

Monsieur le Président, cher Jacques
Monsieur le secrétaire perpétuel,
Chers confrères, chers amis.

Je tiens à vous remercier pour m'avoir invitée à la séance solennelle de votre Académie. Mais quel discours une physicienne comme moi, peut-elle donner devant un parterre d'académiciens comme vous ? j'ai alors pensé au mariage entre la physique et l'agriculture, mariage qui semblait inconcevable il y a quelques décennies et qui aujourd'hui a engendré l'agriculture connectée.

Nous vivons une époque extraordinaire qui résulte de la pensée scientifique que l'homme a développée au fil des siècles depuis l'antiquité grecque. Elle est jalonnée de trois grandes ruptures : celle qui émerge chez les philosophes de la Grèce antique qui furent les premiers à penser que la nature est explicable ; puis celle qui au début du 17^{ième} siècle, conduit Galilée à la démarche scientifique : mesurer ce qu'on observe et démontrer ainsi que le comportement macroscopique de la nature découle de lois théoriques ; et enfin celle que nous vivons aujourd'hui, où le développement des techniques instrumentales de plus en plus performantes nous amène à aborder l'infiniment petit, pour tenter d'en comprendre les arcanes.

Comprendre donne aussi des idées pour créer. L'homme s'est toujours inspiré des connaissances qu'il avait acquise grâce à la nature pour inventer. Ce fut d'abord le cas pour les objets macroscopiques ; l'oiseau et le planeur. Puis avec la miniaturisation c'est aujourd'hui l'explosion des nanosystèmes pour la robotique, l'informatique, les médicaments... et nous avons sacralisé notre démarche par le vocable «bioinspiré ». Par exemple nous détestons les mites mais elles pourraient nous aider à concevoir un matériau ultra insonorisant. En effet pour éviter les prédateurs, les mites se font silencieuses. Les ailes de chaque mite sont couvertes de dizaines de milliers de ces minuscules écailles, chacune d'une longueur inférieure à un millimètre et d'une épaisseur de quelques centaines de micromètres. Les écailles sont, elles-mêmes, très structurées à l'échelle du nanomètre avec un enchevêtrement de couches perforées et ondulées qui sont interconnectées par un réseau de minuscules piliers. Le son qui arrive sur l'aile s'en trouve fortement atténué, et en repart diffracté.

Dans ce contexte d'innovation continue des technologies à très petite échelle, les télécommunications entament elles aussi une mutation qui devrait s'amplifier dans les années à venir. Celui ou celle qui se trouve assis devant son

ordinateur est souvent loin de se douter de la guerre farouche qui oppose les divers acteurs économiques de la chaîne d'équipements qui lui permet de communiquer.

Le premier microprocesseur, commercialisé par la société Intel en 1971, contient 2300 transistors sur une plaquette de 7 mm. Cinquante ans plus tard la même plaquette en contient 3 milliards. L'épaisseur des traits de la gravure des connecteurs s'amenuise entraînant une bataille technologique galvanisée par les demandes de clients toujours plus exigeants sur la finesse des traits. Le **fondeur** taiwanais TSMC prévoit d'ouvrir des lignes de production à 5 nanomètres. Mais un grain de matière de 3nm de rayon contient environ 8 000 atomes et dans ce registre de taille les propriétés du grain dépendent de sa taille. On sera bientôt en butée. Pour mettre plus d'information dans un si petit volume, il faudra alors changer de technologie, passer à l'informatique quantique, ou à d'autres supports tel que l'ADN... C'est la recherche en laboratoire aujourd'hui.

Les **équipementiers** achètent aux fabricants de cartes électroniques, leurs produits ; aux fournisseurs extérieurs les écrans, les claviers ou les coques en plastique. Ils assemblent les différents éléments et équipent de leur leurs logiciels les appareils : téléphones, tablettes, antennes qu'ils vendent. Alors que les premiers réseaux 5G tissent progressivement leur toile, la compétition fait rage entre les équipementiers de télécommunications qui tentent d'obtenir des contrats auprès des **opérateurs de téléphonie** mobile car ce sont eux qui fournissent des cartes SIM, munies de puces électroniques, aux clients.

Les appareils sont alors connectés **aux réseaux de communications** sur lesquels cheminent l'information. Ils utilisent deux segments, le **segment terrestre** et le **segment spatial**. Le réseau terrestre a deux structures l'une formée de fibres optiques qui conduisent la lumière sert à véhiculer les paquets d'informations sur terre ou sous la mer pour les équipements fixes, et l'autre, le réseau cellulaire, est ensemble d'antennes couvrant chacune une surface déterminée, qui relaient, par des ondes hertziennes, le signal émis par votre mobile. Le réseau spatial s'appuie sur des satellites qui reçoivent des signaux transmis depuis la Terre, les amplifient, ajoutent les images qu'ils ont captées, et les renvoient vers le sol. Aujourd'hui on évolue vers des constellations de petits satellites connectés qui orbitent à basse altitude entre 200 et 2000km, exploités de plus en plus par des entreprises privées. Le message que vous envoyez est fractionné en paquets d'informations qui sont aiguillés sur les chemins les moins encombrés. A 300.000 km/s, un détour par un satellite n'est pas une perte de temps !

C'est dans ce cadre qu'en septembre 2018 l'Autorité de régulation des communications électroniques et des Postes (ARCEP) a ouvert un cycle de réflexion pour anticiper l'évolution des réseaux à l'horizon de 5 à 10 ans. Parmi ces réflexions, il en est une intitulée **l'agriculture connectée**, car du champ à l'écran la distance est beaucoup plus faible qu'il n'y paraît. Les agriculteurs ont su très tôt s'emparer des potentialités du numérique : 72 % des agriculteurs français utilisent au quotidien des applications professionnelles installées sur leurs smartphones, et 85 % se connectent à Internet au moins une fois par jour pour leur activité agricole. Trois domaines sont concernés :

- L'aide à la décision pour une agriculture de précision,
- La robotisation de l'agriculture et de l'élevage
- Le traitement des données, les relations entre agriculteurs, et avec leurs fournisseurs.

Le principe de l'aide à la décision est de garantir l'utilisation des intrants (fertilisants, pesticides, activateur ou retardateur de croissance) au bon endroit et au bon moment, en fonction de la géophysique des sols, de positionner et piloter les dispositifs d'irrigation ou encore de développer de nouvelles pratiques agronomiques. Des capteurs ou objets connectés sont embarqués sur les machines pour mesurer les besoins en eau et en engrais. Les analyses d'images identifient les mauvaises herbes, la photosynthèse est suivie par des méthodes optiques et le dépistage génétique détecte tôt les maladies des plantes.

La mécanisation a constitué une véritable révolution agricole au début du XXe siècle. La robotisation ouvre aujourd'hui une nouvelle ère. L'agriculteur ne sera plus assis sur son tracteur, il le commandera depuis son écran. Traite, semis, désherbage, épandage, taille, récoltes... les robots ont toutes tailles, et vont des bracelets d'activité du bétail aux tracteurs autonomes. Leur automatisation permet de faire fonctionner ensemble plusieurs outils d'exploitations. Le pilotage d'une flotte de machines par guidage satellite optimise des manœuvres.

Les réseaux accessibles à partir de plateformes web collaboratives, incitent l'agriculteur à mutualiser ses moyens techniques et humains ce qui réduit ses charges. Les téléconsultations vétérinaires se mettent en place lorsque c'est possible. Le collaboratif est également au cœur d'un nouveau modèle d'économie solidaire : le co-farming. La supervision des exploitations avec la mise en place de la 5G qui a pour avantage d'augmenter le débit de transfert et la sécurité des données, permet une adaptation en temps réel pour trouver rapidement la solution

aux problèmes posés. Le suivi des animaux par satellites, dans un périmètre géographique donné est une aide aux communautés rurales éloignées.

Le secteur agricole entre dans le domaine des big data. Participer au développement des usages numériques pour répondre aux enjeux du secteur agricole est indispensable, mais soulève la question de la gestion des données, de la souveraineté alimentaire. La surabondance de plateformes de données, leur domination par les géants du secteur alimentaire leur couplage avec le secteur pharmaceutique pose problème. Si tout est informatisé, robotisé, décidé par une autorité quelconque quel est le rôle de l'agriculteur ? Quelle marge de manœuvre lui reste-t-il ? C'est dans ce contexte que l'agriculture, comme l'élevage, doivent reprendre leurs marques et mettre la vie au cœur de la machine.

La France est le premier producteur agricole européen. Il apparaît alors que l'académie d'agriculture de France a un rôle à jouer dans ce débat, un rôle de leader au niveau des académies d'agriculture européennes. Dans un monde hyperconnecté son rôle à l'international est aussi crucial. Membre très actif du groupe interacadémique pour le développement, le GID, votre président conduit l'action que nous menons sur le rôle et la sécurité des bassins versants en Méditerranée. Votre académie est aussi très impliquée dans le partenariat que développe le GID avec l'École Supérieure d'Agronomie de Yamoussoukro en Côte d'Ivoire, qui aide les jeunes agriculteurs africains à rendre leur continent autosuffisant quant à son alimentation. Les africains sont passé directement de l'agriculture artisanale à l'agriculture connectée, et l'académie d'agriculture de France doit avoir une action de catalyseur dans cette transition, car elle sait maîtriser des technologies de pointe qui visent à améliorer les rendements agricoles, mais aussi mettre en place des garde-fous pour éviter la démesure.

L'Assemblée générale des Nations Unies a déclaré 2021 « Année internationale des fruits et des légumes ». Il est clair que même entourée de robots ce sont des fruits, des légumes, des céréales que l'agriculture engendre. Je ne peux que citer le poète québécois Pamphile LeMay, qui termine son poème « Fruits mûrs » par ces vers :

- Ah ! sur ma lèvre et dans mon cœur, quoi qu'on en dise,
- Devant tant de fruits mûrs qui s'offrent à dessein
- Je sens se réveiller l'antique gourmandise !

Catherine Bréchnignac 6 janvier 2021