



# " Apport de la robotique dans les productions agricoles des grandes cultures "

**M. Berducat**

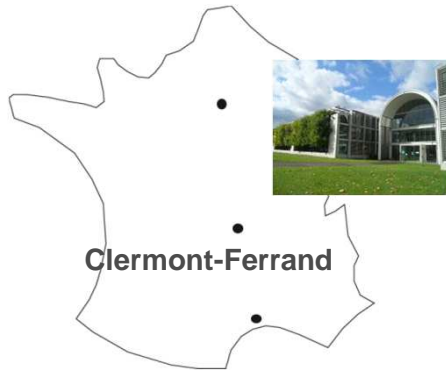
**Irstea – Département Ecotechnologies**

Unité de Recherche TSCF  
(Clermont-Ferrand)



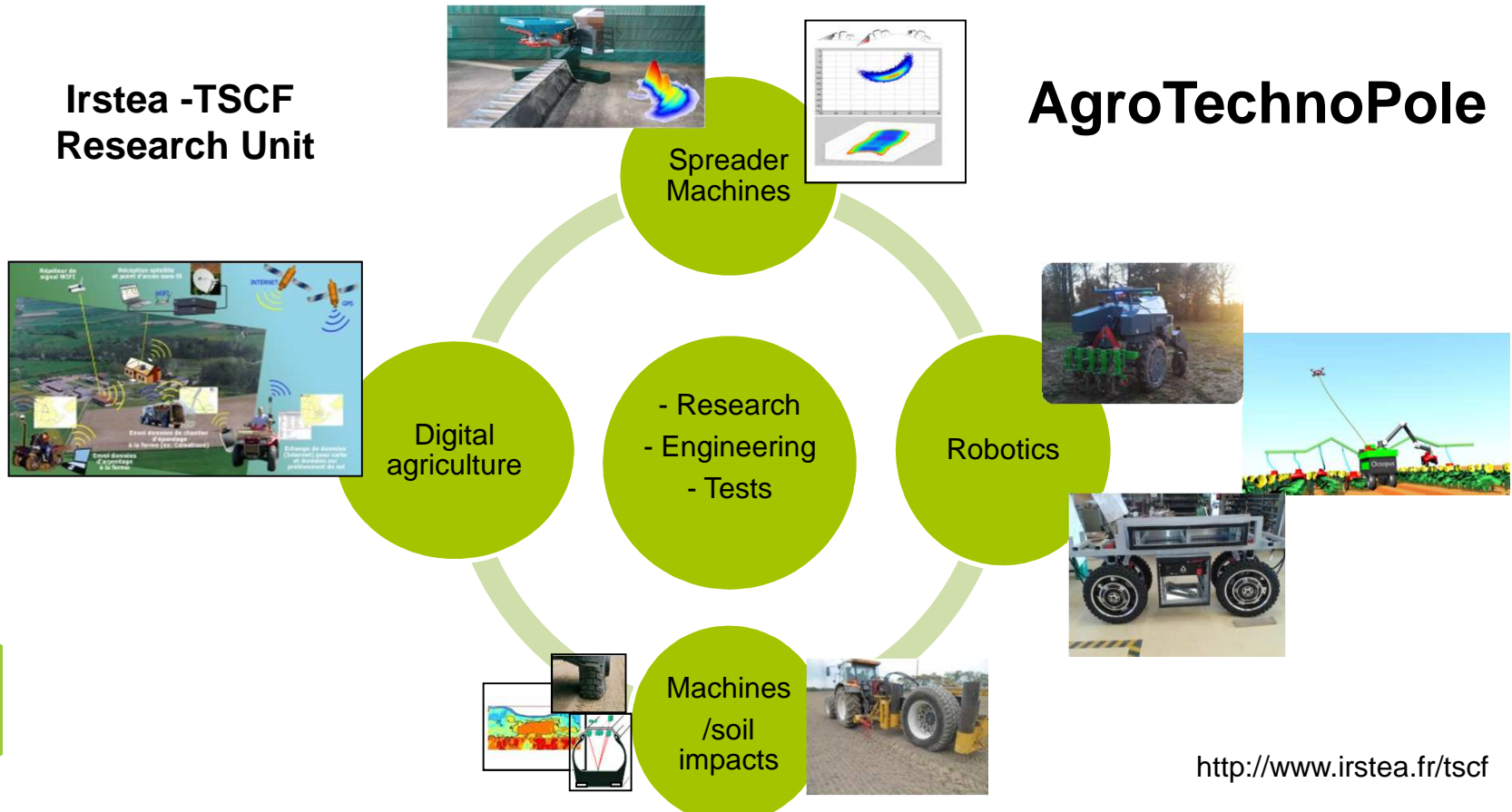
[www.irstea.fr](http://www.irstea.fr)

**AG « Les amis de l'Académie d'Agriculture de France »  
15 Mars 2018 - Paris**



**Irstea -TSCF  
Research Unit**

**AgroTechnoPole**





**I/ Marché et Maturité des technologies de la robotique agricole**

**II/ Vers la possibilité de repenser la mécanisation agricole en Grandes Cultures grâce à la robotique ?**

**III/ Robotique Agricole: Pas seulement une dimension technologique !!**

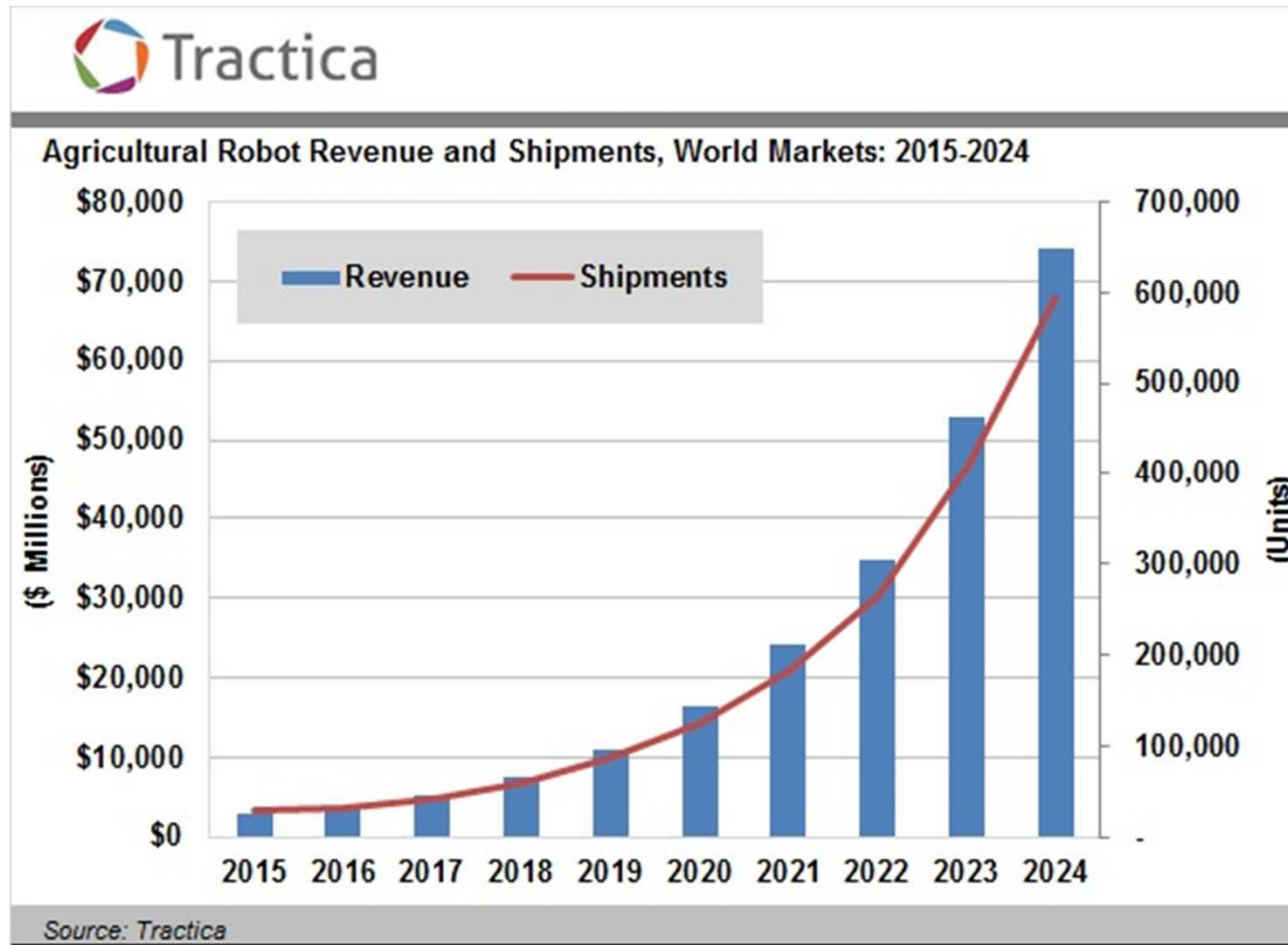
**IV/ et pour terminer !!!**



# **I/ Marché et Maturité des technologies de la robotique agricole**



Source <https://www.tractica.com/newsroom/press-releases/agricultural-robot-revenue-to-reach-74-1-billion-worldwide-by-2024/> (dec2016)

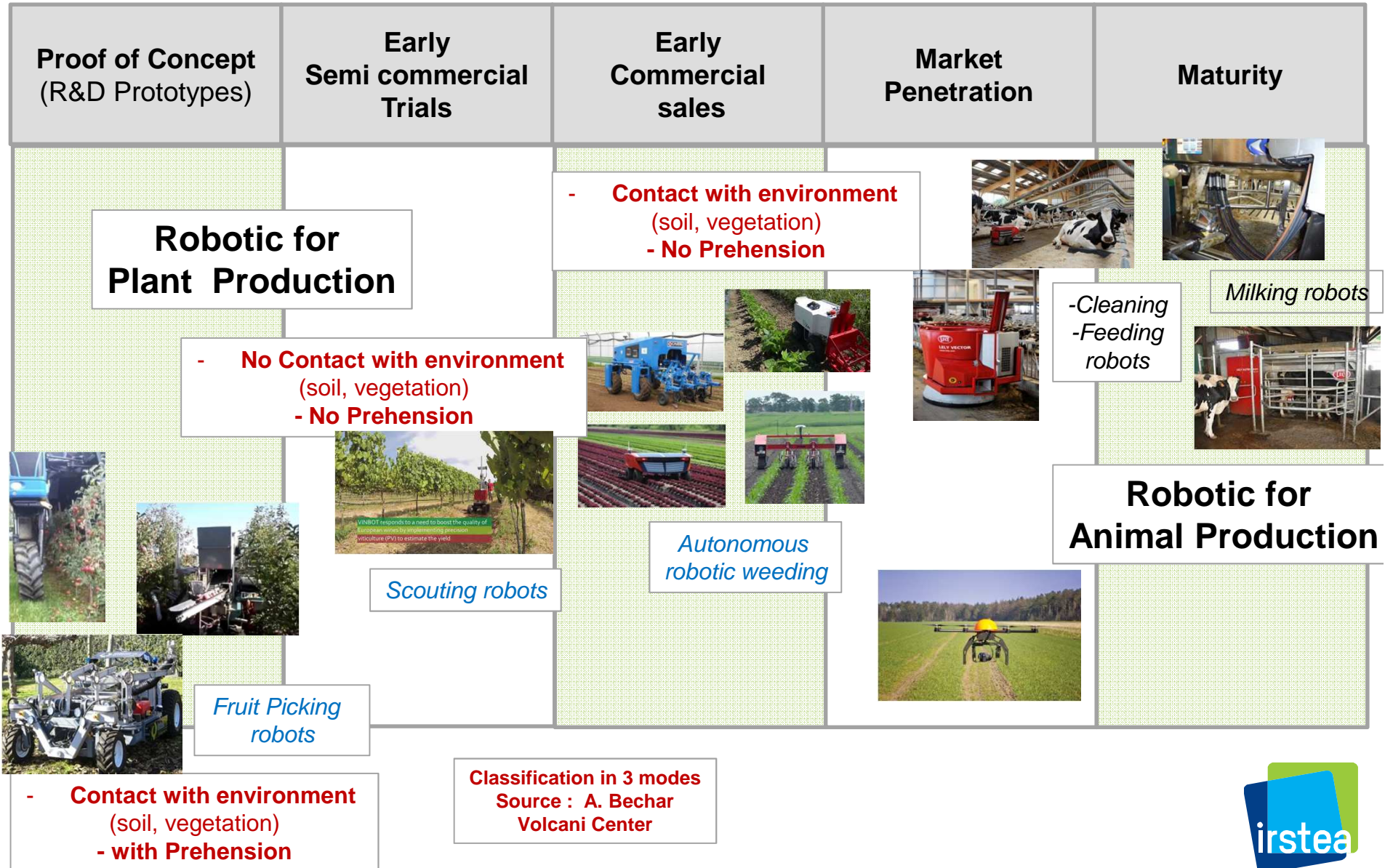


“The rising demand for agricultural robots is being driven by a number of factors including global population growth, increasing strain on the food supply, declining availability of farm workers, the challenges, costs, and complexities of farm labor, changing farmlands, climate change, the growth of indoor farming, and the broader automation of the agriculture industry,” says Tractica research analyst Manoj Sahi.





# Market/Technology Readiness Level



Classification in 3 modes  
Source : A. Bechar  
Volcani Center





**Années 2010**  
**Espaces ouverts**  
**plats et structurés**



**Solutions**  
**aux stades « prototypes**  
**laboratoire »**  
**ou**  
**commercialisées**  
**en qqs unités**



**Années 2020**  
**Espaces ouverts**  
**complexes !!**



**Solutions robotisées futures**  
dotées de performances  
accrues pour travailler sur :  
- terrains en pente  
- en présence de glissements  
- milieux complexes  
- haute vitesse  
- ...



# **III/ Vers la possibilité de repenser la mécanisation agricole en Grandes Cultures grâce à la robotique ?**



## Evolution des machines agricoles depuis 1 siècle:

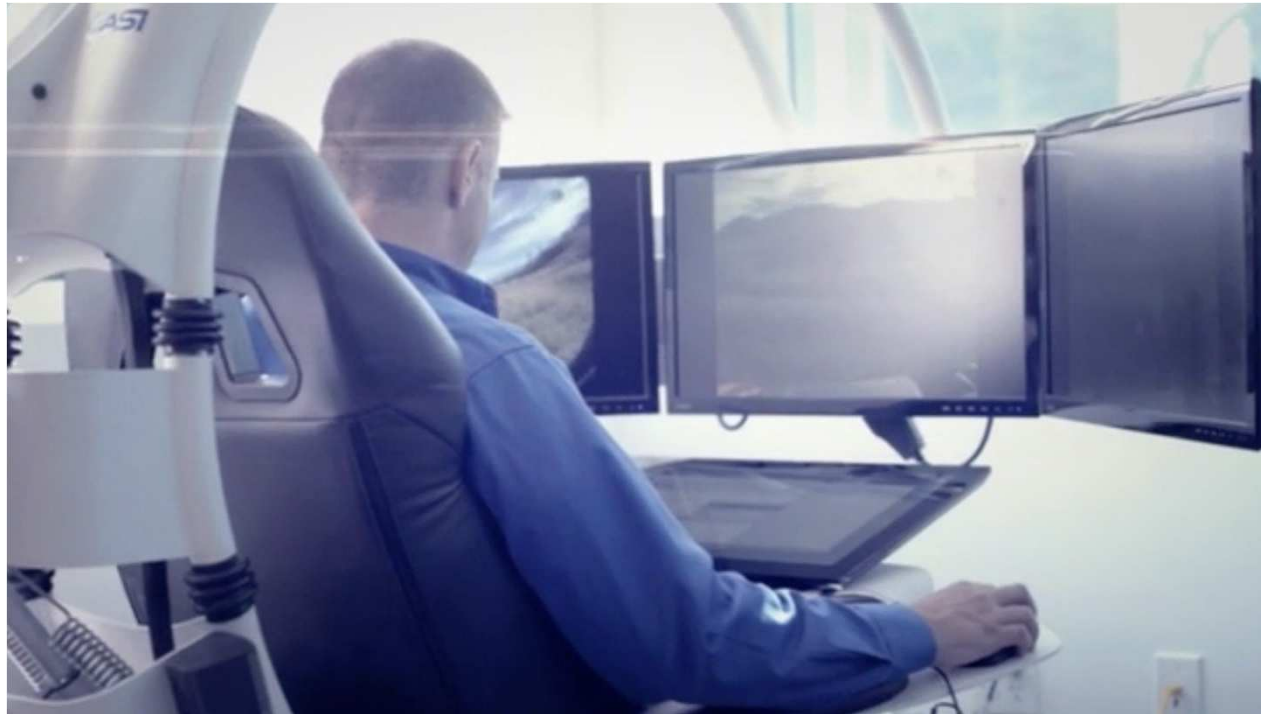
**« Toujours plus grosses, toujours plus puissantes !! »**



Source : ONUS\_Agronomy - 2016 -  
<https://www.youtube.com/watch?v=6Qy9BgB8EeU&feature=youtu.be>



**« Mais pourquoi le conducteur doit il être encore secoué dans la cabine ? »**

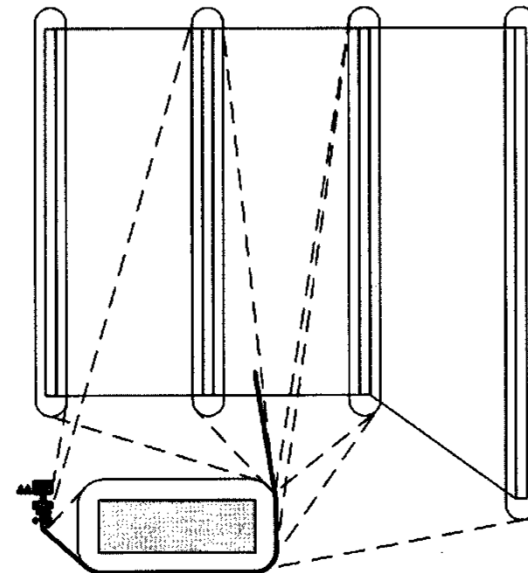


**=> Poste de Pilotage/Supervision à distance**



# Vers des chantiers robotisés avec un opérateur superviseur à distance

Ex. Travaux 2009 : John-Deere - Université Carnegie Mellon – Pittsburgh – USA  
Chantier de récolte automatisé de tourbière



(Source Journal of Field Robotics  
June/July2009 )

“Development and implementation of a  
Team of Robotic tractors  
for autonomous Peat Moss harvesting”





# CNH : Concept «Tracteur autonome »

Septembre 2016 – USA  
Février 2017 – SIMA - France



Source:  
Extrait Ref 3

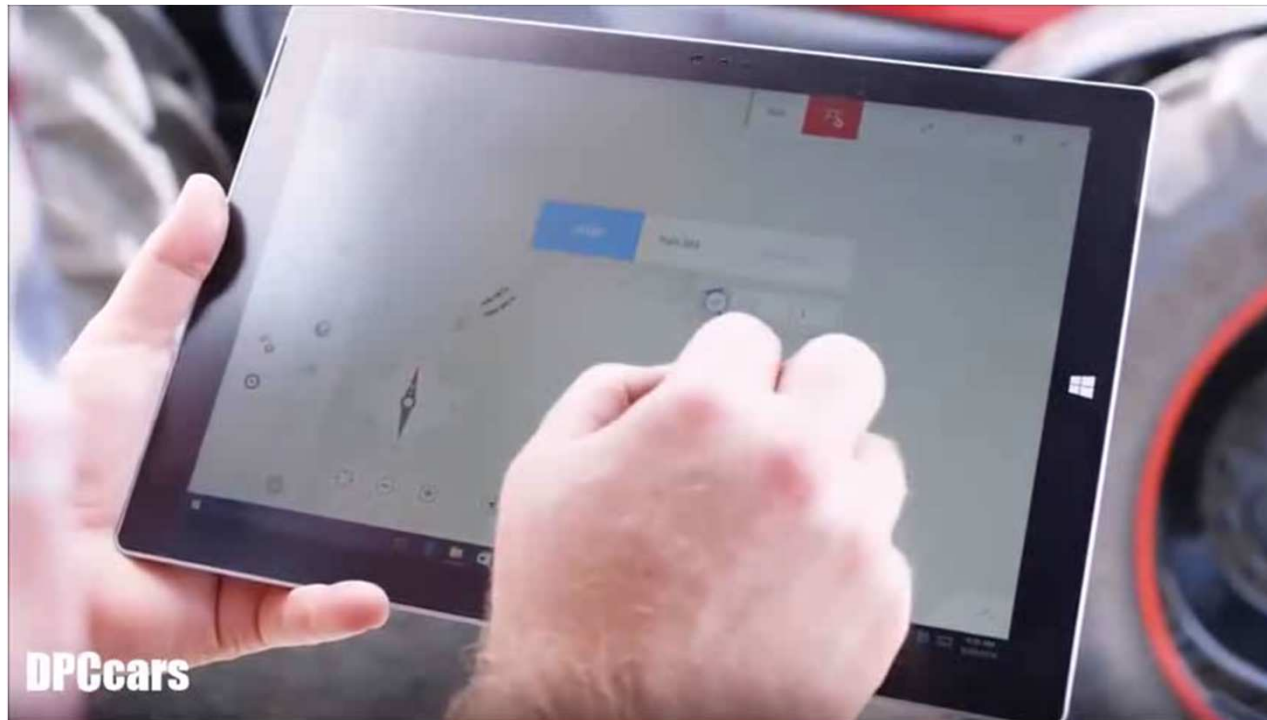
Source CNH - 2016 -  
<https://www.youtube.com/watch?v=GU81B1kZYbk&feature=youtu.be>





## CNH : Concept «Tracteur autonome»

**« Pas forcément simple de manoeuvrer / atteler les outils avec une tablette !!? »**



Source:  
Extrait Ref 4

Source CNH - 2016 -  
<https://www.youtube.com/watch?v=GU81B1kZYbk&feature=youtu.be>





## « Nécessiter d'automatiser aussi la connexion des outils... »



⇒ **Exemple 1 : AutoConnect – John Deere (2014)**

Source : John-Deere - AutoConnect – 2014 - <https://www.youtube.com/watch?v=CfwZ0RSj9ec>



⇒ **Exemple 2 : SynTrac – Allemagne (2017)**

Source : SYNTRAC - 2017 - <https://t.co/qgN3S1oVB4>



«...de robotiser le remplissage du réservoir de carburant...»



⇒ **Exemple :**  
**Scott-Automation**  
(2016)

Source : Scott-Automation - Robofuel 2016 : [https://youtu.be/Ei\\_qrqJ\\_leg](https://youtu.be/Ei_qrqJ_leg)





## «...de robotiser le chargement des batteries...»



⇒ **Exemple :**  
**« Carla »**  
*First mobile charging  
Robot for e-cars  
(2018)*

*Source:  
Extrait Ref 7*

Source : [https://www.youtube.com/watch?feature=player\\_embedded&v=WhwNJZTrafI](https://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=WhwNJZTrafI)



## Concepts d'automoteurs autonomes :

**« On aurait pu penser que le premier démonstrateur serait une Moissonneuse-Batteuse... »**

Source: CNH





## Concepts d'automoteurs autonomes :

**«...mais ce fut déjà un robot de semis !!  
(qui a fait le buzz en 2017) »**

**SeedDotRun  
Dot Technology  
Corp  
SeedMaster  
Canada  
2017**

Puissance : 160 Ch.  
Poids à vide : 4 t  
Charge Max : 18 t  
Vitesse max : 19 km/h



Source : Dot Technoloy Corp - 2017 -  
<https://www.youtube.com/watch?v=TQUZjldryZ8>



## Concepts d'automoteurs autonomes :

« *une plateforme polyvalente* »

SeedDotRun  
Dot Technology  
Corp  
SeedMaster  
Canada  
2017



*source CBCSaskatchewan - Ag trade show... Ag in Motion*  
<https://www.youtube.com/watch?v=l2nuv-kgKZ0>



# Concepts d'automoteurs autonomes :

« autre plateforme de semis »

Robotti  
Agrointelli  
(D)  
2017



Version Diesel (toute électrique prévue)  
Poids : 600 kg (a vide) + 750 kg  
Vitesse max : 8 km/h

Photos :  
Agrointelli

Source : <http://www.precisionag.com/service-providers/tools-smart-equipment/autonomous-tractors-could-work-in-wetter-conditions-than-traditional-tractors/#Tinsel/60558/3>



## Concepts d'automoteurs autonomes :

**« la Moissonneuse-Batteuse autonome est aussi cependant annoncée !!! »**

**Kubota**  
Autonomous Farm  
Machinery

**Mars 2017**

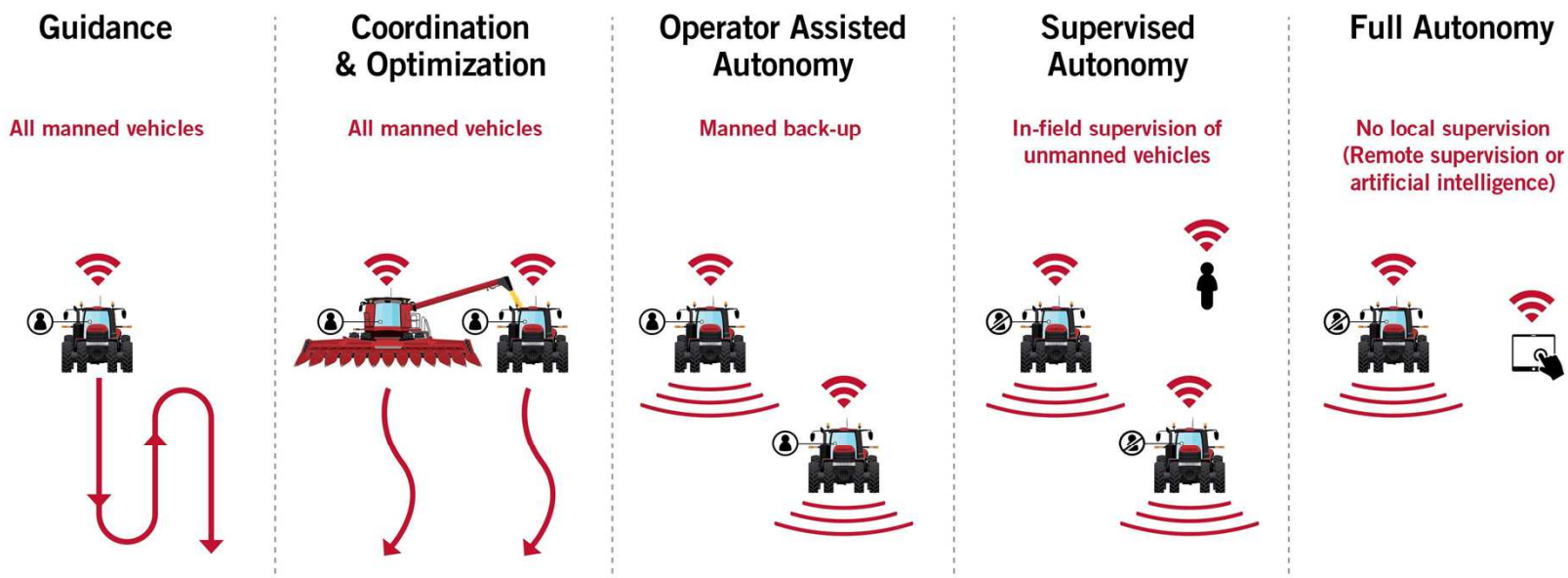


Source - [https://www.youtube.com/watch?v=5FOc3By\\_hj8](https://www.youtube.com/watch?v=5FOc3By_hj8)



# Niveaux d'autonomie :

## AUTOMATION DEFINED BY CASE IH



Case IH names 5 categories of autonomy

Source : <https://www.realagriculture.com/2018/02/case-ih-names-5-categories-of-autonomy-and-a-field-scale-project/>

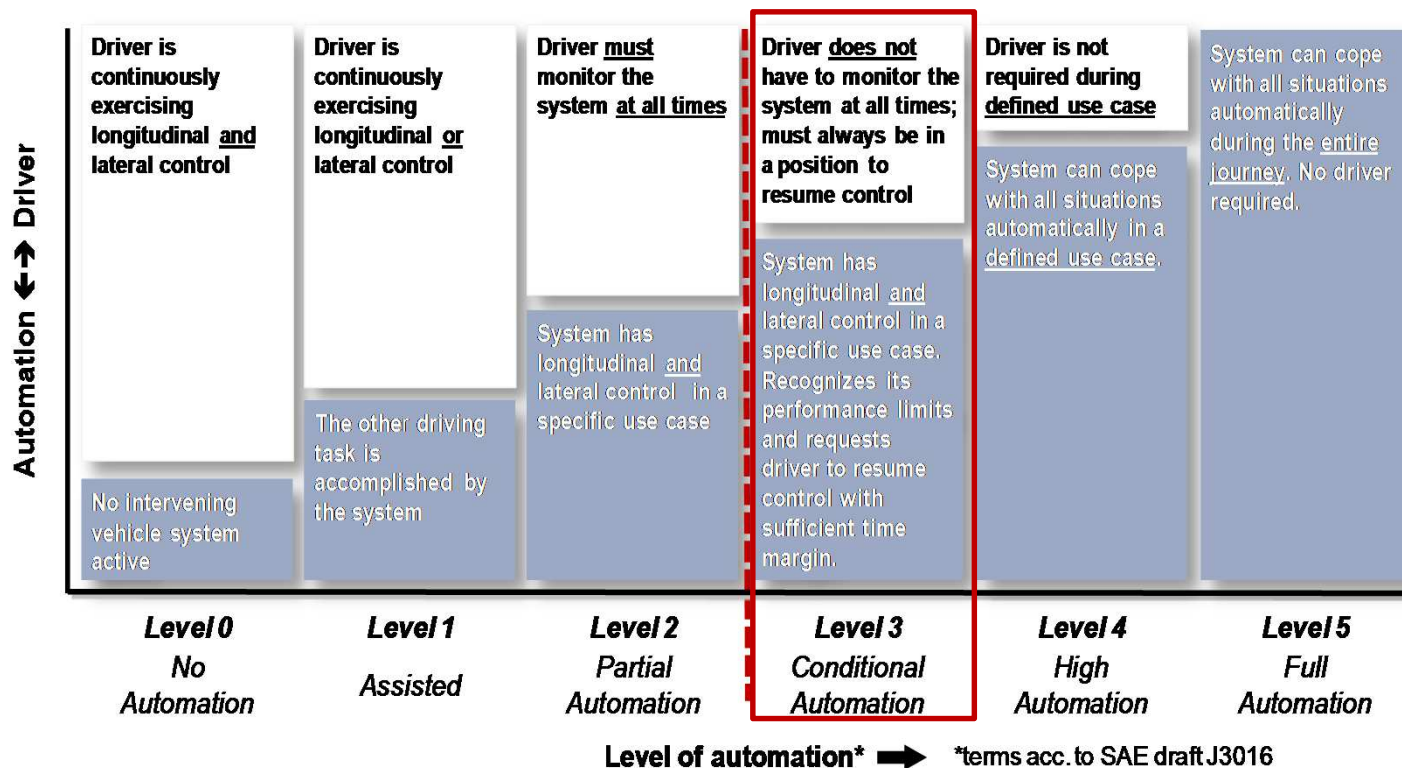




# Stade actuel des systèmes «robotisés» agricoles : Plateforme autoguidée sans conducteur embarqué !!

Suivi de trajectoires préenregistrées : GPS, télémètre laser, vision...  
Détection d'obstacles : ceinture de capteurs US, télémètre laser...

## <=> Niveau 3 de la Classification SAE – Véhicules intelligents - Automobiles



Source:  
NFI / VA

### Niveau 3: Automatisation Conditionnelle

Activité de surveillance : Le conducteur n'a pas à surveiller le système en permanence

Limitations : Le système identifie la limite de ses performances, **cependant il n'est pas capable de ramener seul le système dans un état de risque minimum pour toutes les situations.**



# Improvements in Man Machine Interface

Where is the remote operator : ?

- in the field  
at proximity  
of the robot(s) ?

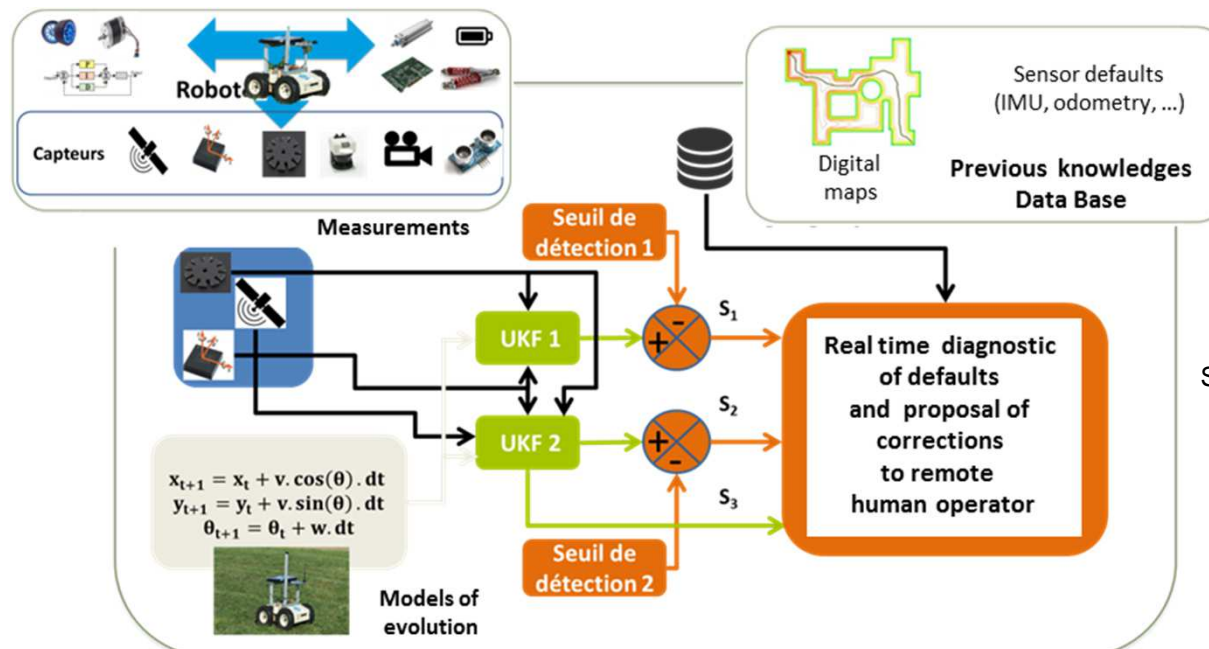


- "at home" ?



In fact the main relevant issue to solve is:

*"How for the remote operator to well appreciate all remote issues in order to reset and start again the machine in automated mode in full security/safety? (for the machine and for the environment !!) "*



Source : N. Tricot  
Iristea - TSCF



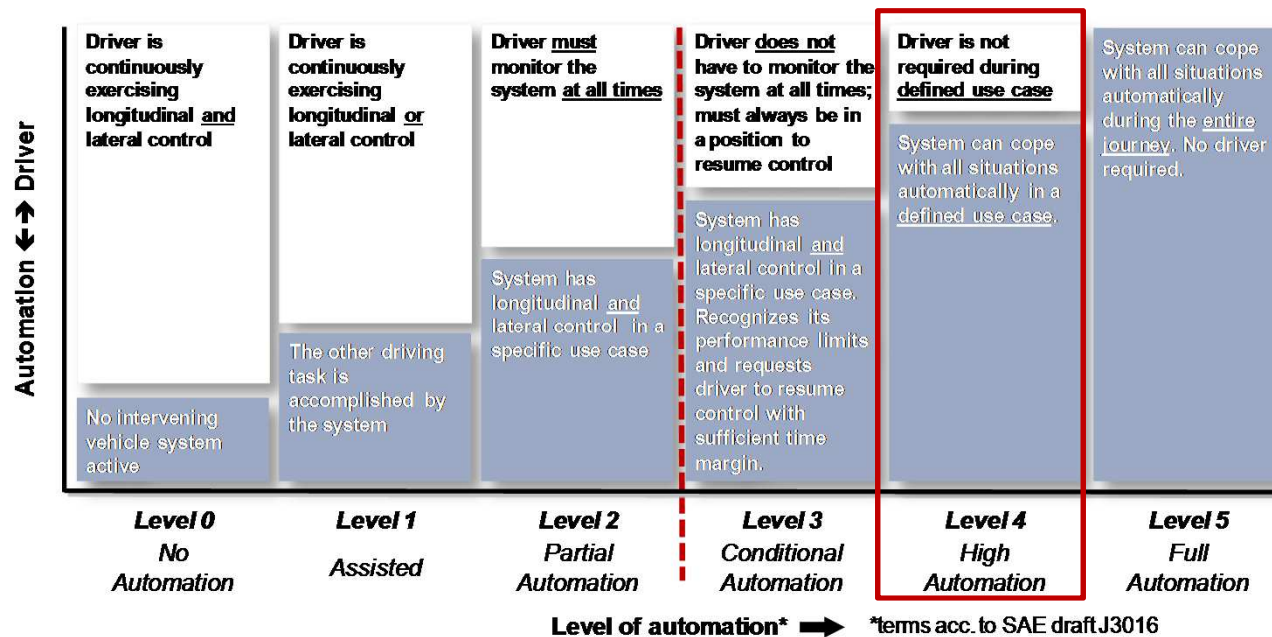




# Robot = capacité à réagir seul à des situations imprévues

Définition : « Système doté d'un certain degré d'intelligence et des moyens de perception et de commande associés permettant de réagir seul à un changement de circonstances (dont situations imprévues) dans l'environnement de travail »

## <=> Niveau 4 de la Classification SAE – Véhicules intelligents - Automobiles



### Niveau 4: Automatisation Elevée

Activité de surveillance : Le conducteur n'a pas à surveiller le système en permanence.

Limitations : Le système identifie la limite de ses performances, **et peut automatiquement faire face à toutes situations survenant lors du cas d'usage**. A l'issu du cas d'usage, le conducteur doit être en mesure de reprendre le contrôle du véhicule.





## Evolution des machines agricoles depuis 1 siècle:

« *Toujours plus grosses, toujours plus puissantes, mais toujours plus lourdes !!* »



source : <https://t.co/F82nXOKcu2>



### Tassements

1/ *superficiel (jusqu'à 25 cm)*  
=> *dépend Pression d'interface*

$$\text{Pression d'interface(bar)} = \frac{\text{Charge à la roue (kg)}}{\text{Surface d'empreinte(m}^2\text{)}}$$

2/ *profond (30 cm – 1 m)*  
=> *dépend de la charge Essieu !!*

$$\text{Charge} = \frac{P \text{ Vide} + \text{Charge Utile}}{\text{Nb essieux}}$$





## Evolution des machines agricoles depuis 1 siècle:

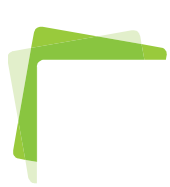
**« Toujours plus grosses, toujours plus puissantes, mais toujours plus lourdes !! »**

**Eléments biblio extraits du rapport CE 2004 (EUR 21319 EN/6)  
- Groupe de Travail « Stratégie pour la protection des sols » :**

« Contrairement à la couche arable, le sous-sol n'est pas chaque année relaxé et le degré de compaction se cumule d'année en année, créant sur le long terme une couche compactée plus ou moins homogène. La résilience du sous-sol à la compaction est faible et la compaction persistante. **La compaction des sols est estimée à l'origine de la dégradation de 33 millions d'hectares en Europe.**

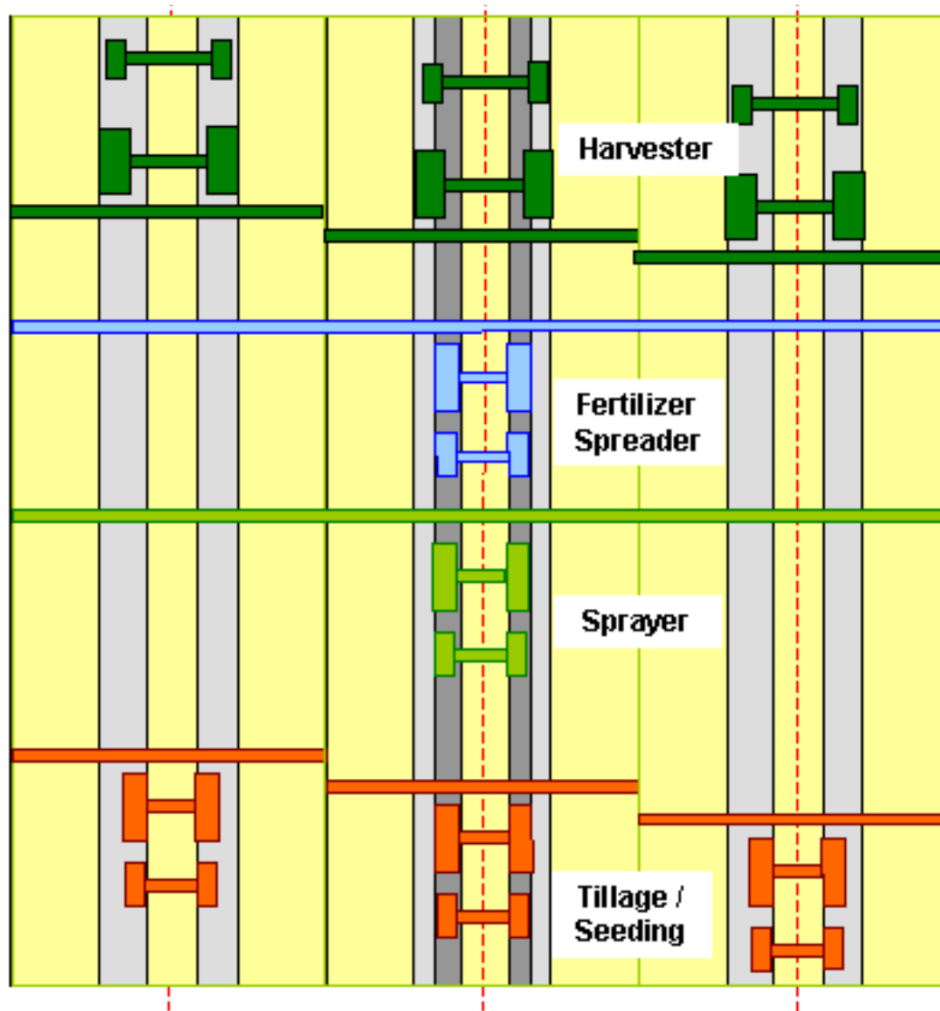
Bien que les conclusions de plusieurs chercheurs sur la compaction des sols soient connues maintenant depuis plusieurs années, **ces connaissances semblent être négligées par les constructeurs et utilisateurs de machines agricoles toujours plus lourdes.** Les savoir-faire techniques sont majoritairement mis au service de l'amélioration du confort du conducteur, des performances de récolte..., tandis que la protection des sols profonds semble être considérée comme un problème secondaire.

Cependant sur le long terme, des nuisances en terme de baisse de la fertilité et de profitabilité des sols surviendront au frais des agriculteurs et de la société toute entière. Une circonstance aggravante est générée également par les changements climatiques. Dans les pays d'Europe de l'Ouest, les précipitations augmenteront en hiver, et seront concentrées en été sur des périodes courtes de fortes précipitations séparées par des périodes de sécheresses plus longues. La réduction des capacités d'infiltration et de stockage de l'eau par les sols dus au sous-sol compacté conduira à l'accroissement du risques de lessivage et d'érosion des sols, de la pollution des eaux de surfaces par les substances nutritives ou autres éléments chimiques utilisés en agriculture ».



(« *Machines agricoles toujours plus grosses, toujours plus puissantes, mais toujours plus lourdes !!* »)

## => Controlled Traffic Farming



(Source Station ART  
Tänikon - Suisse)

**Traffic zone concept**  
6m and 8m working width  
compared

**no traffic**  
at 6m = 62%  
at 8m = 71%

**minimal traffic**  
at 6m = 31%  
at 8m = 23%

**intensive traffic**  
at 6m = 7%  
at 8m = 5 %



## Evolution des machines agricoles : 2<sup>eme</sup> voie

« *Petits robots pour une Agriculture de Précision à l'échelle de la plante* »



**Concept de petits robots pour l'implantation, suivi, récolte des cultures**

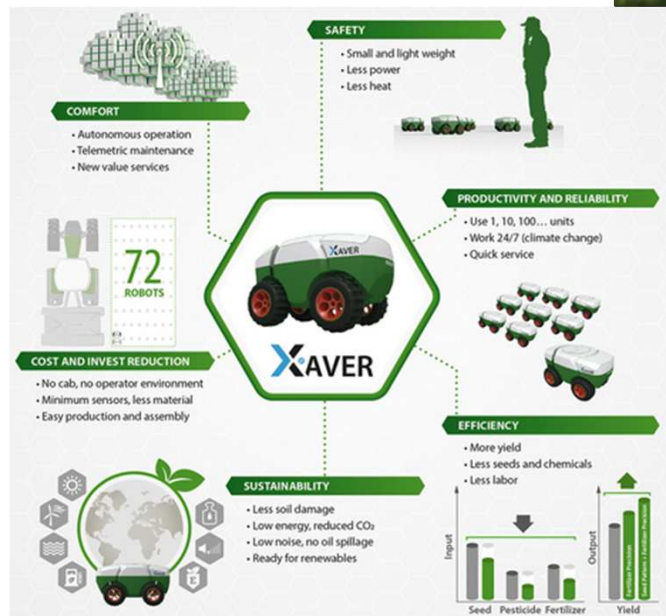
( source : **B.S. Blackmore** and all « *A specification for an autonomous crop production mechanization system* » University of Thessaly, Greece, ICPA, 9th Denver, **July 2008**, 16p)



# Evolution des machines agricoles : 2<sup>ème</sup> voie

## 2017 : Illustration 2<sup>ème</sup> voie

**FENDT : Projet MARS**  
(2014-2017)  
**puis XAVER**  
(Annonce AgriTechnica Nov 2017)



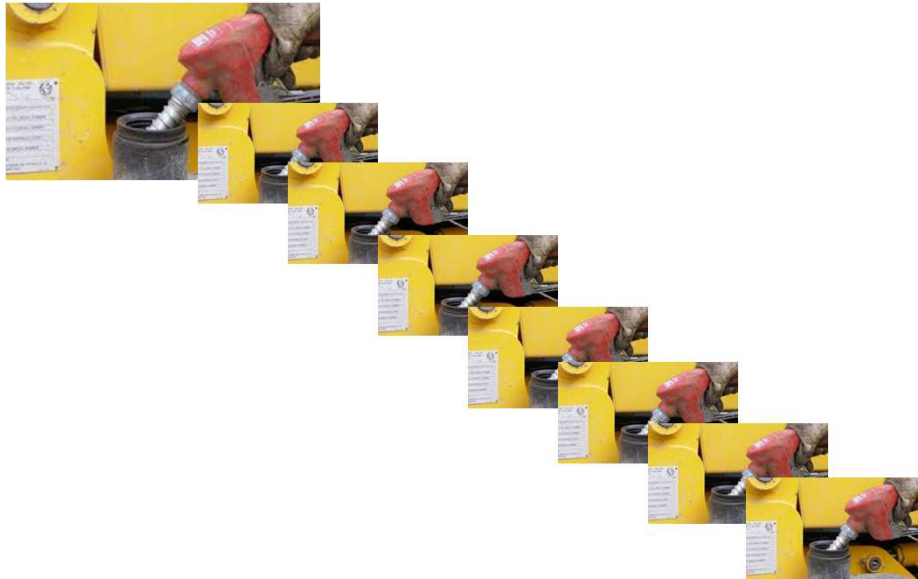
Source : Landtechnik der Zukunft - 2017 -  
[https://www.youtube.com/watch?v=a5\\_kQScrZew&feature=youtu.be](https://www.youtube.com/watch?v=a5_kQScrZew&feature=youtu.be)





## Evolution des machines agricoles : 2<sup>eme</sup> voie

**« La robotique agricole ne commence pas au champ  
mais dans la cour de l'exploitation agricole !! »**



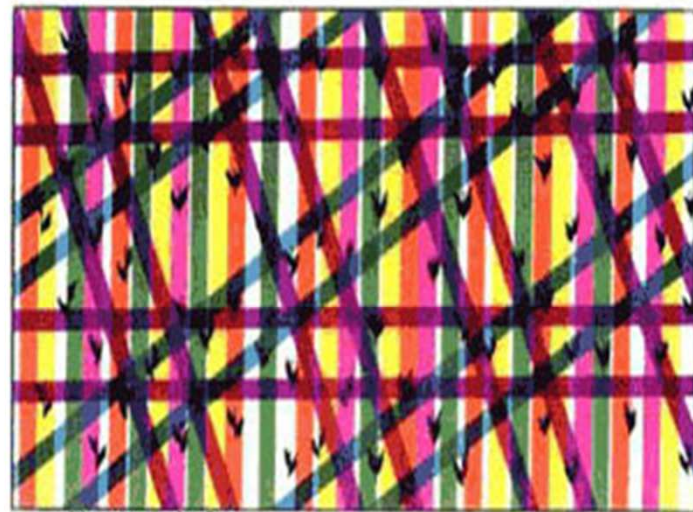
**X = 10 à 100  
unités ...  
voir 1000 !!!...  
robots en essaim**





## Evolution des machines agricoles : 2<sup>eme</sup> voie

**« Et si les petits robots conduisaient par leurs passages répétés sur pratiquement 90 % de la surface du champ à une compaction superficielle du sol ? »**



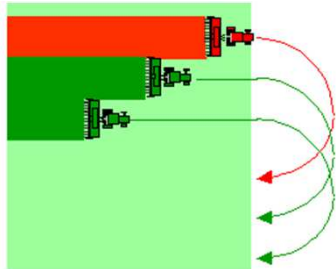
Illustrates path of:

Planter, RC cultivator	Sprayer	Tillage
Combine	Anhydrous applicator	Grain cart





# Evolution des machines agricoles : 3<sup>eme</sup> voie « *Coopération de machines de taille moyenne* »



Colloque  
« Machines  
intelligentes »  
SIMA 2007 - Paris

**Machine leader avec un pilote**  
Machines « ailiers » en mode automatique

***Au delà du mode  
« maitre /esclave »***



Projet ANR SafePlatoon (2011-2014)





## Evolution des machines agricoles : 3<sup>ème</sup> voie

« *Illustration 3<sup>ème</sup> voie* »

Source : Agriculture Connectée magazine - 2017 - <http://www.ac-mag.fr/paroles-d-experts/105-plus-petites-et-plus-intelligentes-la-revolution-des-machines-agricoles>



**KUBOTA – Agri Robo  
AgriTechnica 2017**

Source : Kubota - AgriRobo -  
<http://www.jnouki.kubota.co.jp/product/tractor/agrirobo/work.html>





# Evolution des machines agricoles : 3<sup>eme</sup> voie-bis

## « *Coopération de machines de taille moyenne* »



projet européen RHEA  
(2010-2014)  
CSIC- Espagne  
Robots Fleets Highly for Effective  
Agriculture

Source : RHEA - 2015 - <https://www.youtube.com/watch?v=WeAtUeoAYi0>



SwarmFarm Robotics  
Australie (2016)

- 2 tonnes cuve remplie
- Largeur rampe 8 m

Source : SwarmFarm Robotics - 2016 -  
<https://www.youtube.com/watch?v=A-51G3oUVA>





## Evolution des machines agricoles : 3<sup>eme</sup> voie « *Coopération de machines de taille moyenne* »

### *Avantages :*

- rendement de chantier compatible avec compétition mondiale  
+ respect du sol (compromis « *ni trop lourd, ni trop léger* »)
- possibilité de bénéficier plus facilement des retombées des futurs composants de l'automobile (ex: pile à combustible)



Tracteur à «hydrogène»  
NH2 (source Terrenet)

+ repenser architectures des véhicules

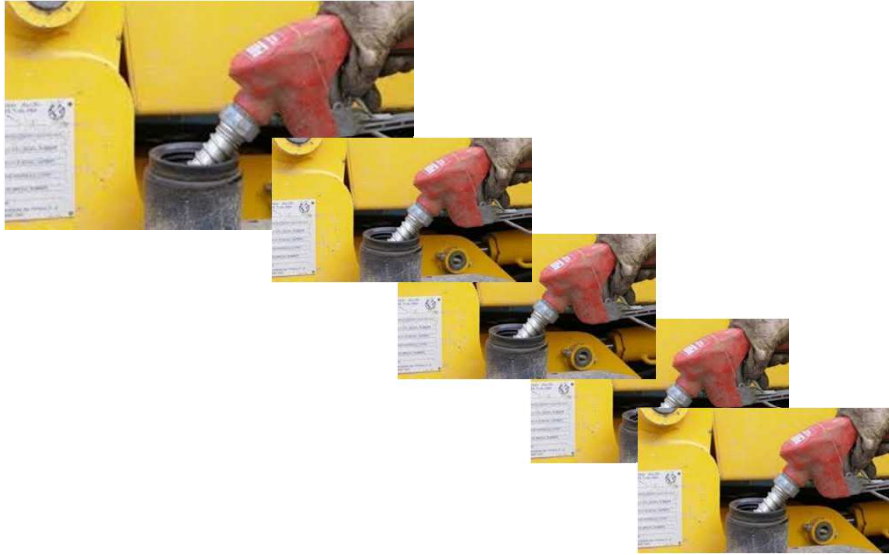
- ...





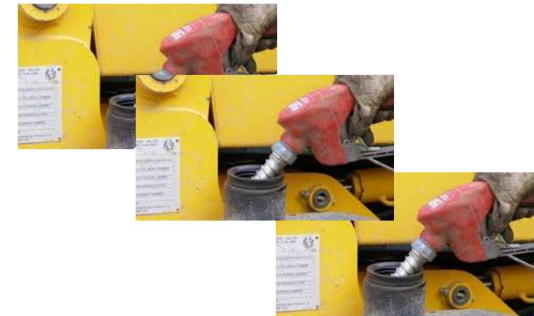
## Evolution des machines agricoles : 3<sup>eme</sup> voie « *Coopération de machines de taille moyenne* »

### *Inconvénients*



**X = 10 unités**

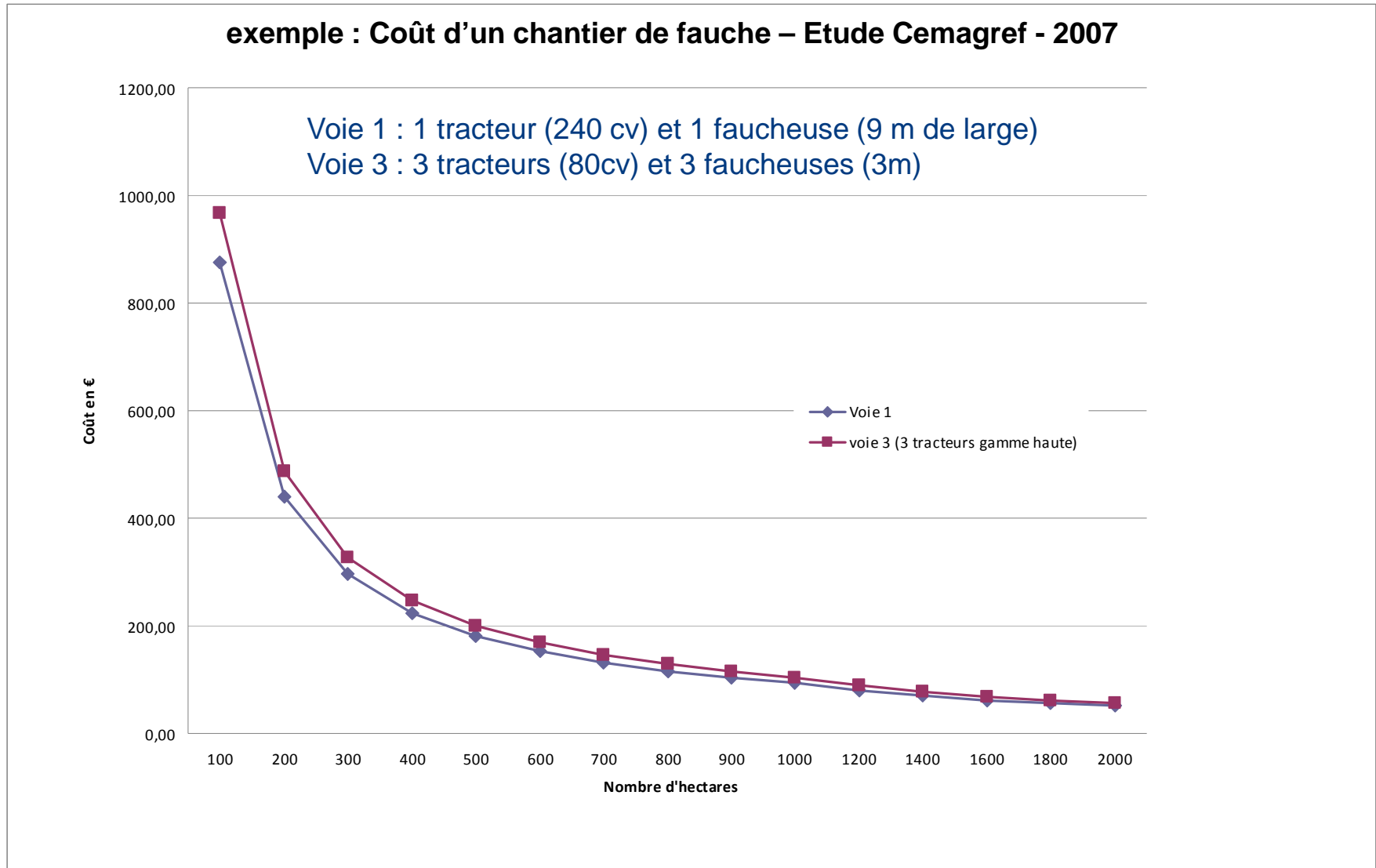
- Entretien/maintenance
- Capacité d'un opérateur à surveiller plusieurs ..... machines travaillant en groupe
- Déplacement sur route





# Evolution des machines agricoles : 3<sup>eme</sup> voie

**Considérer tous les aspects de la problématique !!**

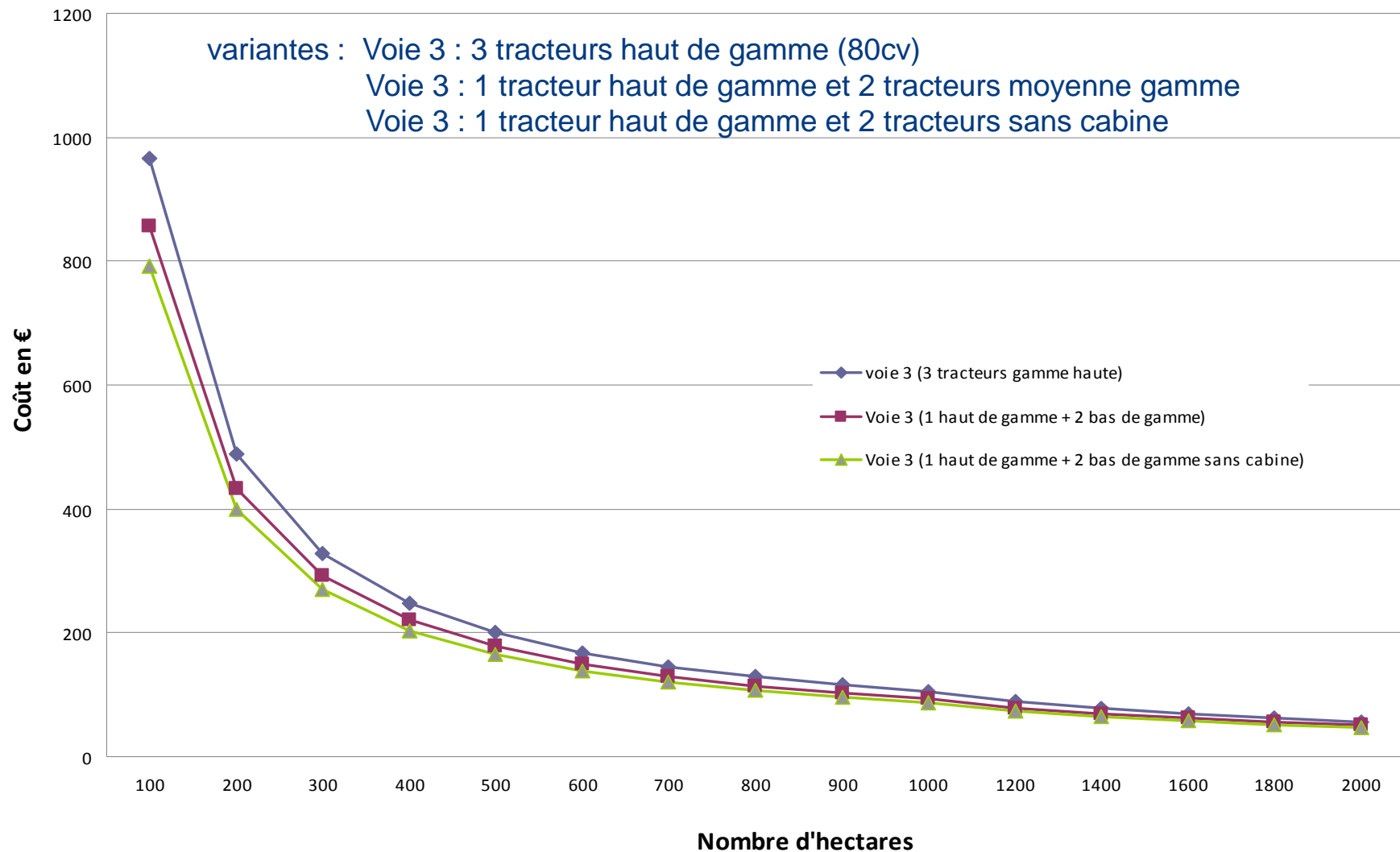


Prise en compte : charges fixes (prix achat, amortissement, assurance..)  
+ charges variables (carburant, entretien, main d'œuvre...)

# Evolution des machines agricoles : 3<sup>eme</sup> voie

**Considérer tous les aspects de la problématique !!**

exemple : Coût d'un chantier de fauche – Etude Cemagref - 2007





## Evolution des machines agricoles

**« Le toujours plus gros (y compris solutions robotiques) est il irrémédiable ? »**

⇒ 1<sup>ère</sup> voie n'est pas/ n'est plus l'unique solution !!

⇒ **Nouvelles alternatives qui apparaissent: cf. 2<sup>ème</sup>, 3<sup>ème</sup> voies grâce aux techniques de la robotique**

**⇒ Mais aussi beaucoup d'autres solutions à encourager (4<sup>ème</sup>, 5<sup>ème</sup>,... voies) avec l'implication de tous les acteurs de la chaîne de la valeur (dont agriculteurs)**



VALTRA  
ANTS concept

Source Valtra \_ 2011 -  
<https://www.youtube.com/watch?v=EOFNjKUbOgg&feature=youtu.be>

**« OUI » au foisonnement d'idées, à l'innovation ouverte ...**

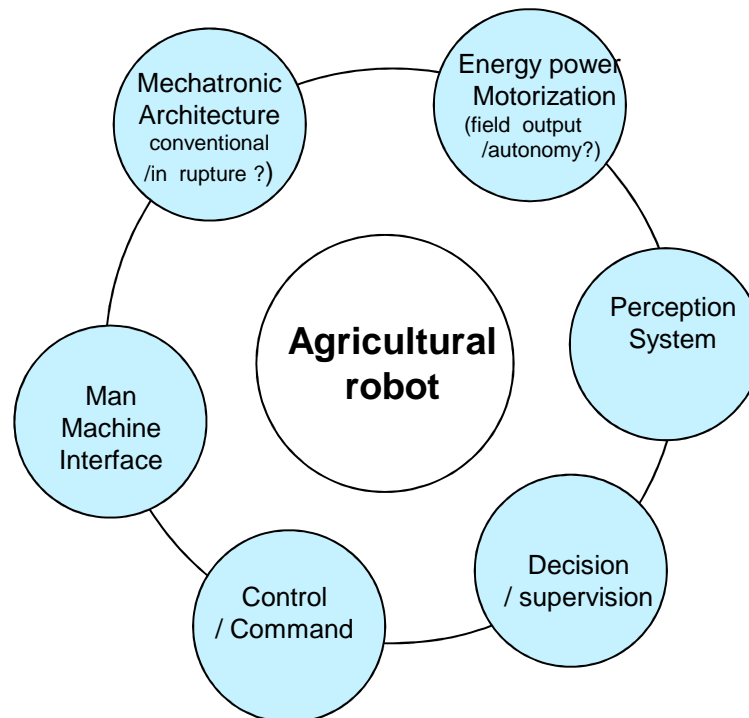






## III/ Robotique Agricole:

**Pas seulement une dimension technologique !!**

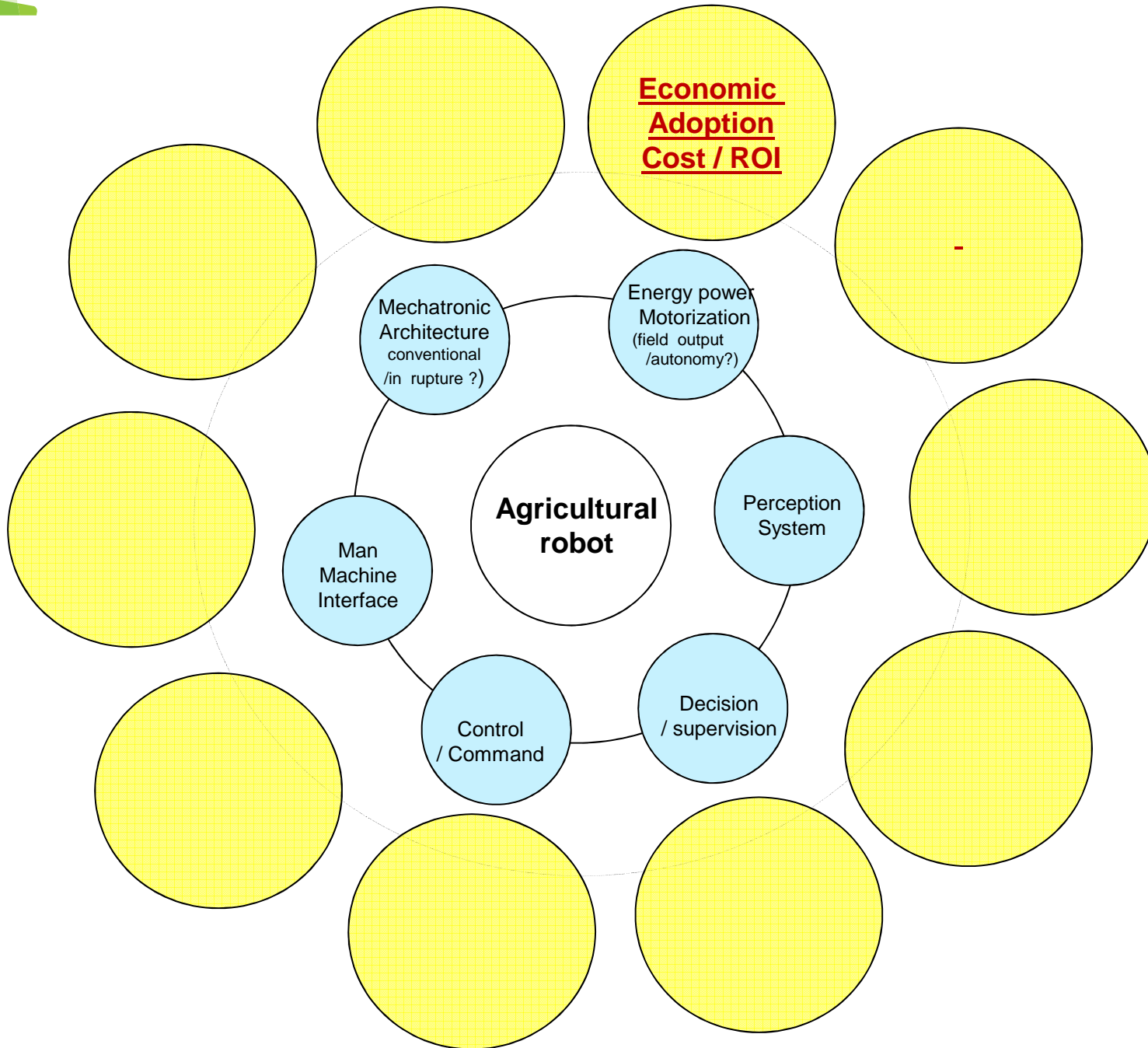




## III/ Robotique Agricole:

**=> A lot of other criteria to consider  
in order to satisfy End users**

⇒ And thus to give the key for  
a real market development





# Optimization of the “Robot / AgroSystem” couple => *Think “Global approach” !!*



**GEOseed® - KVERNELAND**



*Ex 2: Possibility to simplify hoeing operations (with robots), thanks to higher precision in plantation / seeding operations (with robots) !!*



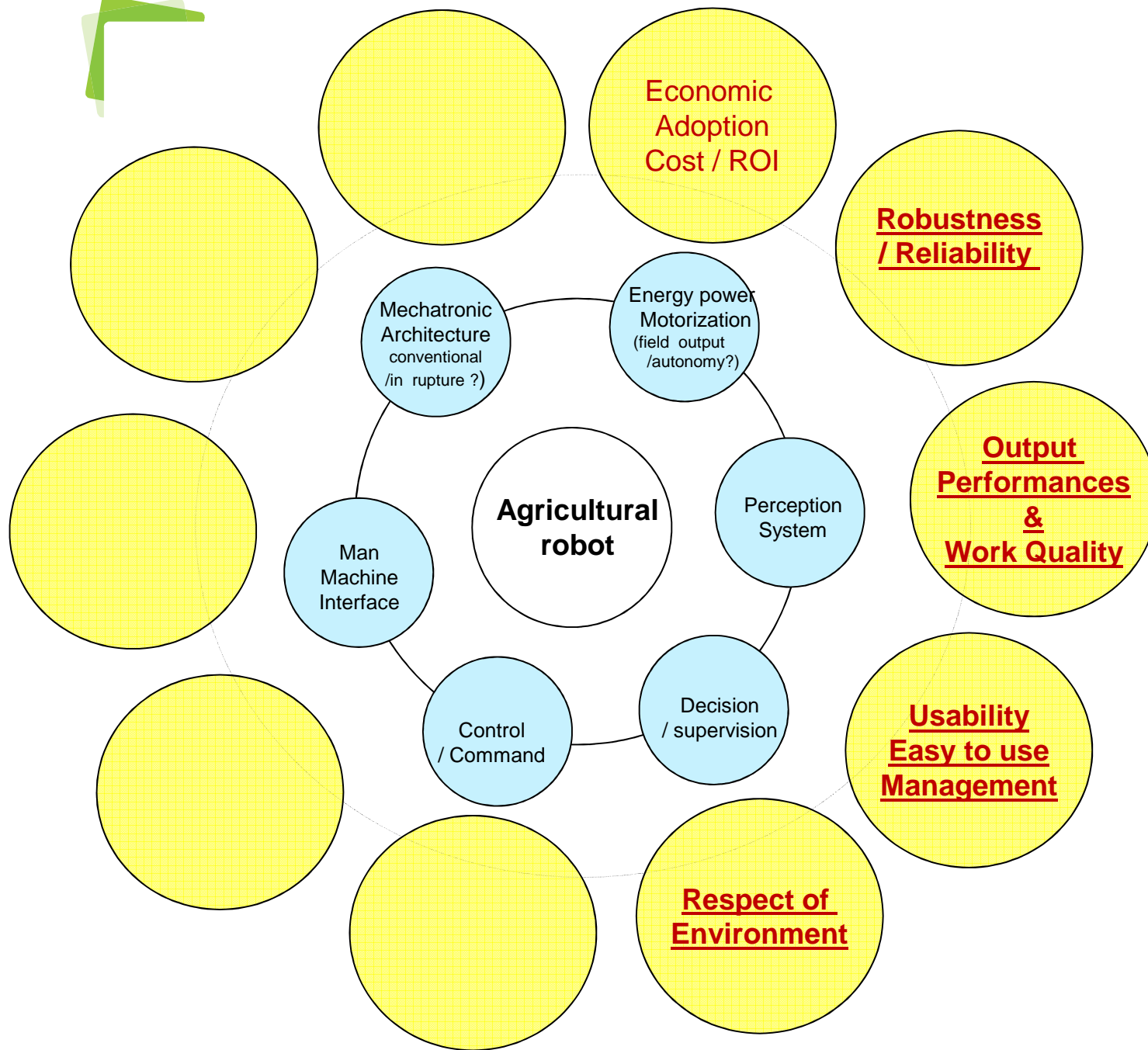
**No active systems needed inside intra-row**



source :  
Université Davis (USA)  
2011

source :  
CRAB-SITIA  
2017

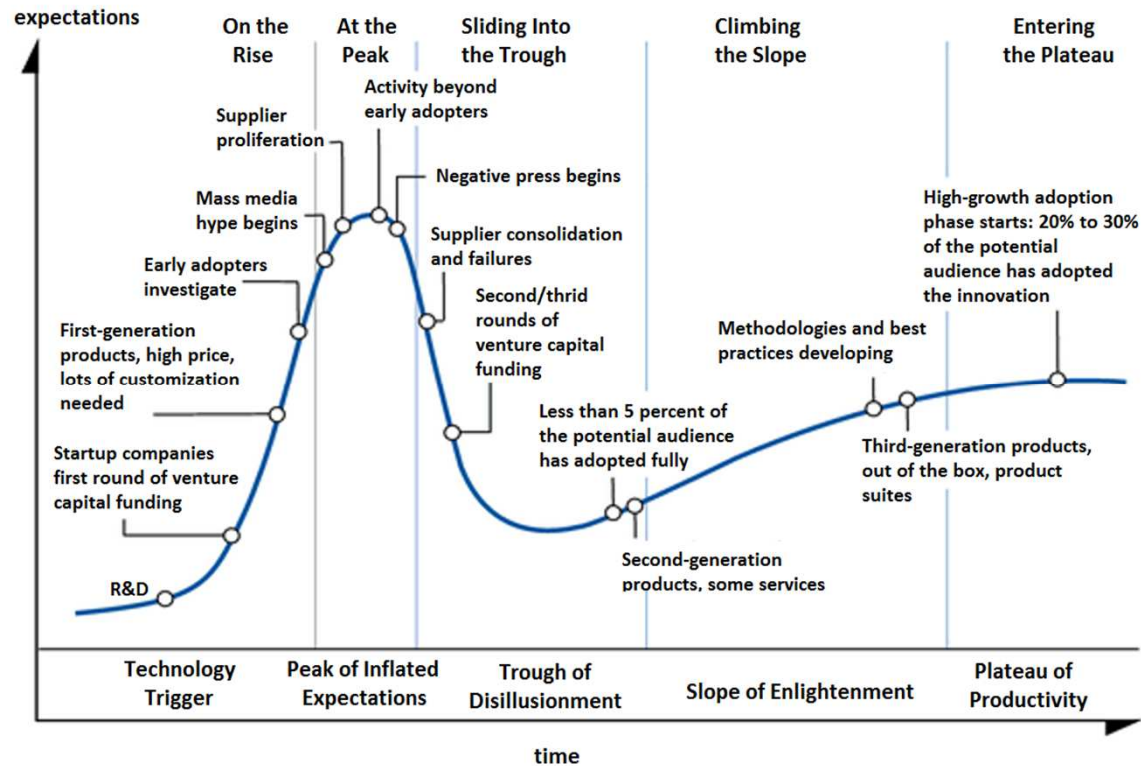




**Cycle de Hype**  
et  
**Effets d'annonce»**  
**!!**



# «Cycle de Hype» : Représentation du chemin d'adoption des technologies émergentes



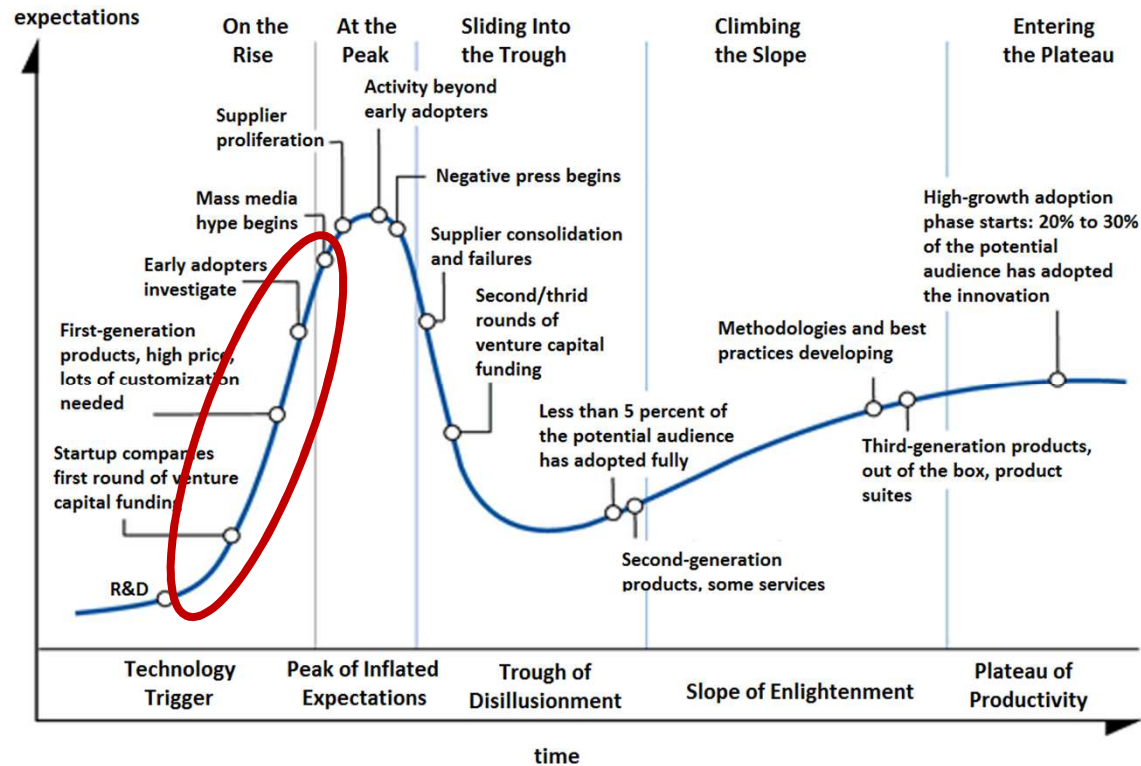
5 phases :

(source R. Chatellier - <http://linc.cnil.fr/le-cycle-de-hype-et-les-enjeux-de-protection-de-la-vie-privee>)





## « Cycle de Hype » : Représentation du chemin d'adoption des technologies émergentes

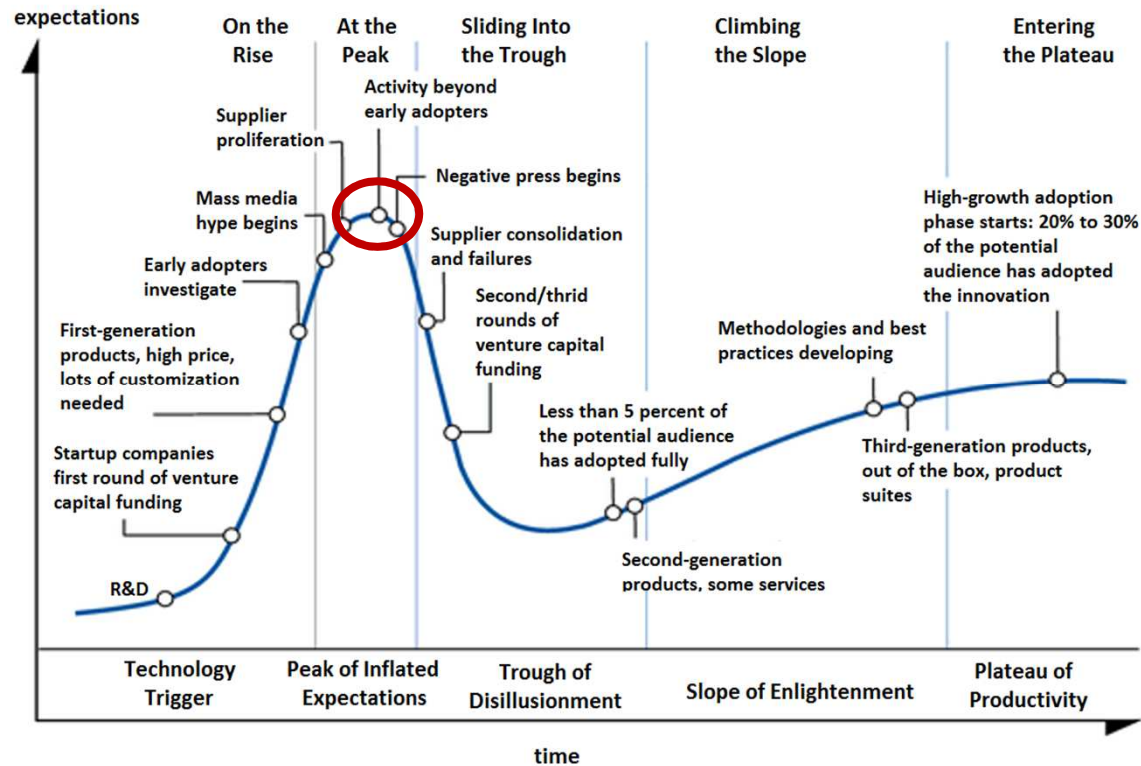


### 5 phases :

- **Percée de de la technologie** : émergence sur le marché et premières applications concrètes par les start-ups qui s'emparent pour chacune d'elle « révolutionner » un segment du marché



## « Cycle de Hype » : Représentation du chemin d'adoption des technologies émergentes



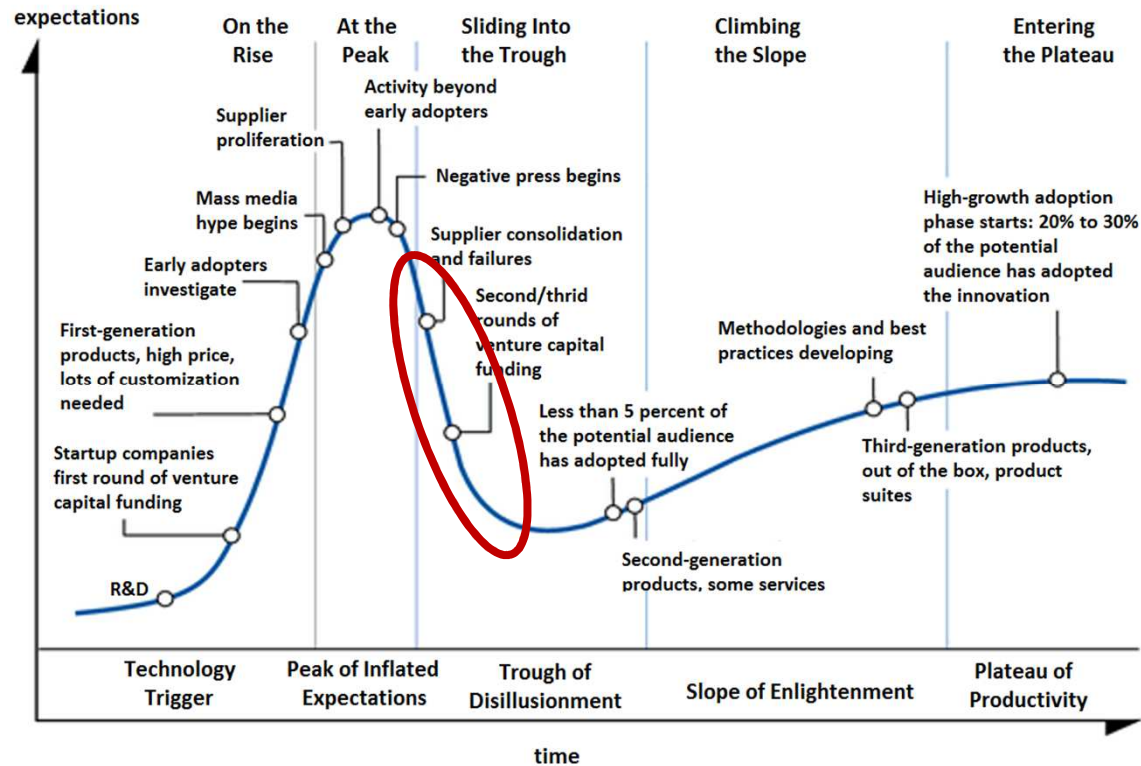
### 5 phases :

- **Percée de de la technologie** : émergence sur le marché et premières applications concrètes par les start-ups qui s'en emparent pour chacune d'elle « révolutionner » un segment du marché
- **Pics des espérances exagérées / Emballement médiatiques** : le moment où la technologie envahit les médias et les esprits.





## « Cycle de Hype » : Représentation du chemin d'adoption des technologies émergentes

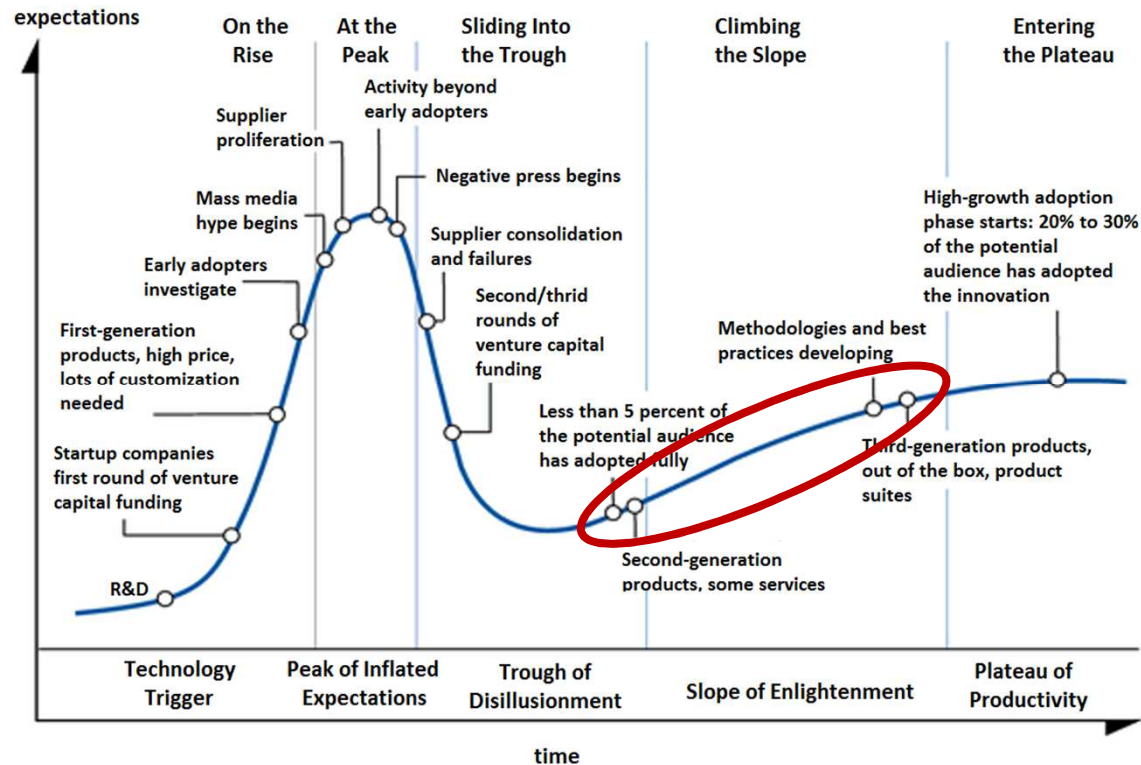


### 5 phases :

- **Percée de de la technologie** : émergence sur le marché et premières applications concrètes par les start-ups qui s'emparent pour chacune d'elle « révolutionner » un segment du marché
- **Pics des espérances exagérées / Emballement médiatiques** : le moment où la technologie envahit les médias et les esprits.
- **Gouffre des désillusions** : lorsque la bulle éclate, les trop grandes attentes sont déçues et les médias se détournent du sujet



## « Cycle de Hype » : Représentation du chemin d'adoption des technologies émergentes



### 5 phases :

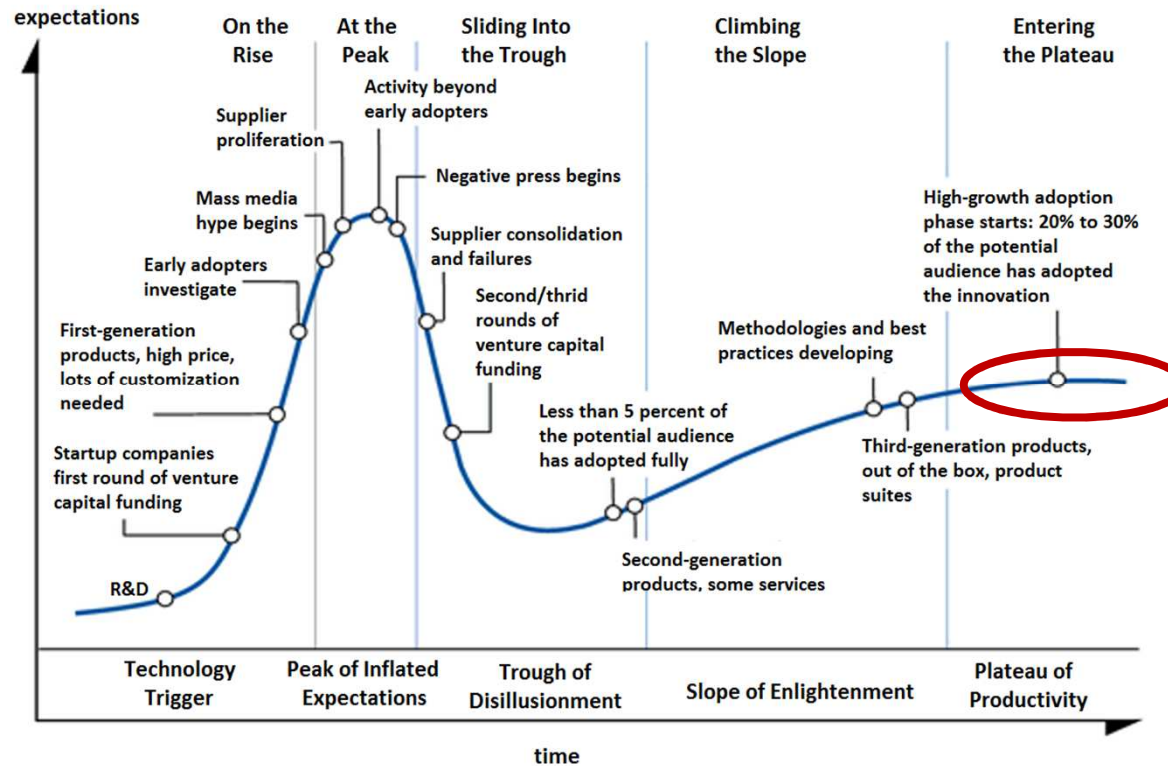
- **Percée de de la technologie** : émergence sur le marché et premières applications concrètes par les start-ups qui s'emparent pour chacune d'elle « révolutionner » un segment du marché
- **Pics des espérances exagérées / Emballement médiatiques** : le moment où la technologie envahit les médias et les esprits.
- **Gouffre des désillusions** : lorsque la bulle éclate, les trop grandes attentes sont déçues et les médias se détournent du sujet
- **Pente des clarifications / de l'illumination** : une phase de pré-maturité où, le vent médiatique passé, les applications concrètes commencent à être développées, un marché se construit.

(source R. Chatellier - <http://linc.cnil.fr/le-cycle-de-hype-et-les-enjeux-de-protection-de-la-vie-privee>)





## « Cycle de Hype » : Représentation du chemin d'adoption des technologies émergentes



### 5 phases :

- **Percée de de la technologie** : émergence sur le marché et premières applications concrètes par les start-ups qui s'emparent pour chacune d'elle « révolutionner » un segment du marché
- **Pics des espérances exagérées / Emballement médiatiques** : le moment où la technologie envahit les médias et les esprits.
- **Gouffre des désillusions** : lorsque la bulle éclate, les trop grandes attentes sont déçues et les médias se détournent du sujet
- **Pente des clarifications / de l'illumination** : une phase de pré-maturité où, le vent médiatique passé, les applications concrètes commencent à être développées, un marché se construit.
- **Plateau de productivité** : la technologie trouve sa place et son marché

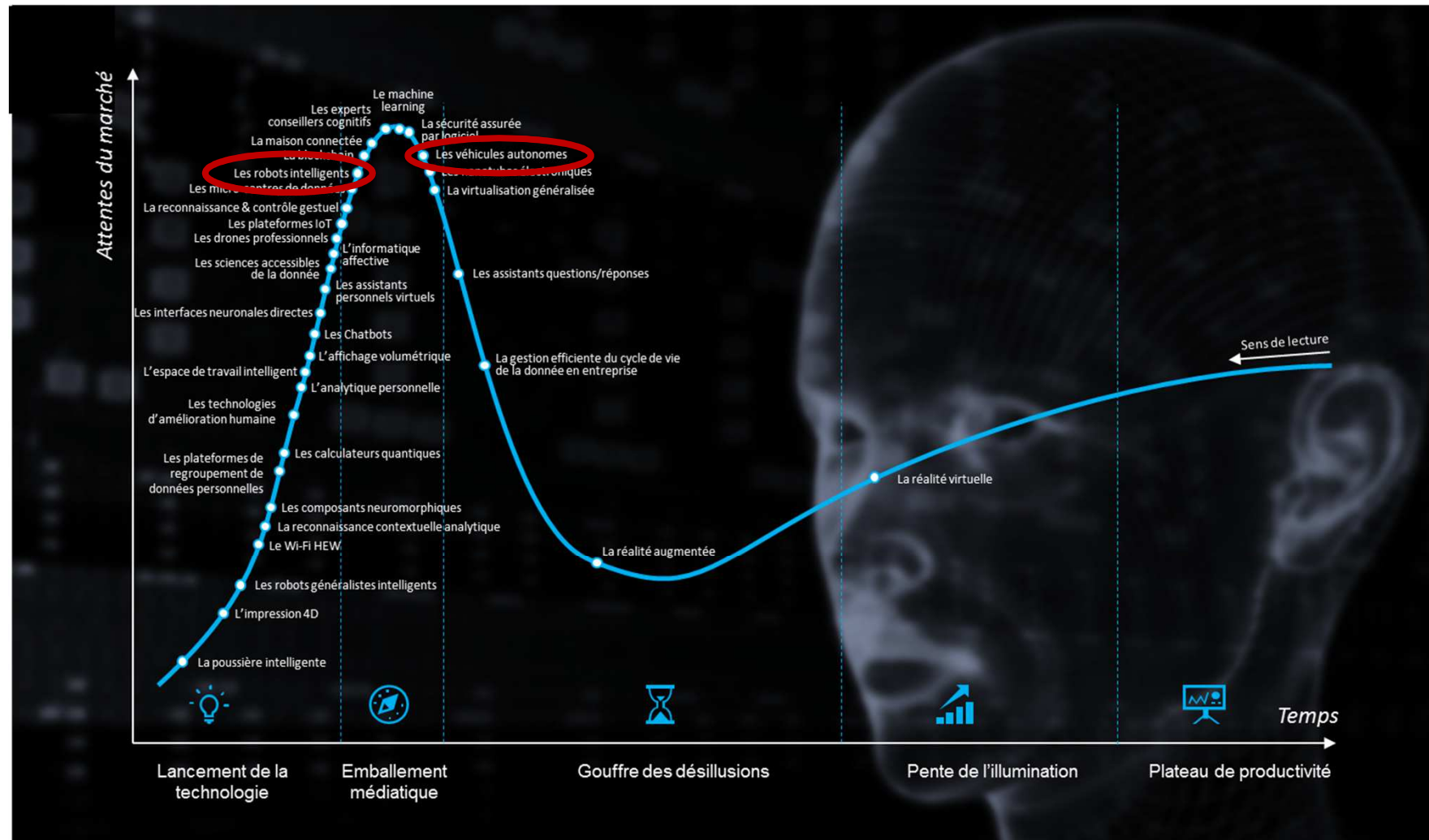
(source R. Chatellier - <http://linc.cnil.fr/le-cycle-de-hype-et-les-enjeux-de-protection-de-la-vie-privee>)





# Robotique agricole & son demain :

**obéira/suivra le même cycle que toutes les technologies émergentes !!**



(Gartner 2016 : Cycles des technologies émergentes à forts enjeux stratégiques)  
(source aruco : <https://www.aruco.com/2016/08/gartner-technologies-emergentes/>)





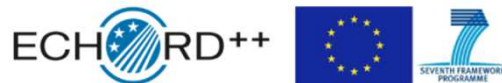
# Robotique agricole & son demain :

**Rester « lucide » et ne pas se laisser « subjugué par les effets d'annonce » !!**

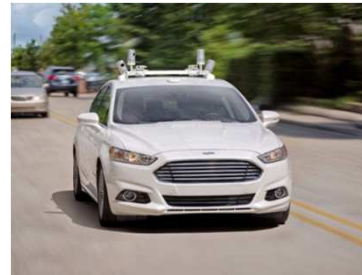
Exemples: **Annonces qui ont fait le « Buzz » en 2016 – début 2017 dans les medias professionnelles / réseaux sociaux**



**FENDT - Projet MARS**  
Mobile Agricultural Robot Swarms



(source ECHORD.eu : <http://www.fendt.com/int/11649.asp>)



(source <http://www.businessinsider.fr/us/ford-could-launch-uber-competitor-2017-5>)



(source Farm Industry News)



**Case IH Autonomous Concept Vehicle** (400 HP)

(source CNH industrial - Farm Progress Show : <https://www.youtube.com/watch?v=T7Os5Okf3OQi>)

**= Avant tout des travaux / résultats de R&D pour illustrer des concepts (et observer les réactions)**

**NB : la robotique ne commence pas dans le champ !!**





# Robotique agricole & son demain :

**Rester « lucide » et ne pas se laisser « subjugué par les effets d'annonce » !!**

## Exemple: « Bonirob2 »



BoniRob



(source Bosch)



**Inscrivez-vous pour une campagne de mesures**

Envoyez-nous les informations par rapport à vos essais en champs en 2017. Deepfield s'occupera de toute la logistique, de faire les mesures et de vous remettre un rapport dans le cloud. Aucun investissement matériel requis.

**Contactez nous au**  
[info.deepfield@de.bosch.com](mailto:info.deepfield@de.bosch.com)



**Deepfield Robotics**  
Startup Bosh (D)

**Une différence entre un prototype de laboratoire et une solution pour une offre de services et/ou de commercialisation**

## Description du système

### Plateforme 4D-Scan

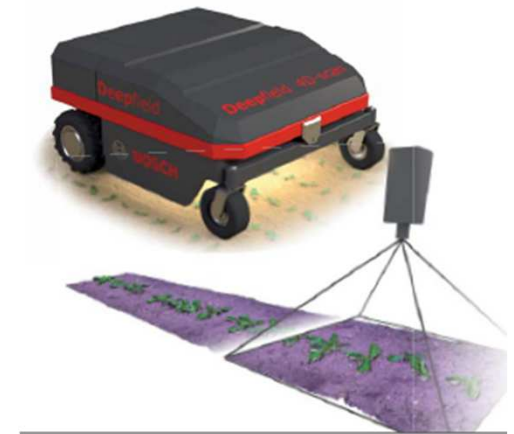
Largeur	3,0 m
Empattement	1,5 à 2 m
Largeur de voie	1,5 à 2 m
Longueur	2,0 m
Poids	moins de 1 t

### Acquisition d'images

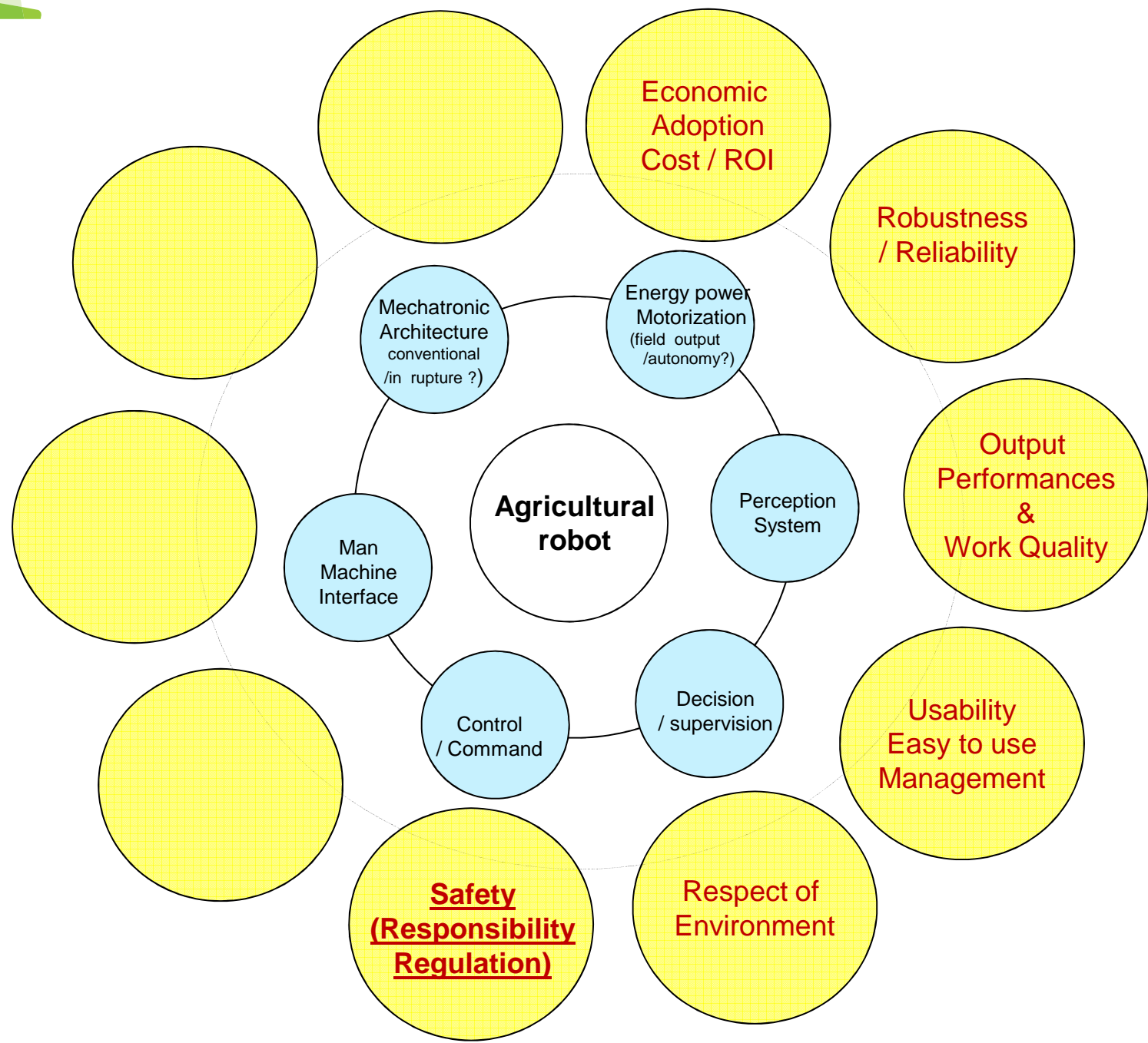
Caméra	multispectrale R/G/B/NIR (850 nm)
Détection de plantes à surface foliaire	multispectrale 3D Time-Of-Flight supérieure à 0,1 cm <sup>2</sup>
Indépendant du vent et de la lumière du jour	

### Capacités

Vitesse de mesure	720,0 m/h
Parcelles par heure	85 - 100 avec 100 plantes par parcelle
Préparation	Déchargement de la remorque et installation en 6 minutes
Aptitude à changer de site quotidiennement	









# Safety guarantee & agricultural robots

*OK for obstacle detection  
to consider !!*

(see ISO 18497 -  
Agricultural machinery and tractors  
– Safety of highly automated machinery )

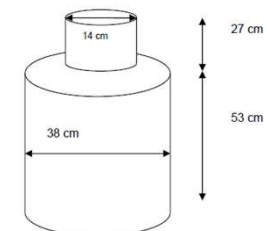
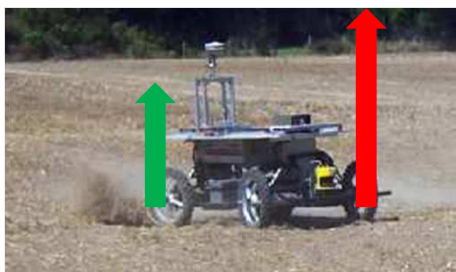


Figure 1 - Test Obstacle Dimensions

**But necessity also to integrate for example :**

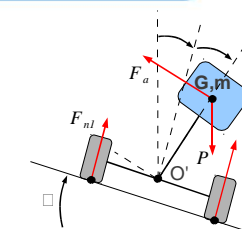
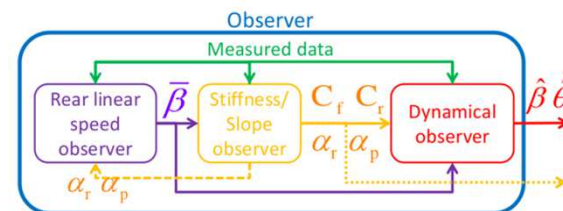
**- dynamic instability / roll-over risks:**



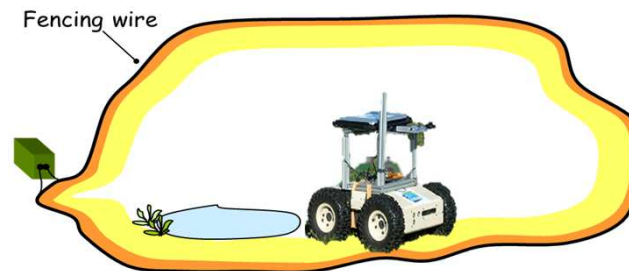
Lateral Load Transfert

Irstea developments :

Estimation of dynamic loads (normal forces)  
on each side of the vehicle from inertial  
behaviour observations of the robotic platform



**- No way out of  
the work area**





## Exemple: Kits d'adaptation pour rendre sa machine autonome

### The X-pert package

*“The X-pert package from Precision Makers makes it possible for **your existing machines** to work autonomously. The X-pert package is a state-of-the-art robot package that combines reliability with precision. **The package is available for all tractors**”.*

**PROBOTIQ B.V.**  
Pays-Bas

**PRECISION  
MAKERS**



*(source  
Precision  
Makers)*

*(source: <https://www.youtube.com/watch?v=0rauT6xT6tl&feature=youtu.be>)*

Démo : Tracteur autonome Techniday - 2016

*[Techniday.wmv](#)*

**= Qui assure les responsabilités en cas de dommages ?**





# Robot = Haut degré d'exigences en terme de garantie de sécurité

## Sécurité des Machines hautement automatisées : Commencer par se rattacher à un référentiel existant...

### Annexe I

#### Principes Généraux

“**Le fabricant ou son mandataire** doit veiller à ce qu'une **évaluation des risques soit effectuée** afin de déterminer les exigences de santé et de sécurité qui s'appliquent à la machine qu'il souhaite mettre sur le marché »

#### §1.1.2 Principes d'intégration de la sécurité:

"a/ *La Machine doit être conçue et construite pour être apte à assurer sa fonction et pour qu'on puisse la faire fonctionner, la régler et l'entretenir sans exposer quiconque à un risque lorsque ces opérations sont effectuées dans les conditions prévues par le fabricant, **mais en tenant compte également de tout mauvais usage raisonnablement prévisible.***

*Les mesures prises doivent avoir pour objectif de supprimer tout risque durant la durée d'existence prévisible de la machine ...*

b/ *En choisissant les solutions les plus adéquates, **le fabricant ou son mandataire** doit appliquer les principes suivants dans l'ordre indiqué:*

- *éliminer ou réduire les risques dans la mesure du possible (intégration de la sécurité à la conception et à la construction de la machine)*
- ***prendre les mesures de protection nécessaires vis-à-vis des risques ne pouvant être éliminés*** »

**Directive Européenne «Machines» 2006/42/CE**





## **Robot = Haut degré d'exigences en terme de garantie de sécurité**

**Sécurité des Machines hautement automatisées :**

**Commencer par se rattacher à un référentiel existant...**

**...dans l'attente prochaine de disposer d'un cadre réglementaire plus adapté**

**Ex: Projet de Norme NF EN ISO 18497  
en cours d'élaboration (1<sup>er</sup> draft 10/2014)**

## **Tracteurs et Matériels Agricoles Sécurité des MACHINES Hautement Automatisées**

*Agricultural machinery and tractors — Safety of highly automated agricultural machines*

« Opérations réalisées par la machine au cours desquelles ses fonctions sont commandées par un système de commande sans intervention humaine directe »

(destinée à se donner des moyens de se conformer aux exigences de la  
Directive «Machines» 2006/42/CE)





# Projet de Norme NF EN ISO 18497 en cours d'élaboration (draft 10/2016)

## Extraits:

« **3.17 - évitement d'obstacle / franchissement d'obstacle :** Capacité d'éviter un objet ou obstacle dans la trajectoire de déplacement de la machine *soit en passant sur les phénomènes dangereux de la Trajectoire qui sont d'une taille permettant le passage sous la machine, soit en contournant les objets* lorsque cela peut se faire sans danger et que la trajectoire le permet, ou en arrêtant, au moyen d'un arrêt contrôlé de la machine en attente d'une intervention humaine »

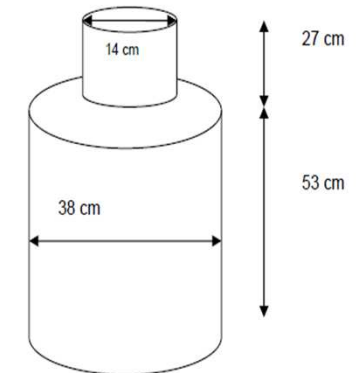


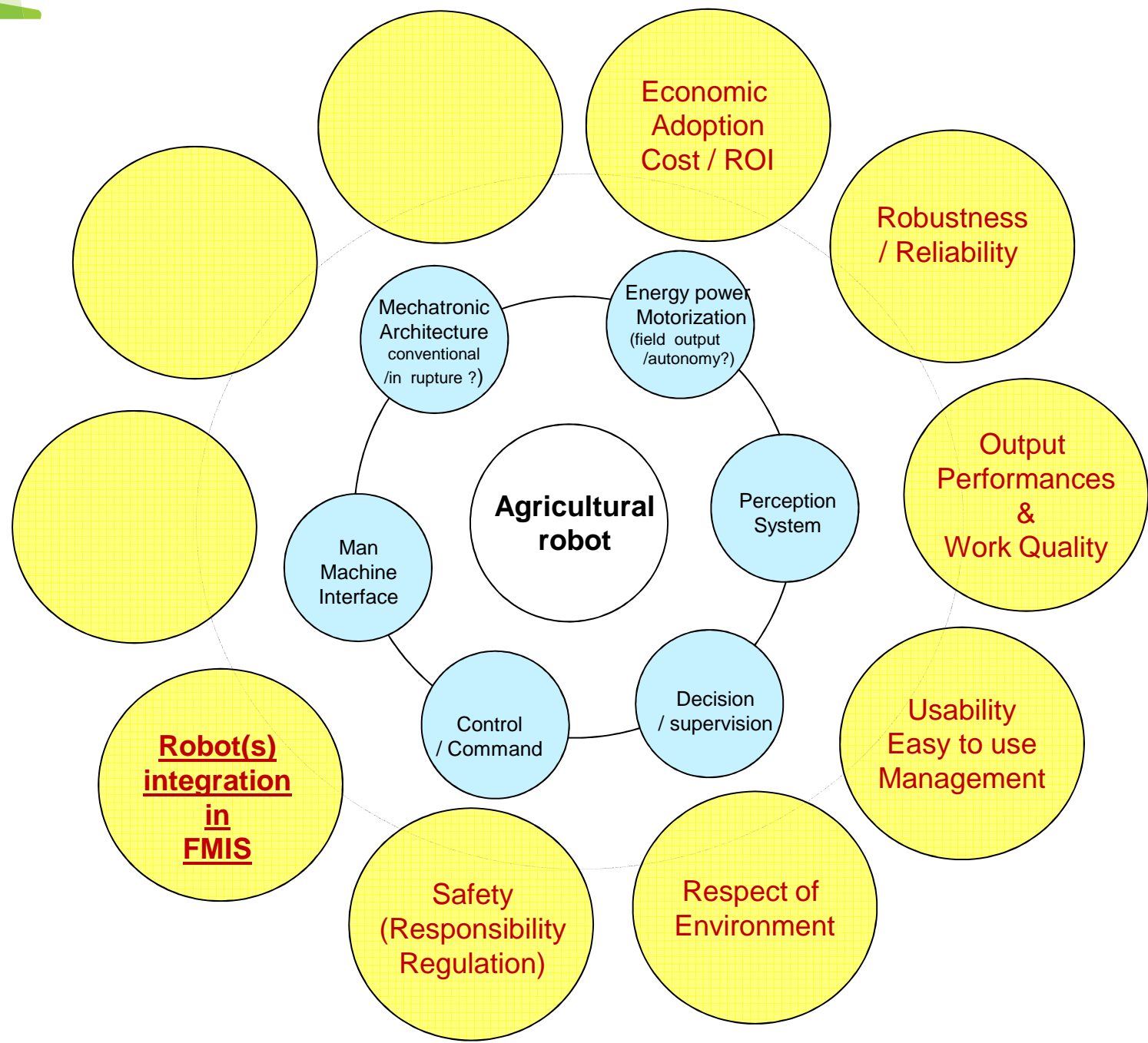
Figure 1 - Test Obstacle Dimensions

## « 4.5.4 Mouvement altéré de la machine

*Lorsque le mouvement de la machine a été déclenché, mais qu'il est entravé, le système doit entrer en état de sécurité et l'opérateur à distance doit en être averti »*

## « 4.12 Exigences de positionnement

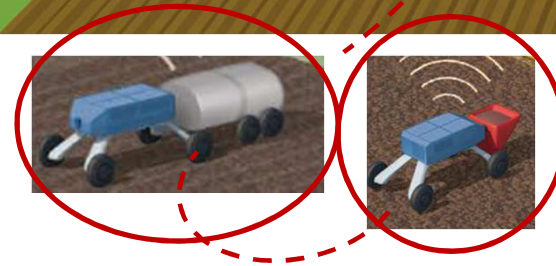
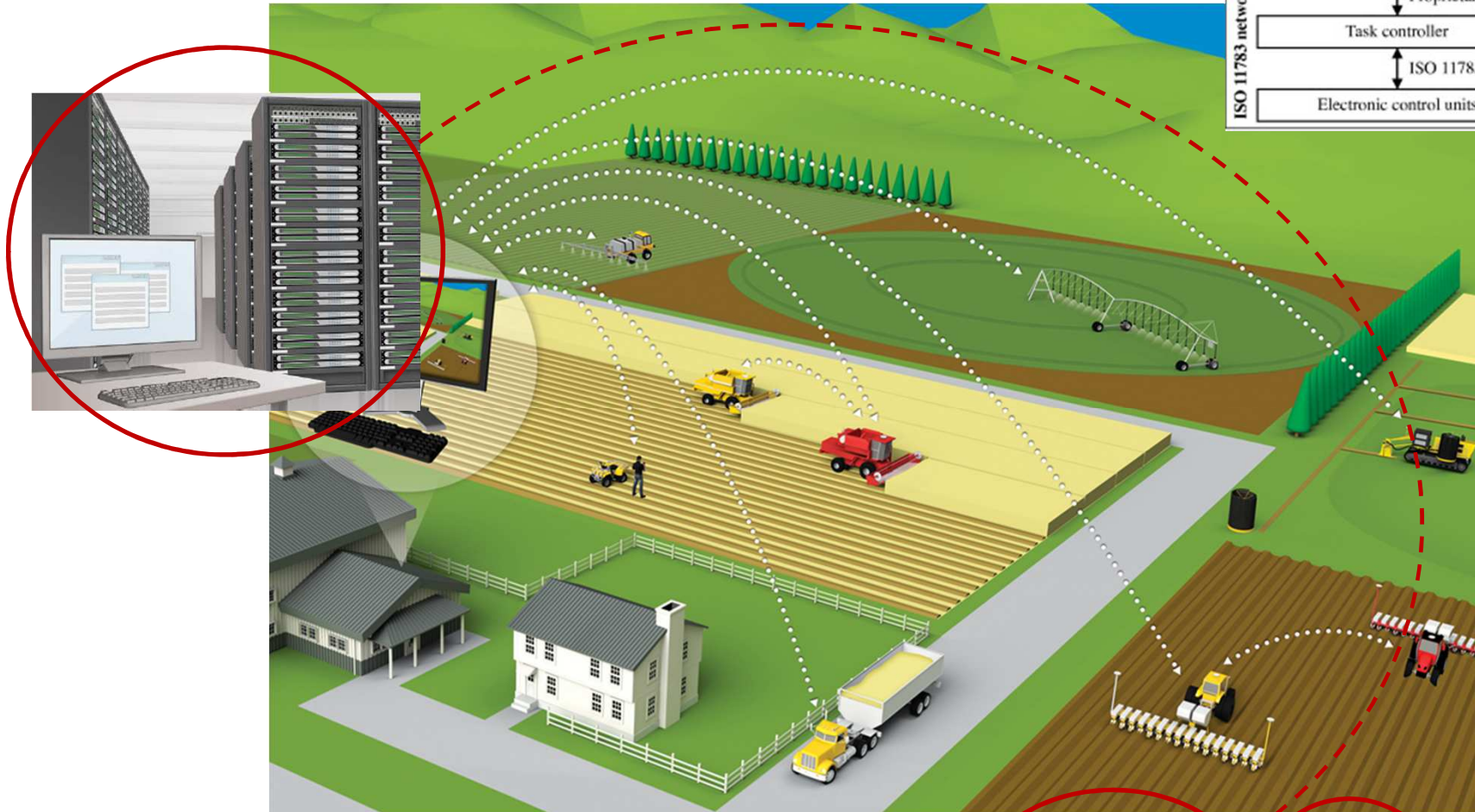
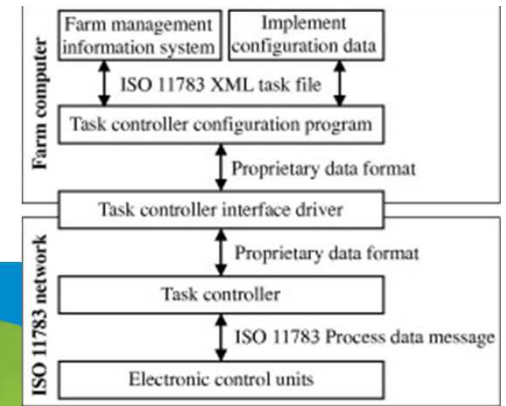
*Des mesures de sécurité doivent être prises pour éviter que les machines en fonctionnement hautement automatisé en conditions de défaillance du système ne quittent la zone de travail »*





# Farm Management System

## Integration of agricultural robots



Source <http://spudsmart.com/demystifying-data/>  
Trimble connected farm solution  
<https://www.research.bayer.com/en/digital-farming.aspx>

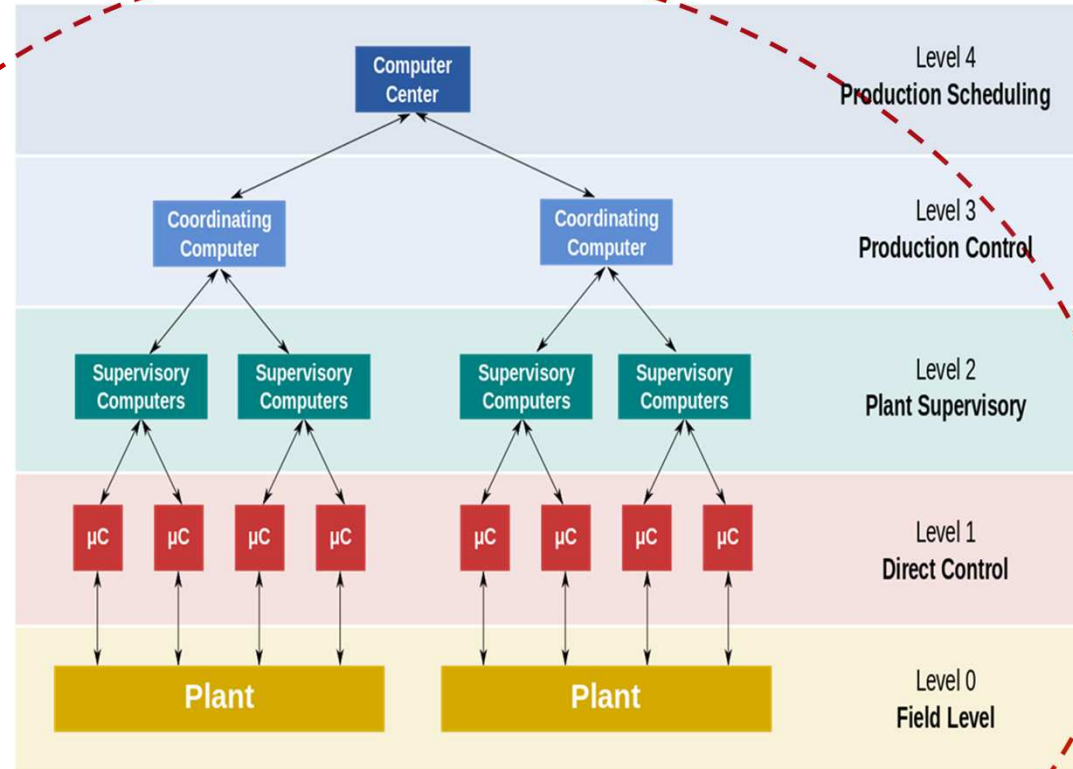




# Farm Management System

## Integration of agricultural robots

**++ todo**



**ERP-level**  
Enterprises  
Resources  
Planning

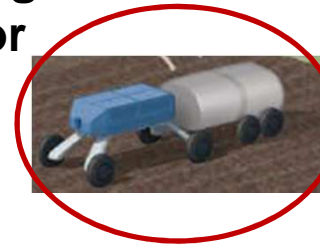
**MES-level**  
Manufacturing  
Execution System

**Supervisory  
Control-level**

**PLC-level**  
Programmable  
Logic controller /  
Machine Controller

**Device-level**  
Input / Output  
signals  
Sensors / actuator

**5 Functional levels of a manufacturing control operation in industry sector**







# Farm Management System / Digital Farming

## Integration of agricultural robots

<http://www.cema-agri.org/page/digital-farming-what-does-it-really-mean>



### 1990-2000: Agriculture 3.0

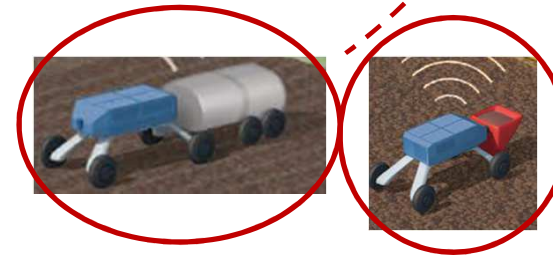
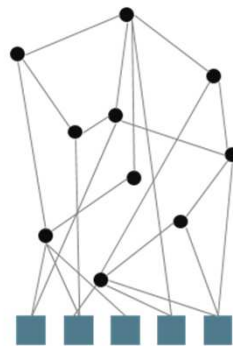
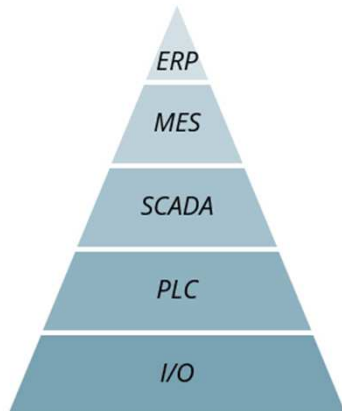
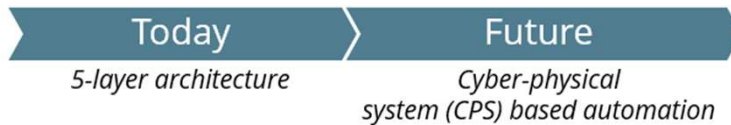
- Guidance, Sensing & Control, Telematics, Data management

### 2010: Agriculture 4.0

- Cheap and improved sensors and actuators,
- Low cost micro-processors,
- High bandwidth cellular communication,
- Cloud based ICT systems
- Big data analytics

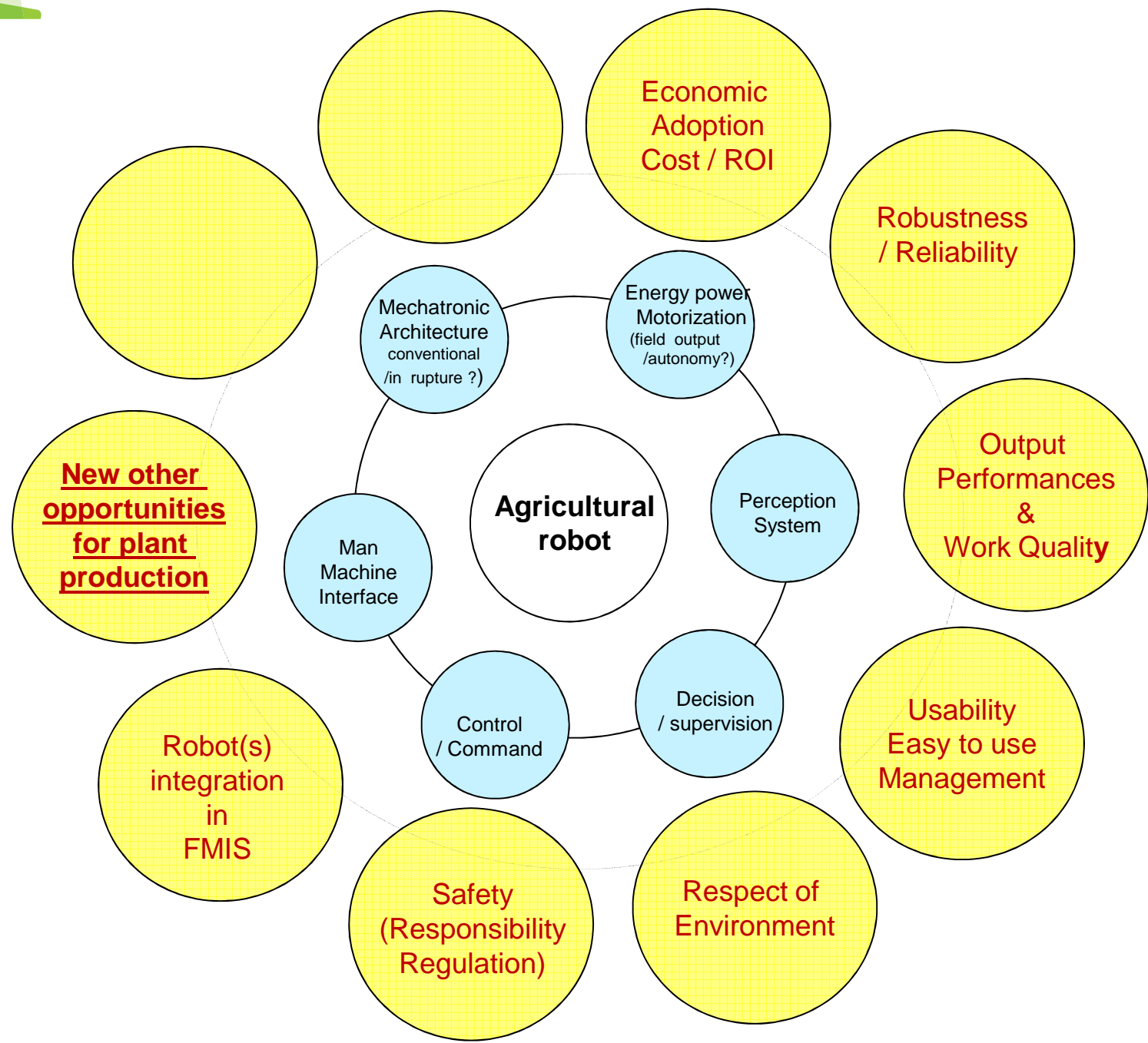
### 2020... Agriculture 5.0

- unmanned operations (robotics)
- Autonomous decision systems (AI)



<https://iot-analytics.com/industrial-internet-disrupt-smart-factory/>

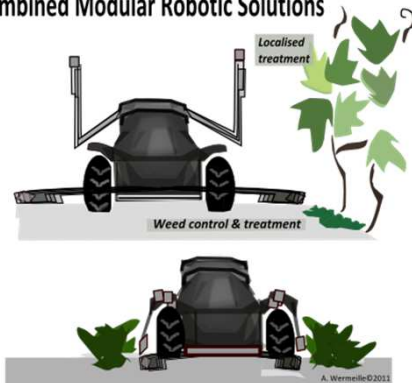






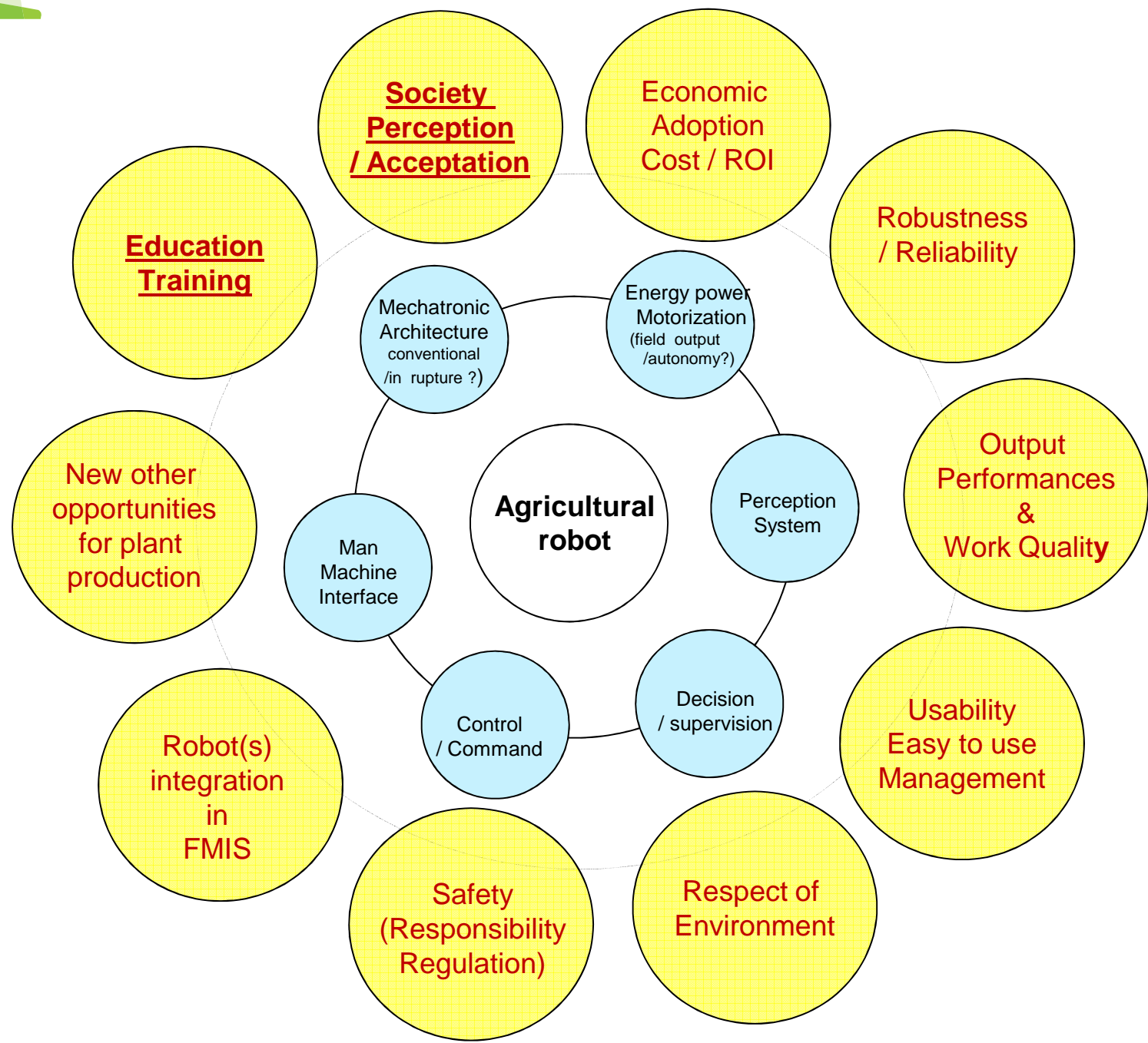
# New opportunities given by agricultural robots for plant productions

Combined Modular Robotic Solutions



Source : C. Cariou - Irstea - TSCF

***Take benefits of closer plant interactions***



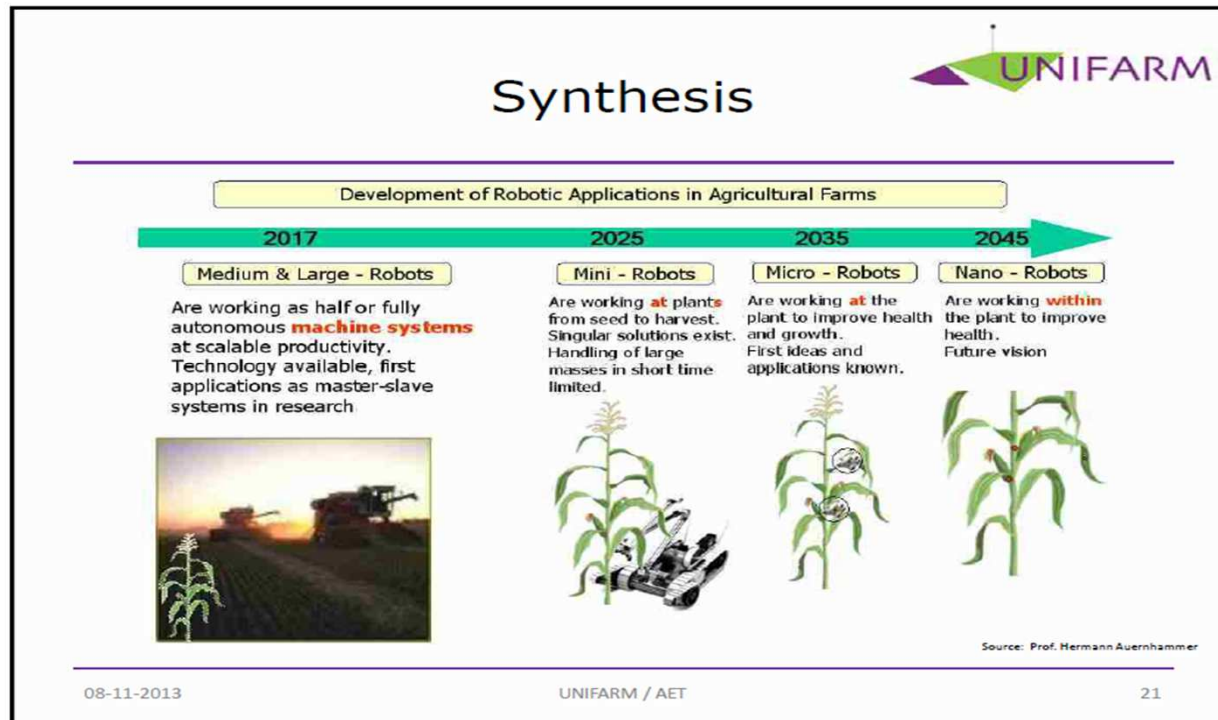


## **IV/ Robotique Agricole pour les grandes cultures :**

**=> et pour terminer**



# Evolution des machines agricoles : Vous avez dit « Champs des possibles? »

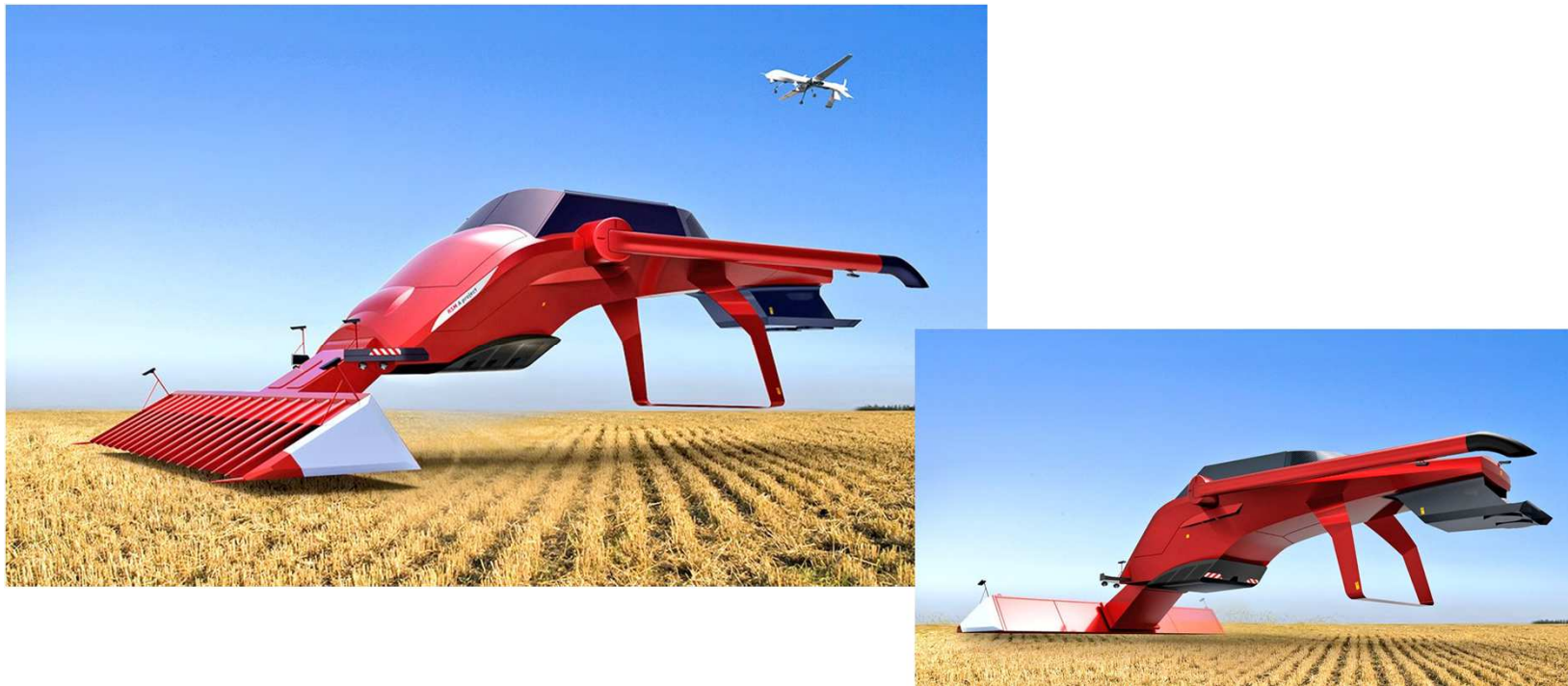


**=> ... 20<sup>eme</sup> (micro-robots), 21<sup>eme</sup> (nano-robots) voies !!**

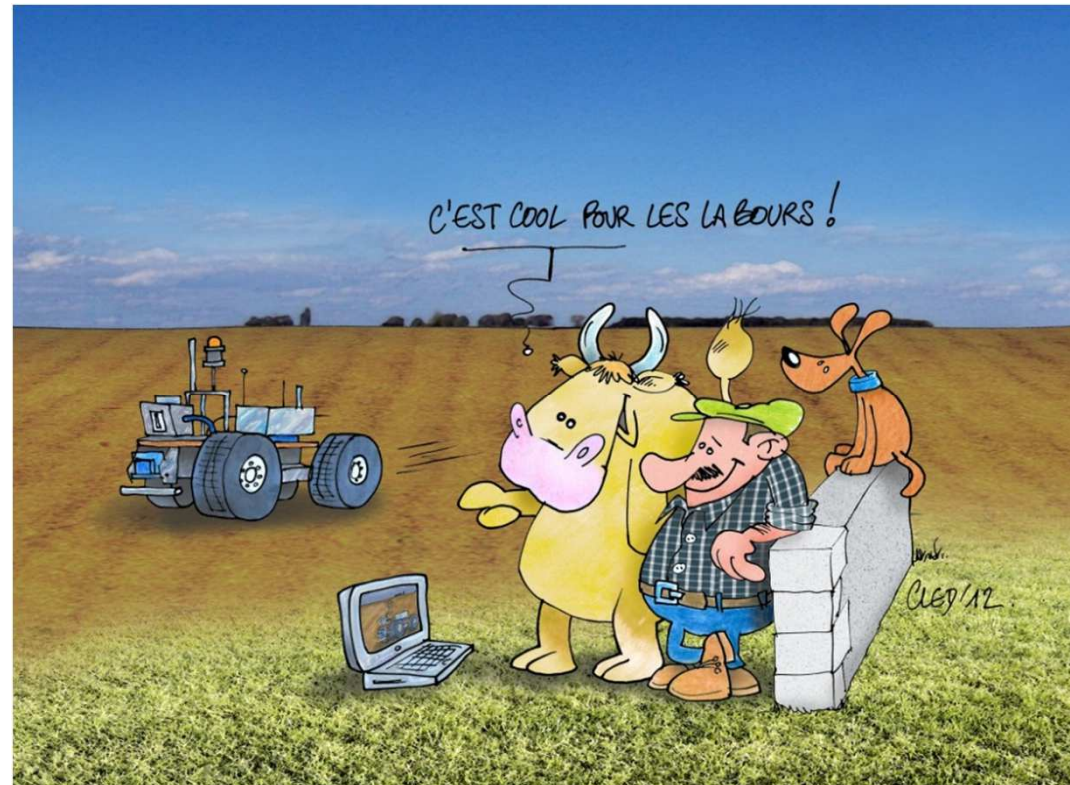


## Evolution des machines agricoles : Vous avez dit « Champs des possibles? »


⇒ **22<sup>eme</sup> voie ?** (cf. 22 siècle) !!



Source : @FuturAgricultur - 2017 -  
<https://twitter.com/FuturAgricultur/status/890835754611609600>



[michel.berducat@irstea.fr](mailto:michel.berducat@irstea.fr)

 @BerducatMichel

<http://www.irstea.fr/tscf>





