



## Réussir l'IHM d'un produit

*Christophe Brunschweiler*

4 février 2013

ISO 9001:2008  
BUREAU VERITAS  
Certification



# Avant de commercer...



# Agenda

Réussir l'IHM d'un produit



1. Introduction

2. Nécessaire convergence entre métiers

3. Problématique des IHMs des systèmes contraints

4. Méthodes et solutions

5. Conclusion et perspectives

### 1. Introduction

*a) Un mot sur ESG*

*b) Rappel: Qu'entend-t-on par « IHM »?*

### 2. Nécessaire convergence entre métiers

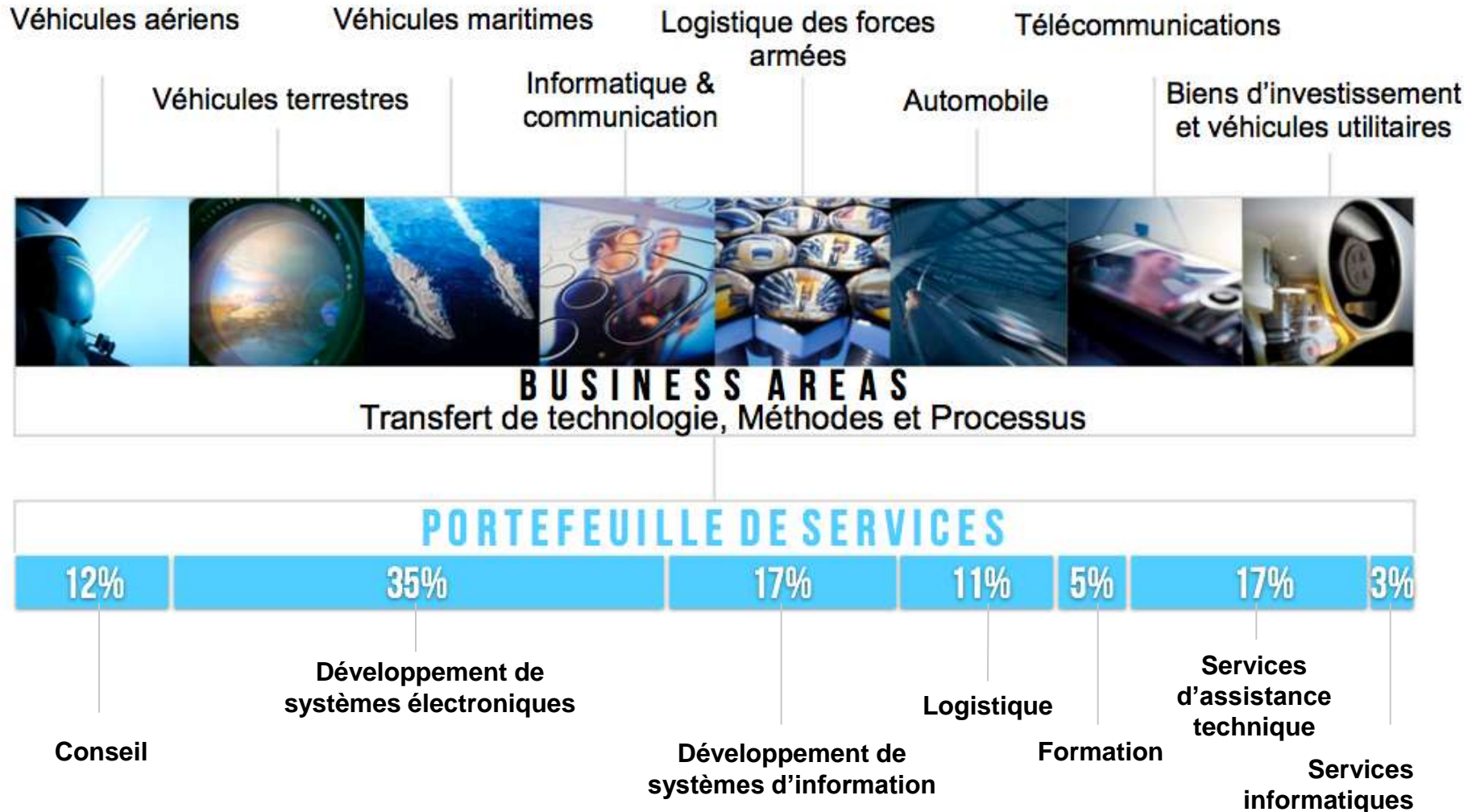
### 3. Problématique des IHMs des systèmes contraints

### 4. Méthodes et solutions

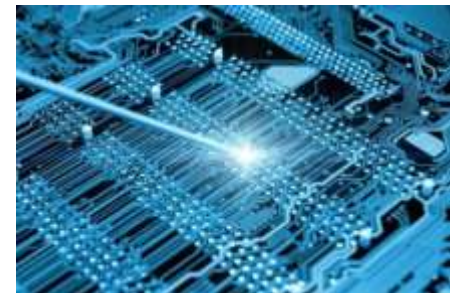
### 5. Conclusion et perspectives

# Le Groupe ESG

## Transfert de technologie entre secteurs



- ▶ Ingénierie des systèmes E/E
  - Tout au long du cycle de vie produit
  - Conseil / expertise en amélioration de processus & méthodes
  - Sûreté de fonctionnement
  - Intégration, Vérification et Validation
  - Architectures E/E
  - Ingénierie des exigences
- ▶ Ingénierie des logiciels embarqués
  - Spécification / Conception / Développement de logiciels à fortes contraintes
  - Du 8 au 64 bits
  - Avec ou sans OS / avec ou sans IHM
  - Maîtrise des spécificités propres aux logiciels enfouis
    - Contraintes temps réel
    - Optimisation pour la cible (taille RAM / ROM, utilisation du CPU)
    - Modes basse consommation / veille
    - Modes dégradés
    - Techniques de sécurisation des données non volatiles
    - Contraintes industrielles fortes
    - Liens avec la production (tests usines, programmation des micros, gestion des versions)
- ▶ Formation / Coaching
- ▶ Fourniture de solutions clefs en main



### 1. Introduction

*a) Un mot sur ESG*

*b) Rappel: Qu'entend-t-on par « IHM »?*

### 2. Nécessaire convergence entre métiers

### 3. Problématique des IHMs des systèmes contraints

### 4. Méthodes et solutions

### 5. Conclusion et perspectives

# Qu'entend-t-on par « IHM »

► **I** pour

- **Interface**
- **Interactions**

► **H** pour

- **Homme**

► **M** pour

- **Machine**



► On parle également de:

- **Communication Homme – Machine**
- **Dialogue Homme – Machine**
- **Interaction Personne – Machine**

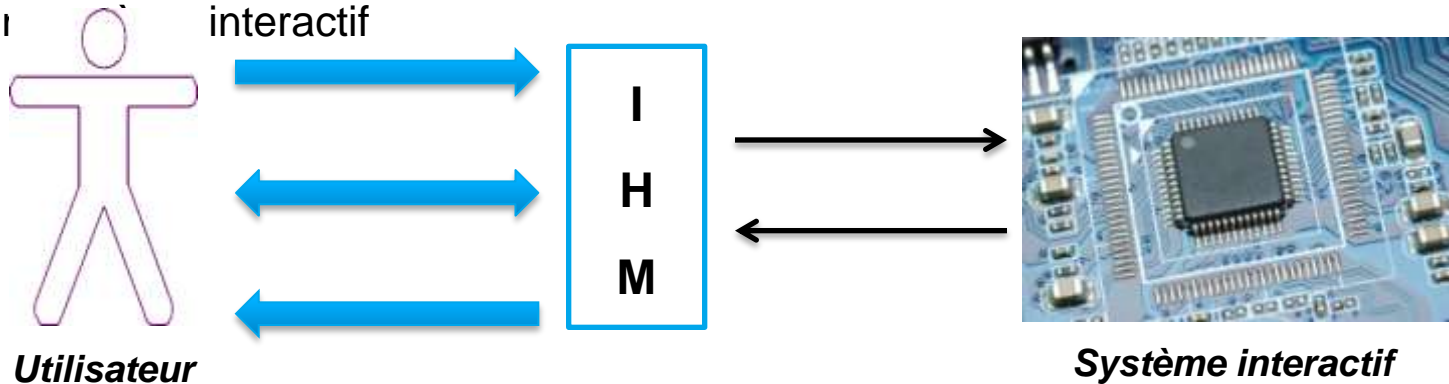
► En anglais: **HMI**

- **Human Machine Interface**
- **Human Machine Interaction**



# Qu'entend-t-on par « IHM »

- ▶ Ensemble des dispositifs matériels et logiciels permettant à un utilisateur d'interagir avec un système interactif



- ▶ Trois types de dispositifs:

- Dispositifs d'acquisition
- Dispositifs de restitution
- Dispositifs combinés



- ▶ En lien avec les sens de l'utilisateur



# Petite digression

- Savez-vous ce qu'est ceci?



- Il s'agit de l'ancêtre de:



- Inventée dans les années 60 par Douglas Engelbart

# Qu'entend-t-on par « IHM »

## Dispositifs d'acquisition

### ▶ Liés au toucher

- Boutons / touches
- Souris
- Joystick
- Reconnaissance d'écriture



### ▶ Liés à la voix

- Commandes vocales



### ▶ Liés à la gestuelle

- Boussole
- Capteur gyroscopique
- Captation de mouvements
- Capture vidéo



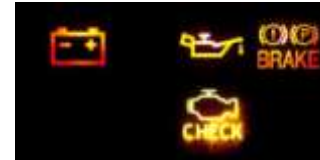
# Qu'entend-t-on par « IHM »

## Dispositifs de restitution



### ▶ Liés à la vue

- Voyant lumineux (ON/OFF, clignotant, flash)
- Afficheur
- Ecran



### ▶ Liés à l'audition

- Synthèse vocale



### ▶ Liés au « toucher »

- Vibrations



# Qu'entend-t-on par « IHM »

## Dispositifs combinés



### ► Dalles tactiles

- Résistives
- Capacitives
- Simple touch
- Multi touch



### ► Éléments à retour de force

- Volants
- Joysticks
- Touches tactiles à vibration



### 1. Introduction

### 2. **Nécessaire convergence entre métiers**

*a) Critères d'évaluation d'une IHM*

*b) Les différents métiers impliqués*

### 3. Problématique des IHMs des systèmes contraints

### 4. Méthodes et solutions

### 5. Conclusion et perspectives

# Critères d'évaluation d'une IHM

## Exemple d'Apple

- ▶ Parmi les raisons expliquant le succès d'Apple, on retrouve majoritairement  
**« La simplicité d'utilisation »**

- ▶ Exemple comparatif:

*Samsung Galaxy:*

*14 boutons*



*iPhone:*

*5 boutons*



*Samsung Galaxy S2:*

*6 boutons (dont 2 tactiles)*



# Critères d'évaluation d'une IHM

## Notion d'utilisabilité

### ► Utilisabilité:

Degré selon lequel un produit peut être utilisé, par des utilisateurs identifiés, pour atteindre des buts définis avec efficacité, efficience et satisfaction, dans un contexte d'utilisation spécifié.

*(norme ISO 9241 fixant des exigences ergonomiques pour travail de bureau avec terminaux à écrans de visualisation)*

### ► Indicateurs de qualité d'une IHM:

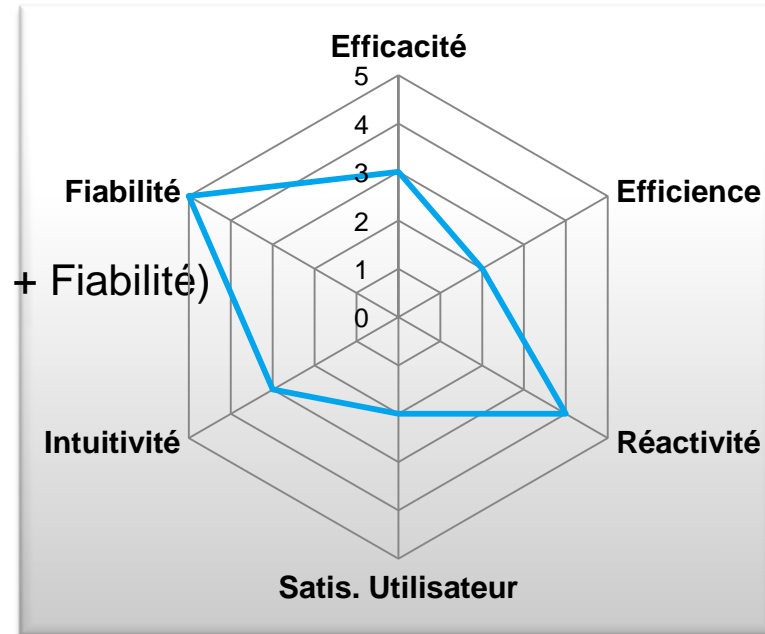
- **Efficacité**: atteinte du résultat escompté
- **Efficience**: utilisation d'un minimum de ressources
- **Réactivité**: optimisation du délai de réponse
- **Satisfaction de l'utilisateur**: vision subjective (UIL)
- **Facilité d'apprentissage et d'appropriation**: notion d'intuitivité
- **Fiabilité**



# Critères d'évaluation d'une IHM

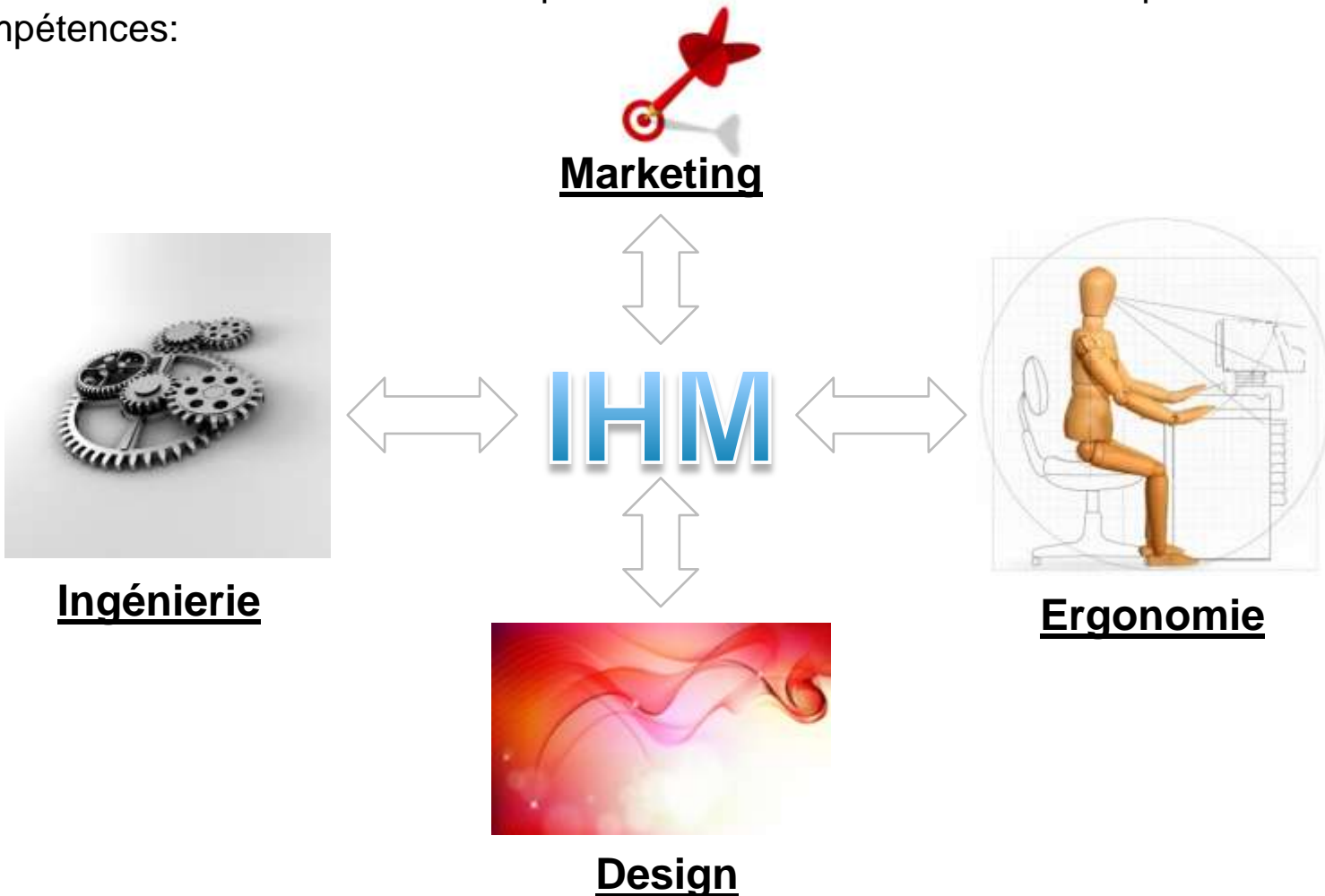
## Evaluation des critères

- ▶ Evaluation technique
  - Mesure de temps de réponse (Réactivité)
  - Mesure de charge CPU/GPU (Efficience)
  - Réalisation de campagnes de tests (Efficacité + Fiabilité)
- ▶ Evaluation expérimentale
  - Enquêtes / sondage (Satisfaction utilisateur + Intuitivité)
- ▶ Pour aller plus loin...
  - Techniques d'Eye tracking (= oculométrie)



# Les différents métiers impliqués

- Satisfaire les différents critères de qualité d'une IHM nécessite de multiples compétences:



# Les différents métiers impliqués



## ▶ Marketing

- Définition du produit
- Evaluation du degré d'acceptation des utilisateurs



## ▶ Ergonomie

- Optimisation du bien-être des personnes et de la performance globale des systèmes
- Métier multidisciplinaire:  
Psychologie / Physiologie / Médecine du travail / Sociologie / ...

## ▶ Design

- Recherche d'harmonie entre les formes (apparence) et les fonctionnalités



## ▶ Ingénierie

- Ensemble des activités menant de la conception à l'implémentation d'un projet / produit



1. Introduction

2. Nécessaire convergence entre métiers

**3. Problématique des IHMs des systèmes contraints**

- a) *Contraintes de sécurité*
- b) *Contraintes de sûreté de fonctionnement*
- c) *Contraintes d'environnement*
- d) *Contraintes réglementaires*
- e) *Contraintes historiques*
- f) *Contraintes d'utilisation*
- g) *Contraintes de marché*

4. Méthodes et solutions

5. Conclusion et perspectives

- ▶ Sécurité de l'équipement



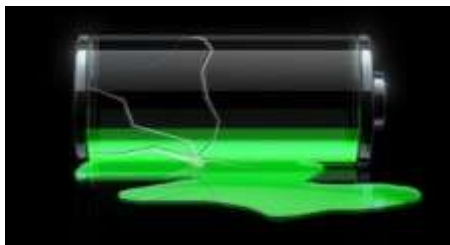
- ▶ Sécurité des données contenues dans l'équipement



***« Propriété qui permet aux utilisateurs d'un système de placer une confiance justifiée dans le service qu'il leur délivre »***

- ▶ La norme **IEC 61508** traite de la sécurité fonctionnelle des systèmes électriques/électroniques et électroniques programmables (E/E/PE)
- ▶ L'**IEC 61513**, créée en 2001, est la norme adaptée de la norme CEI 61508 pour le secteur du nucléaire.
- ▶ La norme **IEC 62061**, créée en 2005, est la norme adaptée de la norme CEI 61508 pour la sécurité des machines.
- ▶ Les normes **EN 50126/EN 50128/EN 50129**, créées respectivement pour les dernières versions, en 1999/2001/2003, sont des normes adaptées de la norme CEI 61508 pour le secteur du ferroviaire.
- ▶ La nouvelle norme **ISO 26262** est l'adaptation de la norme CEI 61508 pour le secteur de l'automobile.
- ▶ L'**IEC 60730** est une norme pour les dispositifs de commande électrique automatiques à usage domestique et analogue.
- ▶ L'**IEC 60335** est une norme pour la sécurité des appareils électrodomestiques et analogues

- ▶ Température
- ▶ Humidité
- ▶ Pression
- ▶ Corrosion (ex: environnement salin)
- ▶ CEM
- ▶ Alimentation électrique
  - Qualité
  - Réduction de consommation (optimisation)



## ► Existence de normes

- ISO 14915 : Conception d'interfaces utilisateur multimédia
- ISO 20282: Facilité d'emploi des produits quotidiens (de la conception aux méthodes d'essai)
- ISO 9241: Exigences ergonomiques pour travail de bureau avec terminaux à écrans de visualisation
- ISO 16982: Ergonomie de l'interaction homme-système / Méthodes d'utilisabilité pour la conception centrée sur l'opérateur humain
- ISO 13407: Processus de conception centrée sur l'opérateur humain pour les systèmes interactifs
- ISO 26800: Ergonomie / Approche générale, principes et concepts
- ...

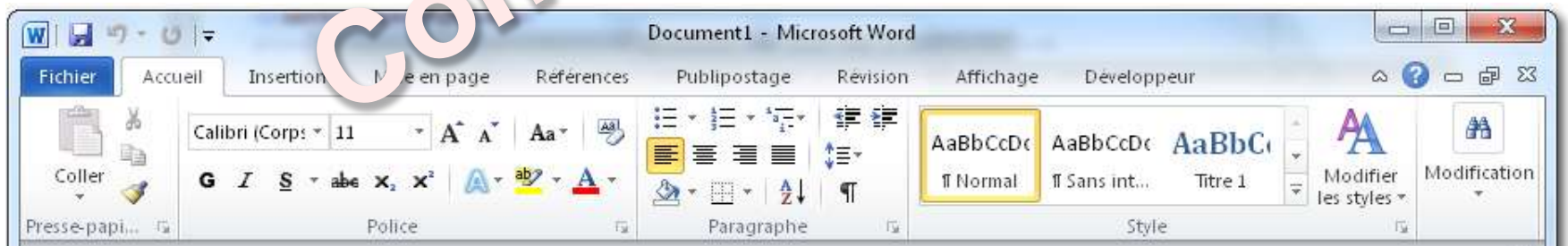
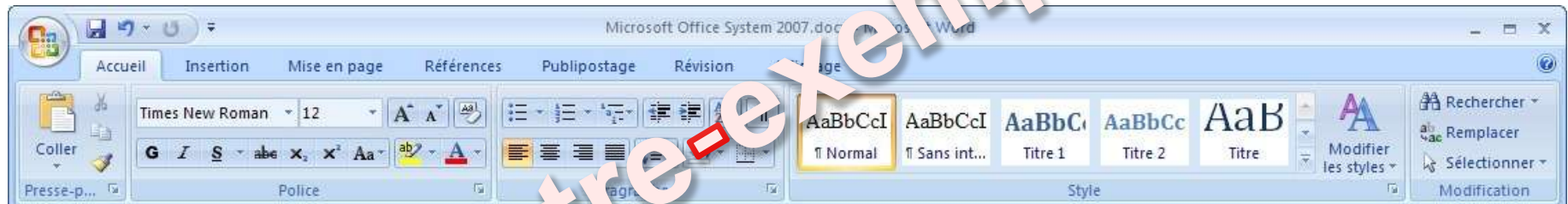
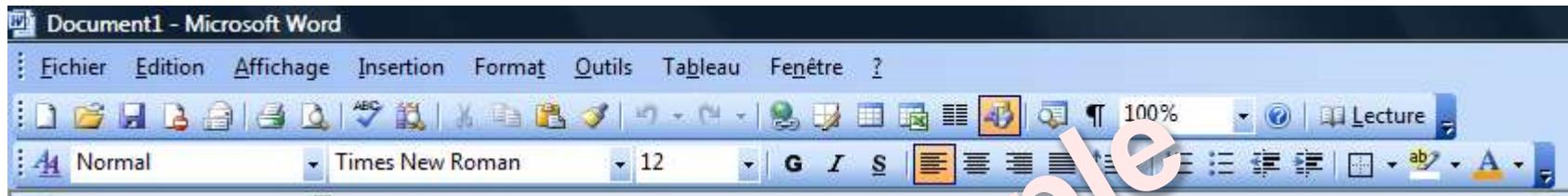
## ► Exemples

- Règles de sécurité concernant certains postes de travail
- Nécessité d'un bouton d'arrêt d'urgence



# Contraintes historiques

- ▶ Reconduction des principes d'interface, d'une version de produit à une autre...



# Contraintes historiques

- ... ou d'une gamme de produits à une autre.



*Peugeot 307*



*Citroën C3*



*Peugeot 307 phase 2*



*Citroën C4 Picasso*

## ► Intuitivité

- Type(s) d'utilisateurs?
  - Grand public
  - Personnel qualifié
  - Population technophile / technophobe
- Type(s) d'utilisation?
  - Utilisation nominale
  - Utilisation en mode dégradé
  - Utilisation pour la maintenance



## ► Formation préalable ou possibilité de former les utilisateurs?

# Contraintes d'utilisation

- Facilité d'utilisation
  - Ne pas omettre le **facteur stress**

Centrale nucléaire



Equipements médicaux



Commandes de vol



Equipements militaires

## ► Langue(s) des utilisateurs



## ► Accessibilité

- Nécessité de pallier à des modifications de certains sens
  - Vue
  - Audition
  - Parole
  - Mobilité
  - Sensibilité



## ► Brevets

- Existence de nombreux brevets dans le domaine des IHMs
- Certains n'ont pas encore trouvé d'utilisation industrielle



## ► Acceptabilité

- Le marché (les futurs utilisateurs) est-il prêt à accepter l'innovation d'interface proposée?
- Certaines innovations sont très vite acceptées...  
... d'autres non... (ex: synthèse vocale en général)



## ► Délai

- Time To Market

## ► Coût



1. Introduction

2. Nécessaire convergence entre métiers

3. Problématique des IHMs des systèmes contraints

**4. Méthodes et solutions**

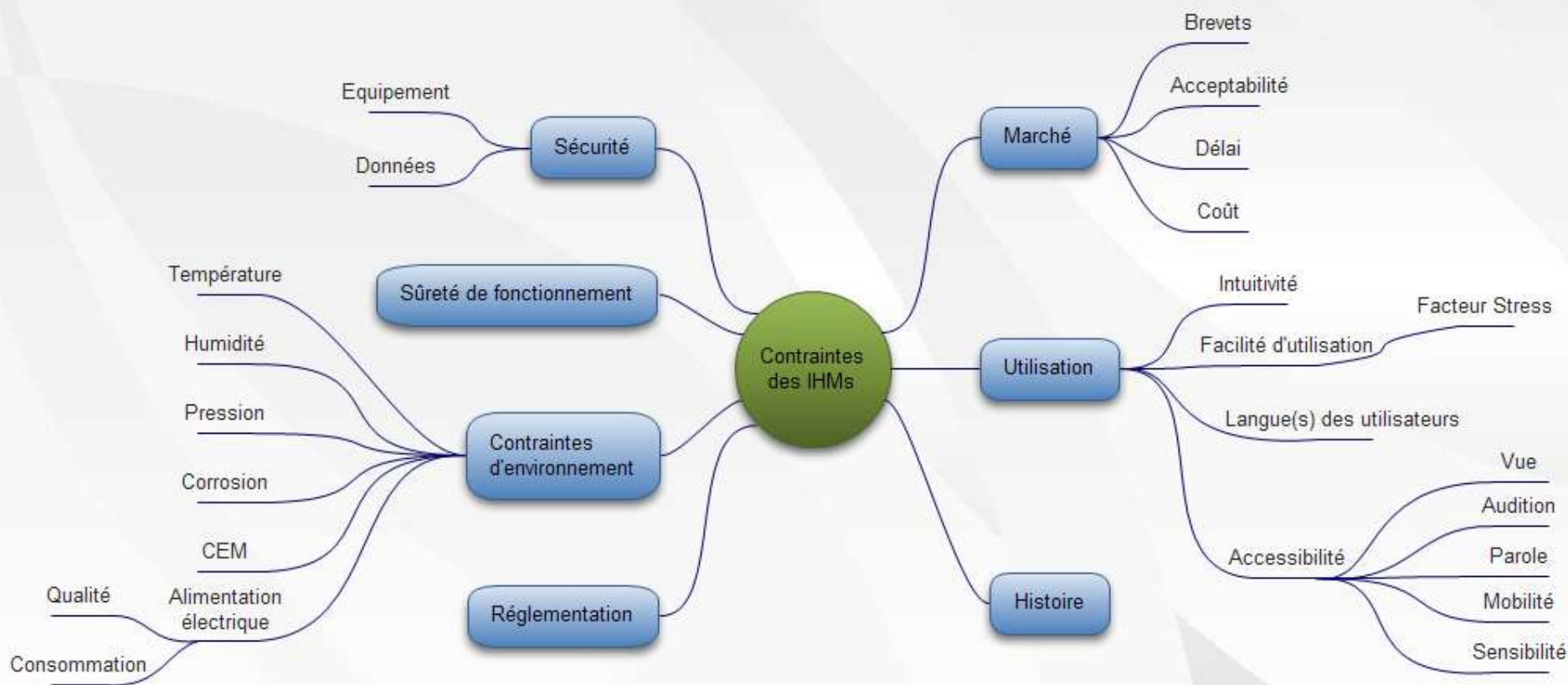
*a) Méthodes pour répondre aux contraintes*

*b) Exemples d'IHMs avec leur solution technique*

5. Conclusion et perspectives

# Méthodes pour répondre aux contraintes

## Rappel des contraintes



# Méthodes pour répondre aux contraintes

## Réponse mécanique



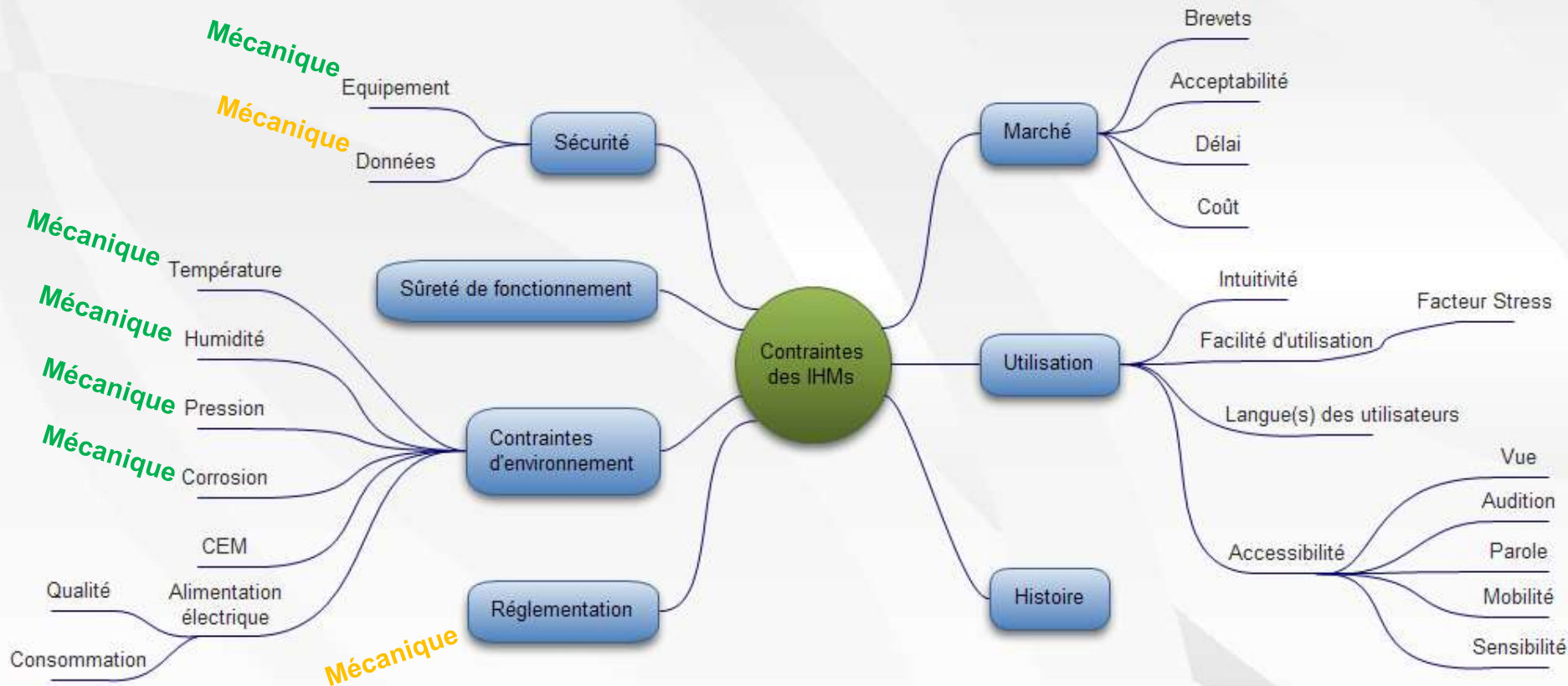
► La mécanique du produit permet de répondre aux contraintes suivantes:

- Sécurité...
  - ...de l'équipement
  - ...des données (en partie)
- Contraintes d'environnement
  - Température
  - Humidité
  - Pression
  - Corrosion
- Réglementation (en partie)



# Méthodes pour répondre aux contraintes

## Rappel des contraintes



# Méthodes pour répondre aux contraintes

## Réponse électrique / électronique



- ▶ La conception électrique / électronique du produit permet de répondre aux contraintes suivantes:

- Sécurité des données (en partie)
- Contraintes d'environnement

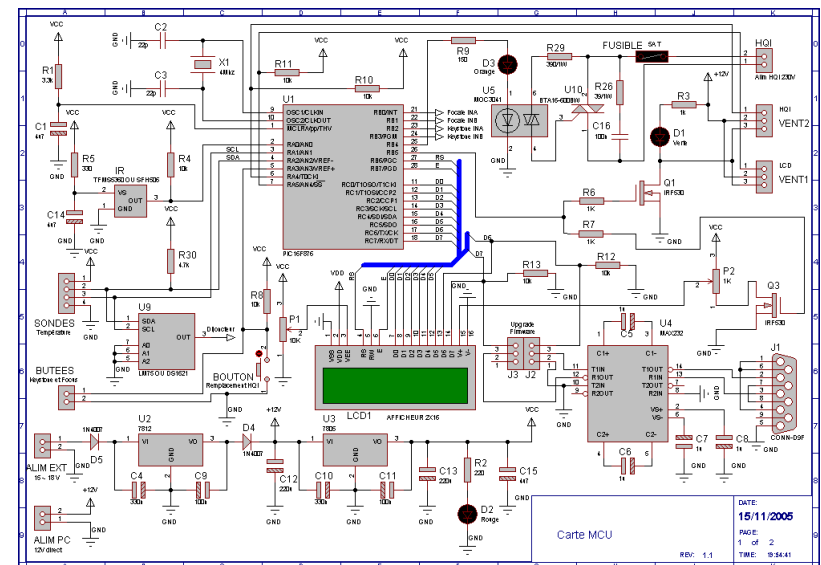
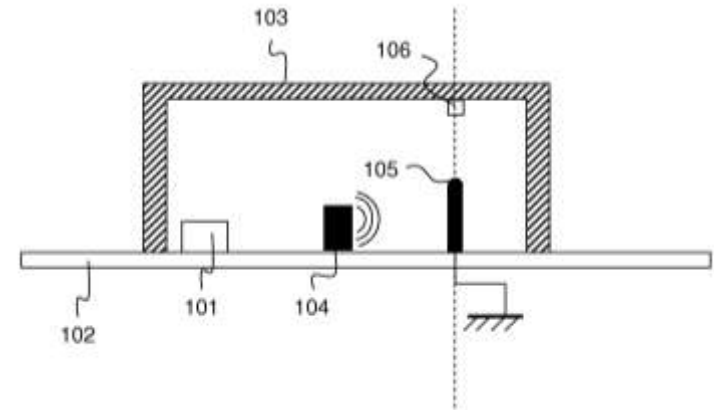
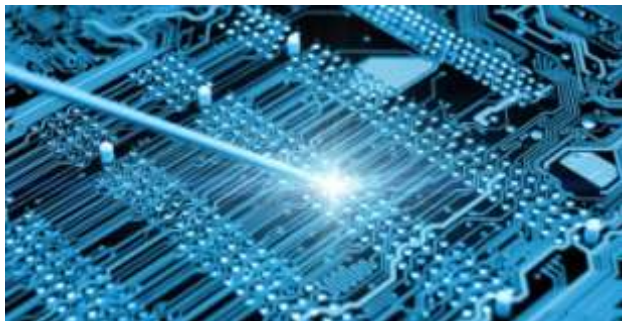
- CEM

- Alimentation

Qualité

Consommation

- Sûreté de fonctionnement (en partie)
- Réglementation (en partie)



# Méthodes pour répondre aux contraintes

## Rappel des contraintes

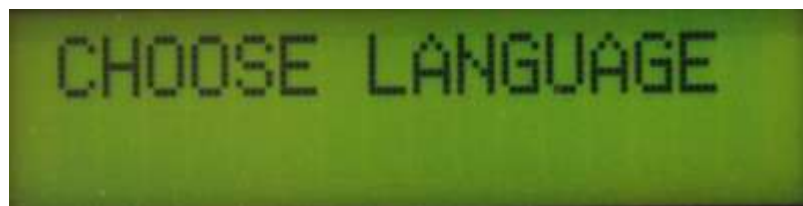


# Méthodes pour répondre aux contraintes

## Réponse logicielle

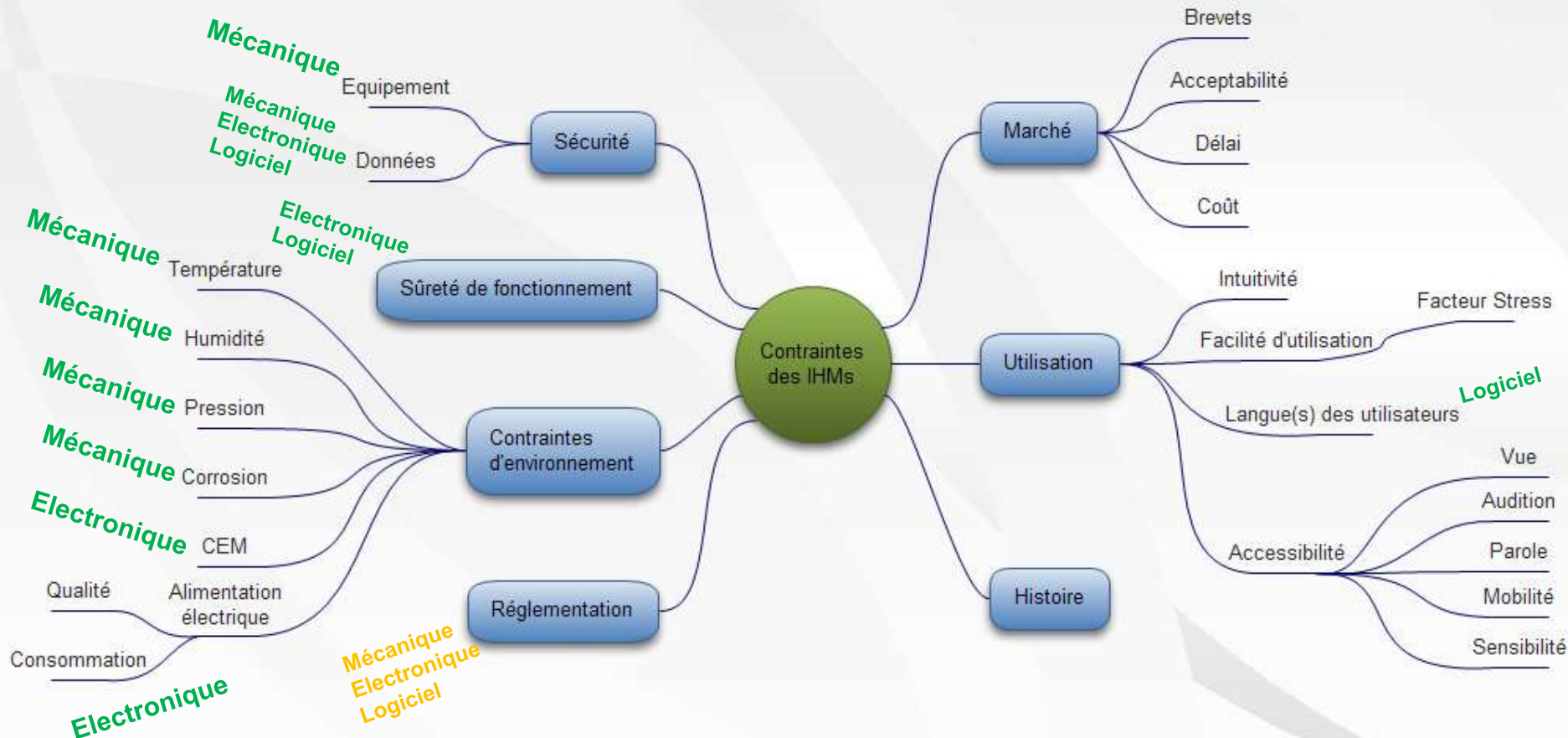


- ▶ La conception et le développement du logiciel du produit permettent de couvrir les contraintes suivantes:
  - Sûreté de fonctionnement (en partie)
  - Sécurité des données (en partie)
  - Utilisation
    - Langue(s) des utilisateurs
  - Réglementation (en partie)



# Méthodes pour répondre aux contraintes

## Rappel des contraintes



# Méthodes pour répondre aux contraintes

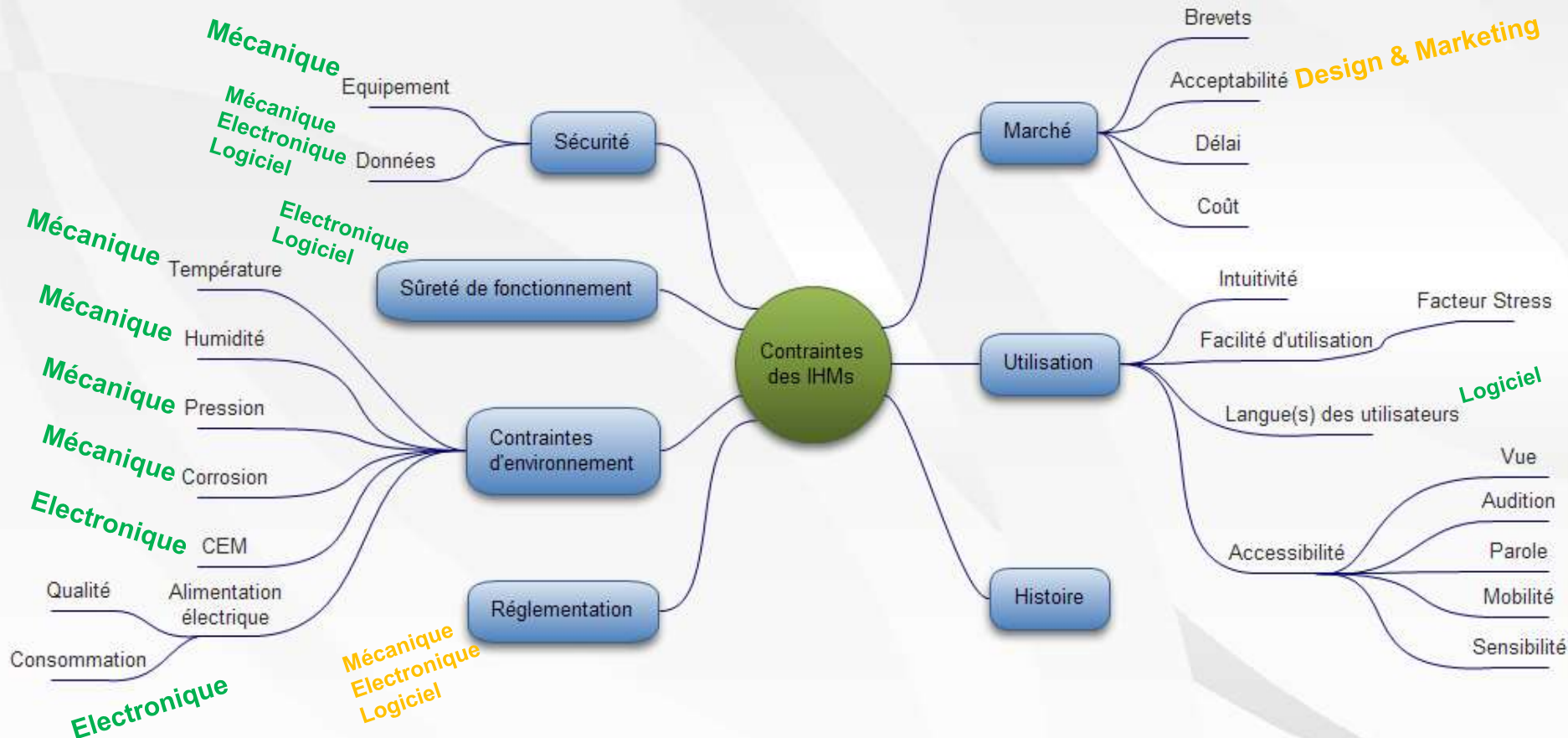
## Réponse du design

- ▶ Le design et le marketing permettent principalement de répondre en partie aux contraintes liées à l'acceptabilité



# Méthodes pour répondre aux contraintes

## Rappel des contraintes



# Méthodes pour répondre aux contraintes

## Réponse de l'ergonomie



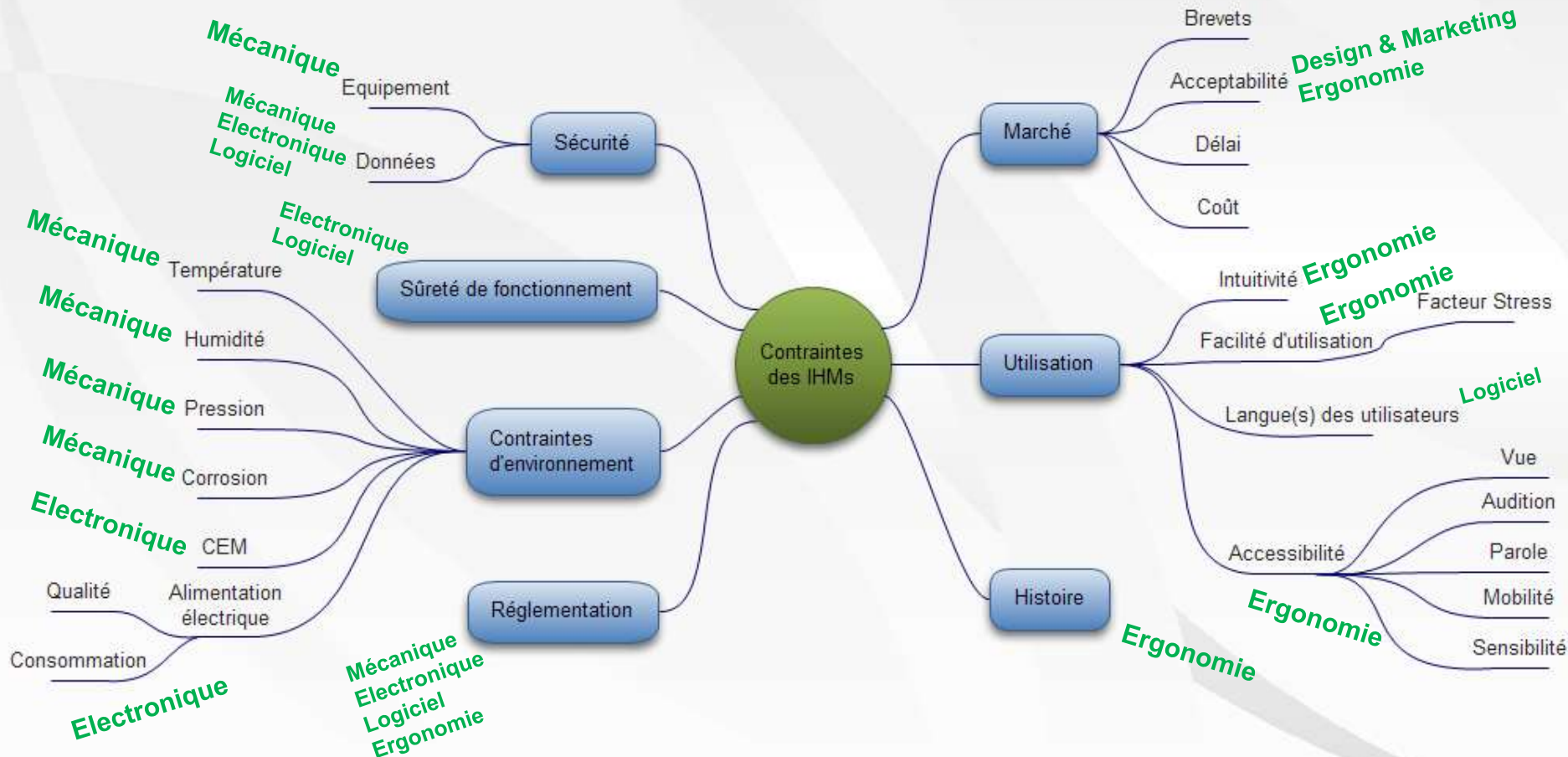
### ► L'ergonomie permet de répondre aux contraintes

- Contraintes d'utilisation
  - Intuitivité
  - Facilité d'utilisation (y compris, la prise en compte des erreurs)
  - Accessibilité
- Contraintes historiques
- Réglementation (en partie)
- Marché
  - Acceptabilité (en partie)



# Méthodes pour répondre aux contraintes

## Rappel des contraintes

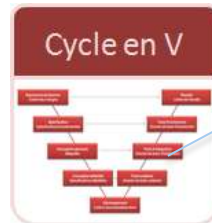


# Méthodes pour répondre aux contraintes

## Réponse du management de projet

- Le management de projet permet de couvrir les contraintes suivantes:

- Marché
  - Brevets
  - Délais
  - Coûts



Ne pas négliger la  
« remontée du V » en y  
associant l'utilisateur final:  
User In the Loop

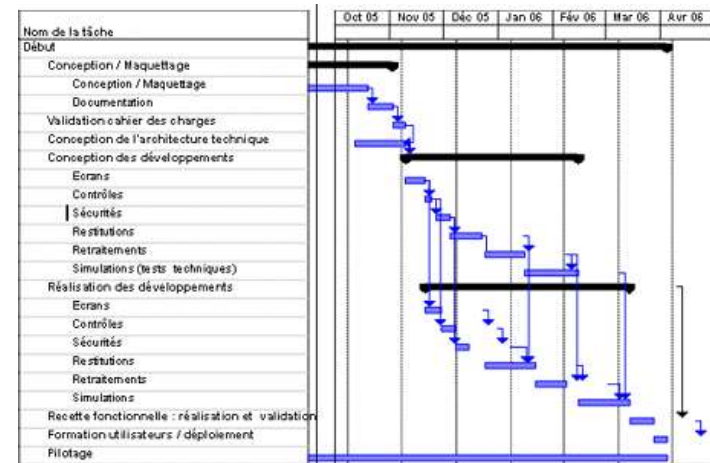
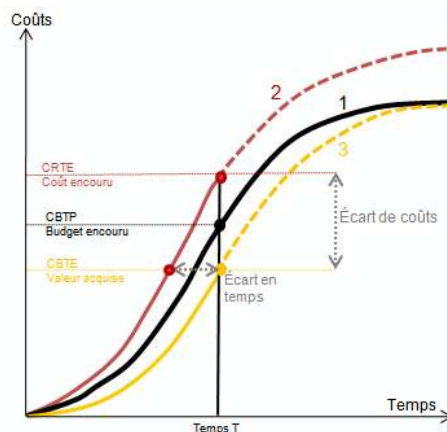
Phase de  
concept

Proto 1

Proto 2

Pré-série

Série



# Méthodes pour répondre aux contraintes

## Rappel des contraintes



# Méthodes pour répondre aux contraintes

## Rappel des contraintes



1. Introduction

2. Nécessaire convergence entre métiers

3. Problématique des IHMs des systèmes contraints

**4. Méthodes et solutions**

*a) Méthodes pour répondre aux contraintes*

*b) Exemples d'IHMs avec leur solution technique*

5. Conclusion et perspectives

# Exemples d'IHMs avec leur solution technique



IHM optimisée en ressources



## Fours industriels

### Client :

- ▶ Fabricant de fours industriels

### Activités :

- ▶ Développement de différents logiciels embarqués

### Performances d'ESG:

- ▶ Support pour la rédaction des spécifications logiciel
- ▶ Spécification et conception des fonctions de communication inter-cartes (produit composé d'une carte IHM et d'une carte de puissance)
- ▶ Spécification et mise en œuvre de la communication inter-fours (fonction de gestion d'énergie)
- ▶ Intégration sur la plateforme hardware
- ▶ Développement d'un banc de test automatique pour validation complète du logiciel

## Résultats

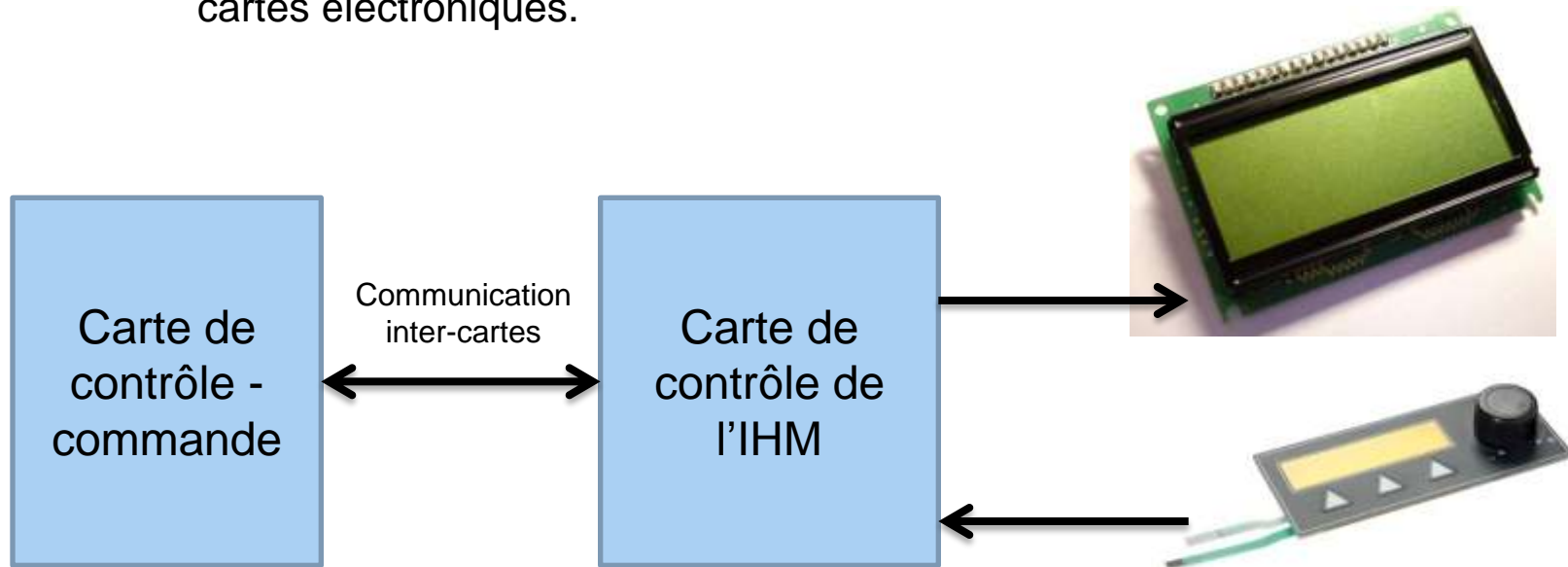
- ▶ Développement du logiciel complet
- ▶ Implémentation efficace d'une gestion d'IHM complexe sur un MCU 8 bits
- ▶ Création d'un algorithme d'adressage dynamique pour la communication inter-fours

# Exemples d'IHMs avec leur solution technique



## IHM optimisée en ressources

- ▶ Solution technique pour optimiser le développement:
  - L'architecture électronique du produit a permis de séparer la problématique IHM du reste du développement.
  - Deux approches différentes au niveau de la gestion de projet entre la partie IHM et la partie contrôle – commande
  - Un focus particulier a été fait de manière à robustifier l'interface entre les deux cartes électroniques.



1. Introduction

2. Nécessaire convergence entre métiers

3. Problématique des IHMs des systèmes contraints

**4. Méthodes et solutions**

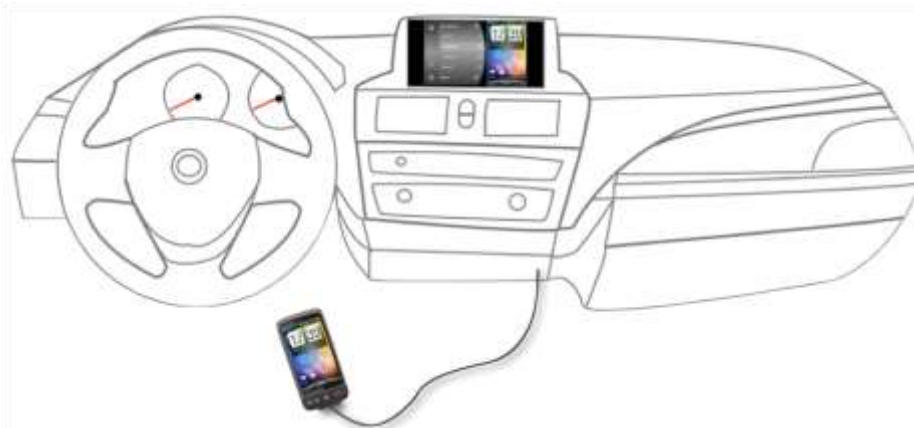
*a) Méthodes pour répondre aux contraintes*

*b) Exemples d'IHMs avec leur solution technique*

5. Conclusion et perspectives

# Exemples d'IHMs avec leur solution technique

IHM optimisée en rendu



# Agenda

Réussir l'IHM d'un produit



1. Introduction

2. Nécessaire convergence entre métiers

3. Problématique des IHMs des systèmes contraints

4. Méthodes et solutions

5. Conclusion et perspectives

- ▶ Importance de l'adéquation entre l'IHM et les utilisateurs
- ▶ Existence de différents types d'utilisateurs
- ▶ La solution ne consisterait-elle pas à adapter l'IHM en fonction des utilisateurs?
- ▶ Notion de « Skinability »



 **Satisfaction utilisateur renforcée**

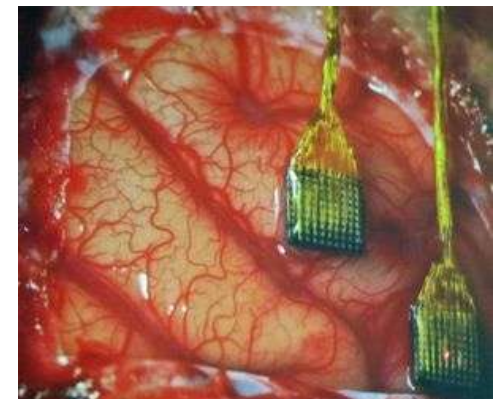
## Conclusion et perspectives (2/3)

- ▶ Réussir l'IHM d'un produit fait appel à différentes compétences
- ▶ Outre les aspects techniques, ne pas négliger:
  - Le marketing et le design
  - L'ergonomie
  - Le management de projet
  - La participation de l'utilisateur final
- ▶ Lister et parcourir les différentes contraintes s'appliquant à l'IHM du produit en cours de développement, puis renseigner la manière dont chacune est prise en compte



# Conclusion et perspectives (3/3)

## ► Nouveaux dispositifs d'acquisition



**Merci de votre attention**



# Contact



DEDICATED TO SOLUTIONS.



## ESG Automotive France SAS

Centre Paris Pleyel

153, boulevard Anatole France

93521 Saint-Denis Cedex

Tel +33 (0) 1 55 87 05 70

Fax +33 (0) 1 55 87 05 79

Email [contact@esg-group.fr](mailto:contact@esg-group.fr)

[www.esg-group.fr](http://www.esg-group.fr)

## Christophe Brunschweiler

Directeur technique adjoint

[c.brunschweiler@esg-group.fr](mailto:c.brunschweiler@esg-group.fr)



**Dedicated to solutions.**

**AUTOSAR**



© ESG France SAS

