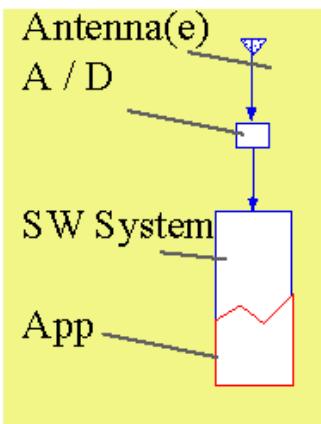
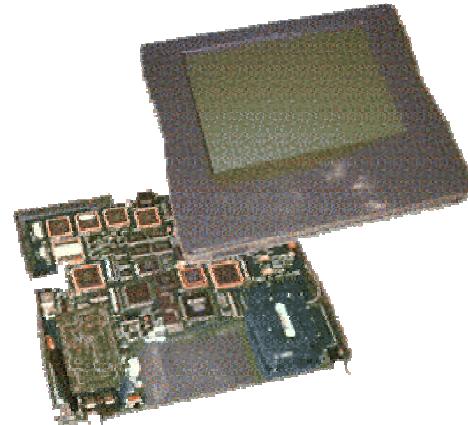


Figure 15 : Terminal InfoPad



(Source : Berkeley Wireless Center)

perception et avec de nombreux composants d'entrée/sortie pour étendre ses capacités. Il ne possédera pas de clavier, ni même de grand écran, mais ces périphériques pourront lui être connectés.

Un programme assez similaire est en cours au HP Labs : CoolTown. Il a pour objectif de fabriquer les systèmes et les applications compatibles avec la mise en place d'un monde virtuel où chaque personne, objet ou lieu est relié. Parmi les accessoires PAD (Portable Access Devices) à l'étude, on peut citer une montre, un badge ou un écran de visualisation. Un des derniers composants en date est un blouson intelligent, le BlazerJet. Il est alimenté par quatre batteries Ni-MH de téléphone portable

localisées sur les épaules. L'ordinateur qui gère l'ensemble s'appuie sur une version de Linux et se trouve dans une poche. L'entrée des données se fait par le biais d'un microphone sur le col, relié à un système de reconnaissance vocale. La sortie des informations se fait par le biais d'un PDA HP Jornada.

A terme, l'intégration poussée des composants et le développement d'interfaces homme/machine toujours plus performants, permettront une utilisation naturelle et transparente de ces technologies. L'accessoire saura alors se faire entièrement oublier au profit de l'application qu'il supporte.

Les Reconnaissances de la Parole, de l'Ecriture et de Tous les Autres Signaux que le Genre Humain peut Produire pour Communiquer avec ses Semblables

Par Luc JULIA, Directeur R&D - BravoBrava!

Luc JULIA

Il reçoit son Doctorat en 1995 de l'ENST Paris. Après 6 années au Stanford Research Institute, où il crée le laboratoire multidisciplinaire CHIC! (Computer Human Interaction Center), il participe à la fondation de BravoBrava!, une startup dont le but est de mettre à la portée de tous les bénéfices qu'apportent les nouvelles technologies.(luc.julia@bravobrava.com)

Ces temps ci, on parle beaucoup de la reconnaissance de la parole et de l'écriture. L'heure est sans doute à un premier bilan. Plusieurs bilans même, car la parole et l'écriture ne sont que la partie visible de l'iceberg. Ce qui compte vraiment, c'est la communication entre machines et humains, tous les humains et pas seulement ceux qui savent manier la souris et le clavier. Evidemment cette communication se décline au pluriel car ce sont tous les signaux humains qui doivent être pris en compte. On ne peut parler de communication monomodale entre humains et il faut donc nous intéresser à la communication multimodale entre humains et machines. La fusion et l'interprétation de toutes les informations collectées est un problème d'avenir.

Faisons tout d'abord un rapide tour d'horizon des technologies disponibles aujourd'hui.

La multiplication des organisateurs de poche a popularisé la notion de reconnaissance de l'écriture, meilleur moyen d'entrer des données sur ces machines. Il faut bien avouer que ces reconnaissances sont des «faux» puisque l'utilisateur doit s'adapter à la machine. Graffiti ou Jot, les reconnaissances disponibles sur les machines les plus populaires, se limitent en effet à reconnaître des mots écrits lettre par lettre, et des lettres tracées d'une certaine façon, le plus souvent en un seul coup de crayon. Bien loin de l'écriture naturelle. Pourtant, la reconnaissance de l'écriture cursive liée existe bel et bien, et nous en trouvons des instances très intéressantes dans les nouveaux PocketPC (pocketpc.com) avec le Transcriber de Microsoft ou Calligrapher de Paragraph.

Prenons tout de suite le contre-pied de ce que nous avons affirmé dans l'introduction en montrant qu'il existe bien une communication monomodale entre humains, le vecteur unique en étant le téléphone. Et c'est bien sûr dans ce secteur que la reconnaissance de la parole joue et va jouer un rôle des plus importants dans les mois et années à venir. La preuve? Le marché financier. Cette année, les deux premières sociétés spécialisées dans la reconnaissance par téléphone ont été introduites sur le Nasdaq, Nuance Communications (NUAN) et SpeechWorks (SPWX). Les deux ont réussi leurs IPOs avec plus de 500% de gains en quelques semaines malgré un contexte boursier peu

favorable... Pourquoi une telle réussite? Parce-que ça marche... Effectivement les applications téléphoniques restent très contraintes dans ce que l'utilisateur peut dire, le domaine, qu'il soit la réservation d'un billet d'avion, ou la commande d'un article d'un catalogue, a un vocabulaire très limité et il est très facile de diriger le dialogue afin de n'avoir qu'un nombre extrêmement faible de réponses possibles (une espèce de QCM). Ainsi ces applications arrivent à des taux de reconnaissance de plus de 98%, ce qui est meilleur que le taux atteint par des opérateurs humains...

Imaginez maintenant quelques lignes avec tous les 5 à 6 mots une erreur, pas forcement importante, mais assez pour nous faire douter du sens banal du texte. Avez-vous compris «Imaginez maintenant quelques lignes avec tous les 5 à 10 mots une erreur, pas forcement importante, mais assez pour vous faire douter du sens final du texte»? Ou, plus important, qu'un taux d'erreur de 10 à 50% ne permet pas une bonne interprétation du texte? Evidemment, c'est cette petite erreur entre 6 et 10 qui fait tout basculer, même si l'on associe au reconnaiseur un système de compréhension (NLP ou NLU, Natural Language Processing ou Understanding) performant, il ne se remettra jamais de cette petite erreur. C'est ce qu'il se passe aujourd'hui quand une machine essaie de comprendre une conversation spontanée. Dans un contexte trop vague, ça ne marche pas. Ici encore la loi du marché s'applique. L&H (LHSP), la société belge qui avait agressivement conquis la place de leader dans la reconnaissance générique, vient de perdre 90% de sa valeur. En plus d'erreurs de management, des études montrent que les utilisateurs n'utilisent ces outils de dictée que pendant quelques semaines avant de les oublier, par manque de performance.

Que manque-t-il donc?

Comme nous le disions en introduction, il faut considérer la reconnaissance comme un processus global, et donner aux ordinateurs tous les indices possibles que nous possédons et qui nous aident, nous humains, à situer et comprendre une conversation. Sans donner dans un lyrisme trop poussé, il faut effacer l'image d'Epinal de l'ordinateur et considérer que d'ici peu, nous évoluerons dans des espaces intelligents (voiture,

maison, bureau), reliant en réseau tous les capteurs et senseurs disponibles dans cet environnement avec nos propres contexte et historique. La fusion de toutes ces informations permettra de réduire la taille du contexte de reconnaissance, et donc d'avoir de bien meilleurs résultats. Parmi les technologies qui aideront à la création de tels espaces intelligents, on peut nommer pour l'infrastructure les communications sans fil, les systèmes de projection portatifs ou flexibles (pour que le système puisse dialoguer avec nous), pour les capteurs, GPS au centimètre près et les tags RFID, pour les senseurs et la biométrie, des caméras infra rouge, et bien d'autres choses encore. Bref, il y a du travail pour tout le monde...

Un VSCEL à 1.3µm

L'entreprise Celio Communications (Broomfield, CO) a développé dans le cadre d'un accord de coopération de R&D avec Sandia un laser vertical (VCSEL : Vertical Cavity Surface Emitting Laser) 1.3 µm en Arsénure de Gallium pour les applications de télécommunications optiques haut débit. La structure verticale des VSCEL, en comparaison aux lasers semi-conducteurs classiques, permet de fabriquer plusieurs milliers de composants par croissance sur un substrat, réduisant ainsi les coûts de fabrication, de packaging, d'alignement et de test. De plus, l'énergie dissipée est plus faible et la fiabilité meilleure. Généralement, les VSCEL fabriqués dans les matériaux AsGaAl et AsGa étaient limités à une fenêtre de longueur d'onde de 850 nm. La longueur d'onde de 1.3µm, adaptée pour les télécommunications haut-débits a été obtenue par une optimisation de la qualité des jonctions InGaAsN et une modification substantielle de la structure. Le Si étant transparent à cette longueur d'onde, il est possible d'envisager le développement de systèmes photonique intégrés utilisant des microsystèmes

(Technical Insights Microelectronics – Juin 2000)

Une Mémoire Micromécanique pour un Ordinateur Intégré sur Puce

Les chercheurs du Carnegie Mellon University développent un disque dur à base mémoire micromécanique qui utilise une centaines de sondes adressant un matériel sensitif (milieu magnétique). La miniaturisation des mémoires sur puce est généralement liée au progrès de la lithographie. Les projections du SIR (Silicon Industry Roadmap) prévoient des puces de 2 Gbit pour 2011. La capacités obtenues actuellement avec la technologie 180 nm est de quelques dizaines de MB par cm². Une mémoire micromécanique atteint des capacités de 1 Gb/cm². L'unique problème est de conserver la rapidité d'exécution. Pour cela, le Carnegie Mellon University utilisent toute la surface de la mémoire. Une zone de pointes lecture/écriture est fabriquée sur le dessus de la puce qui contient le reste du

système informatique. Un second wafer recouvert d'un milieu magnétique est suspendu au-dessus des pointes avec un système d'activateurs électrostatiques qui assurent le déplacement en x et y. Pour utiliser au maximum l'ensemble des bits de la mémoire, il doit y avoir correspondance entre la zone mémoire recherchée et la zone lu par la pointe de la sonde. Des problèmes d'alignement liés aux variations thermiques et aux phénomènes de courbure des wafers se posent. Une courbure de 5° sur une puce de 8x8 mm entraîne une erreur de plusieurs centaine de nanomètre sur la zone de lecture. Un design approprié compense les déformations en x et y par une poursuite du signal électrique, alors qu'un autre activateur en z compense la courbure et les instabilités mécaniques.

Les développements actuels comprennent l'étude des besoins en énergie, les matériaux et les procédés. L'objectif est de fabriqué un composant de stockage non volatile, réinscriptible et faible coût à base de circuit intégré. L'aboutissement de ces recherches permettrait de fabriquer un système informatique complet (processeur, RAM, canaux entrée / sortie, disque dur) sur un unique wafer.

(OE Reports – Août 2000)

Un Cerveau en Silicium

Des chercheurs du MIT, de Bell labs et d'un laboratoire suisse de Neuro-informatique ont développé un nouveau circuit en électronique en silicium, inspiré du cortex, qui permet un comportement hybride qui intègre à la fois la multistabilité des circuits digitaux et l'amplification linéaire des circuits analogiques. Dans les architectures classiques, ces deux blocs sont séparés en deux classes spécifiques de technologie électronique. Le système fabriqué est un anneau de 16 neurones d'excitation, chacun connectés avec des liaisons synaptiques à ses plus proches voisins et aux voisins de ses voisins. Au centre du cercle, un neurone inhibiteur reçoit des impulsions synaptiques d'entrée des autres neurones de l'anneau et leur envoie en retour des inhibitions. La sortie électrique de chaque neurone d'excitation est positive si le neurone est actif et nul s'il est inactif. Le système fonctionne comme un composant électronique flip-flop avec un circuit de retour digital composé de deux éléments interagissant avec des inhibitions mutuelles. La seule différence est que dans l'anneau, la croissance des instabilités est limitée par un unique seuil de non-linéarité. Le système ne demande aucun saturation ou limite supérieure d'activité pour conserver le contrôle des instabilités, si bien que la sélection digitale peut coexister avec la réponse analogique. De part ce fonctionnement dual, le composant devrait être adapté aux machines de perception et du calcul hybride efficace. Au donnant au système des mécanismes synaptiques modulables, il devrait pouvoir apprendre ses propres représentations pour de la perception.

(Technical Insights Microelectronics – Juin 2000)