

# LabVIEW et l'automatisation de mesures de circuits intégrés RF pour applications automobiles

Bernard Bordonado  
Motorola Semiconducteurs

## *Introduction*

- Circuits intégrés RF pour l'automobile
- Caractérisation: définitions et flot

## *Description du système de mesure*

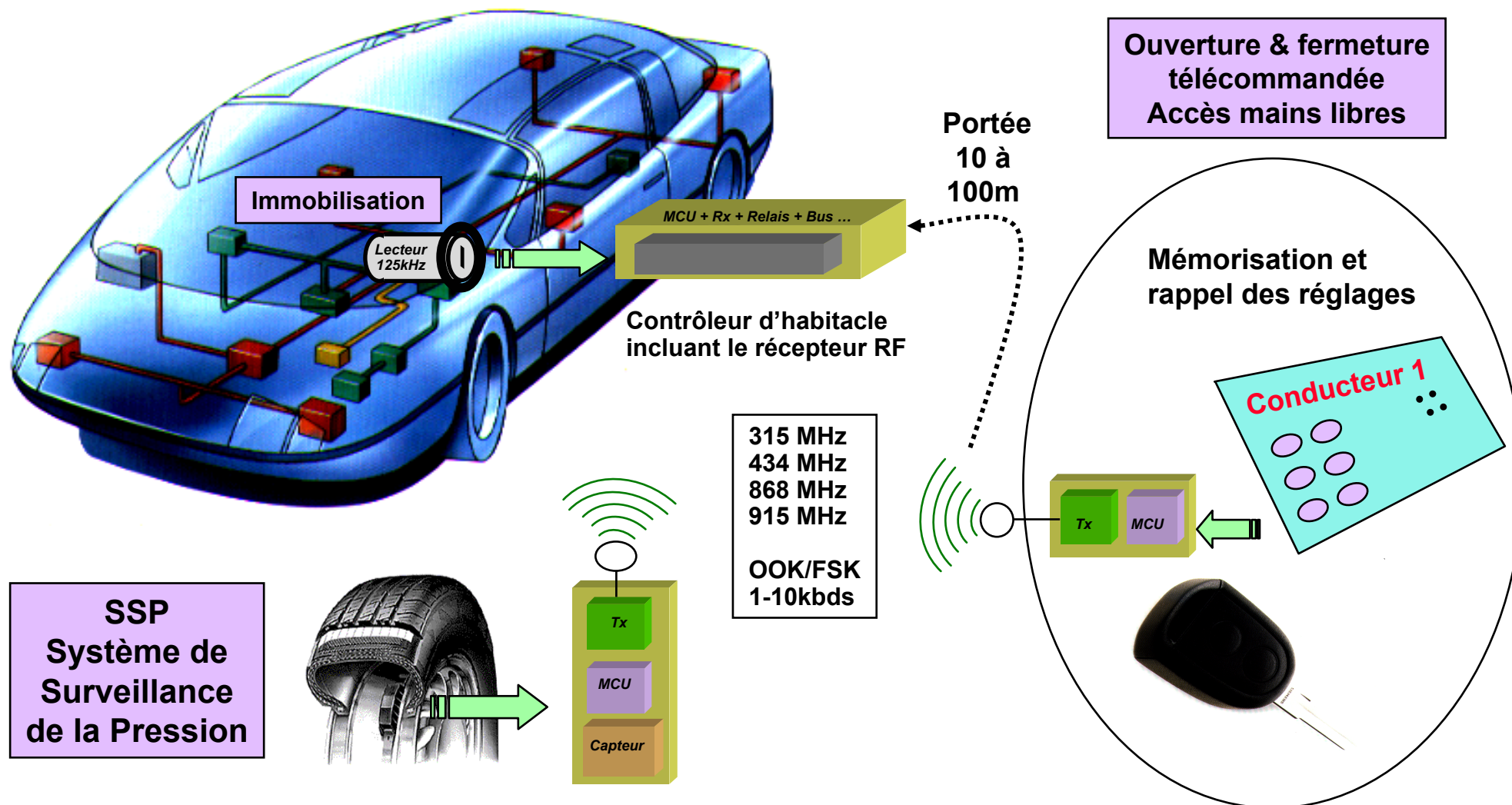
- Vue d'ensemble de l'équipement
- Logiciel développé sous LabVIEW
  - Interface utilisateur
  - Organisation du code

## *Conclusion*

- Avantages de la solution présentée

# Introduction

## Applications RF automobiles



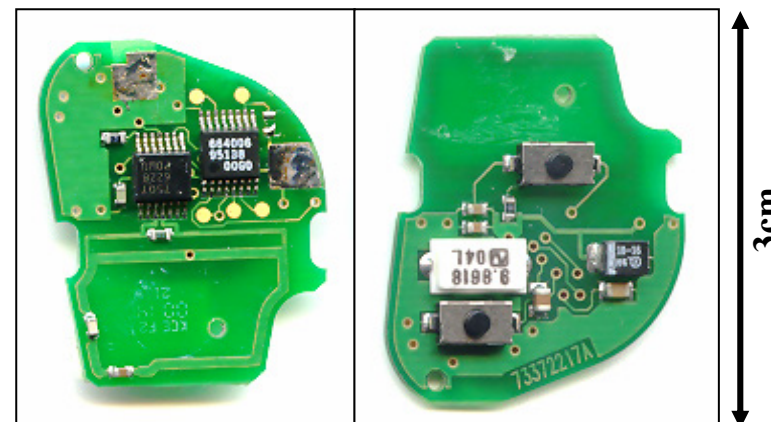


- Contrôle de l'éclairage
- Equipements domestiques
  - Suivi de garantie
  - Gestion de la consommation
- Domotique
  - Ouverture de garage & portail
  - Volets motorisés
  - Sécurité et alarme
- Surveillance médicale
- Télémétrie
- Souris / Clavier sans fil

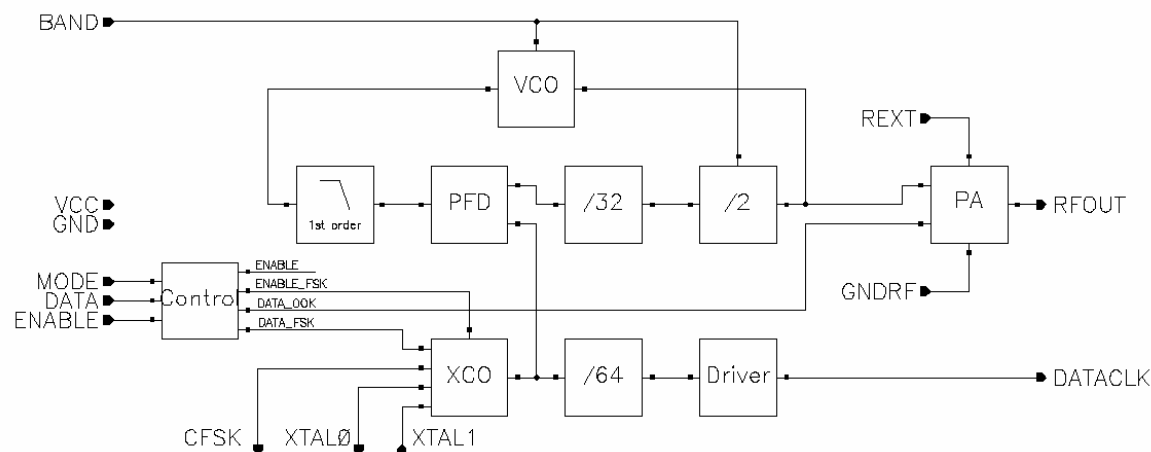




- Fonctionnement en bandes 315-434MHz et 868-928MHz
- Modulations OOK et FSK modulation, jusqu'à 10kbds
- Intégration du VCO, peu de composants externes
- Tension d'alimentation 1.9-3.6V  
Fonctionnement sur 1 pile lithium
- Courant de repos ultra faible 0.1nA à 25°C
- Interface microcontrôleur simple
- Détection de batterie faible
- Niveau de puissance ajustable
- Gamme de température étendue -40°C to 125°C (application)



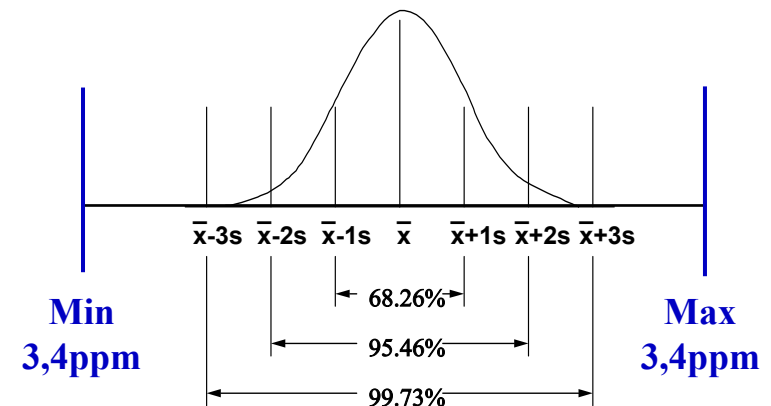
**Clé Valeo**  
**Peugeot 106**



- **Qu'est ce que la caractérisation ? Mesurer les paramètres critiques d'un circuit intégré pour obtenir des résultats statistiques sur ...**
  - un nombre d'échantillons (>30) et de lots (3+) significatifs,
  - toutes les conditions possibles en application (température, tension ...).
- **Pourquoi est ce nécessaire pour tous les circuits intégrés ?**
  - Pour garantir la conformité du silicium à la spécification cible.
  - Pour proposer des nouvelles limites de spécification si nécessaire.
- **Pourquoi est ce plus critique et plus complexe pour les circuits intégrés RF ?**
  - Les outils de simulation sont limités dans la prédiction des performances RF et dans la prédiction des dispersions entre pièces et entre lots. Dans tous les cas, elles nécessitent des mesures de corrélation.
  - Les mesures RF ne sont pas toujours possibles dans l'environnement des systèmes de test de production.



- **Le développement d'outils de mesures automatisées est la solution proposée pour répondre à tous les points précédents:**
  - Meilleure capabilité que les mesures manuelles.
  - Peu coûteux, car utilisant les mêmes équipements de laboratoire que ces dites mesures manuelles.
  - Efficace pour obtenir des données permettant l'établissement de spécifications à « 6-sigma » tenant compte de toutes les conditions:
    - Température
    - Tension d'alimentation
    - Bandes de fréquences
    - Types de modulations
    - Vitesse de transmission
    - ...
  - Flexible pour suivre les évolutions des circuits intégrés (2/3 « passes » sont typiquement nécessaires)



- **Les résultats issus de ces outils de caractérisation automatiques servent de référence pour :**
  - L'analyse des performances.
  - La vérification de la normalité des distributions de paramètres, gage d'une conception correcte et d'un procédé bien contrôlé.
  - Les corrélations avec les simulations.
  - Le développement du test de production.
  - La définition des limites de test utilisées en production.
  - Les corrélations avec les mesures des clients.
  - Les mises à jour de la spécification.
- **Ces résultats sont fournis avec les documents officiels de qualification du circuit intégré (PPAP).**

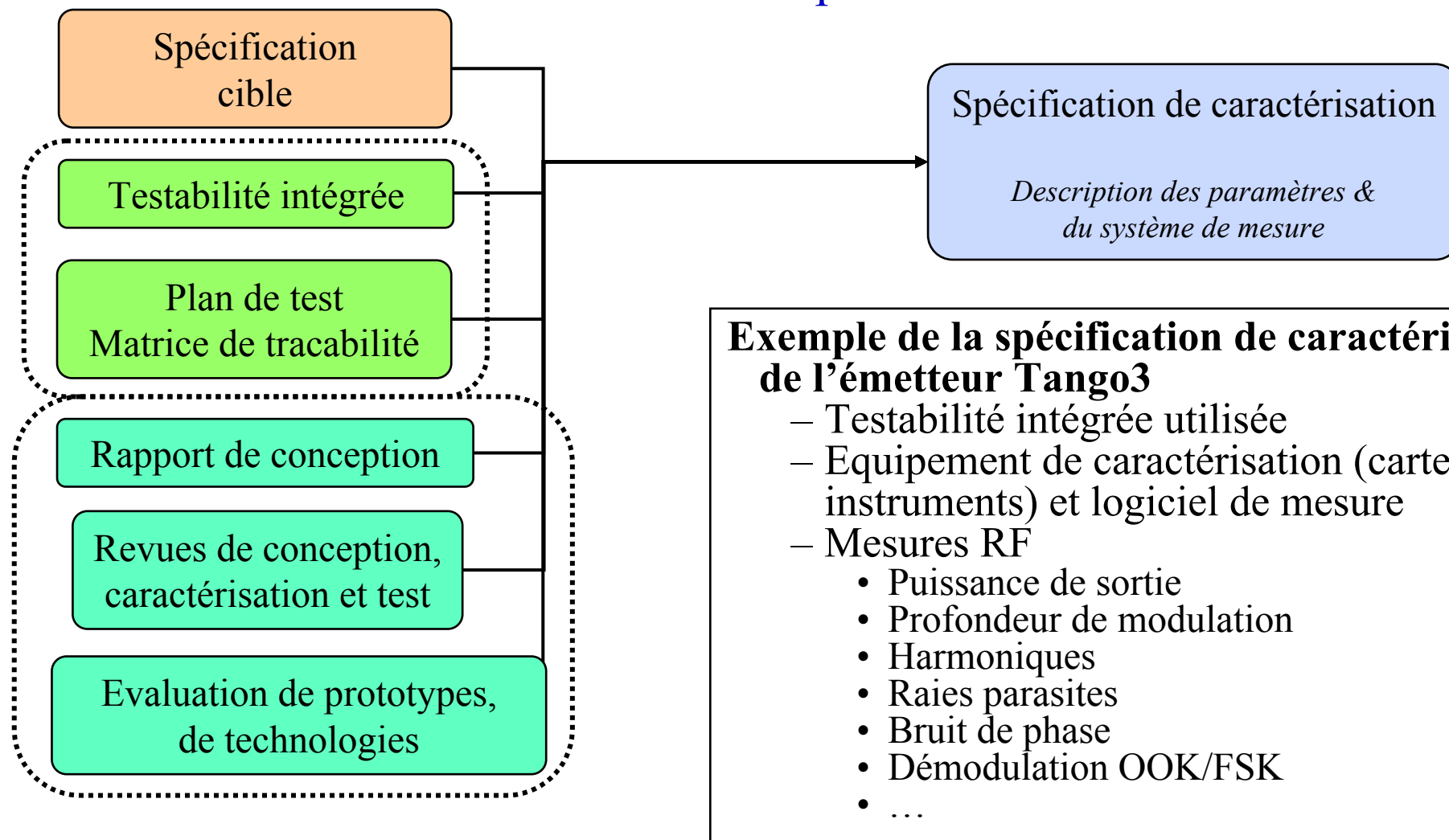
QS9000 : « Production Part Approval Process »



# Introduction

## Flot de caractérisation

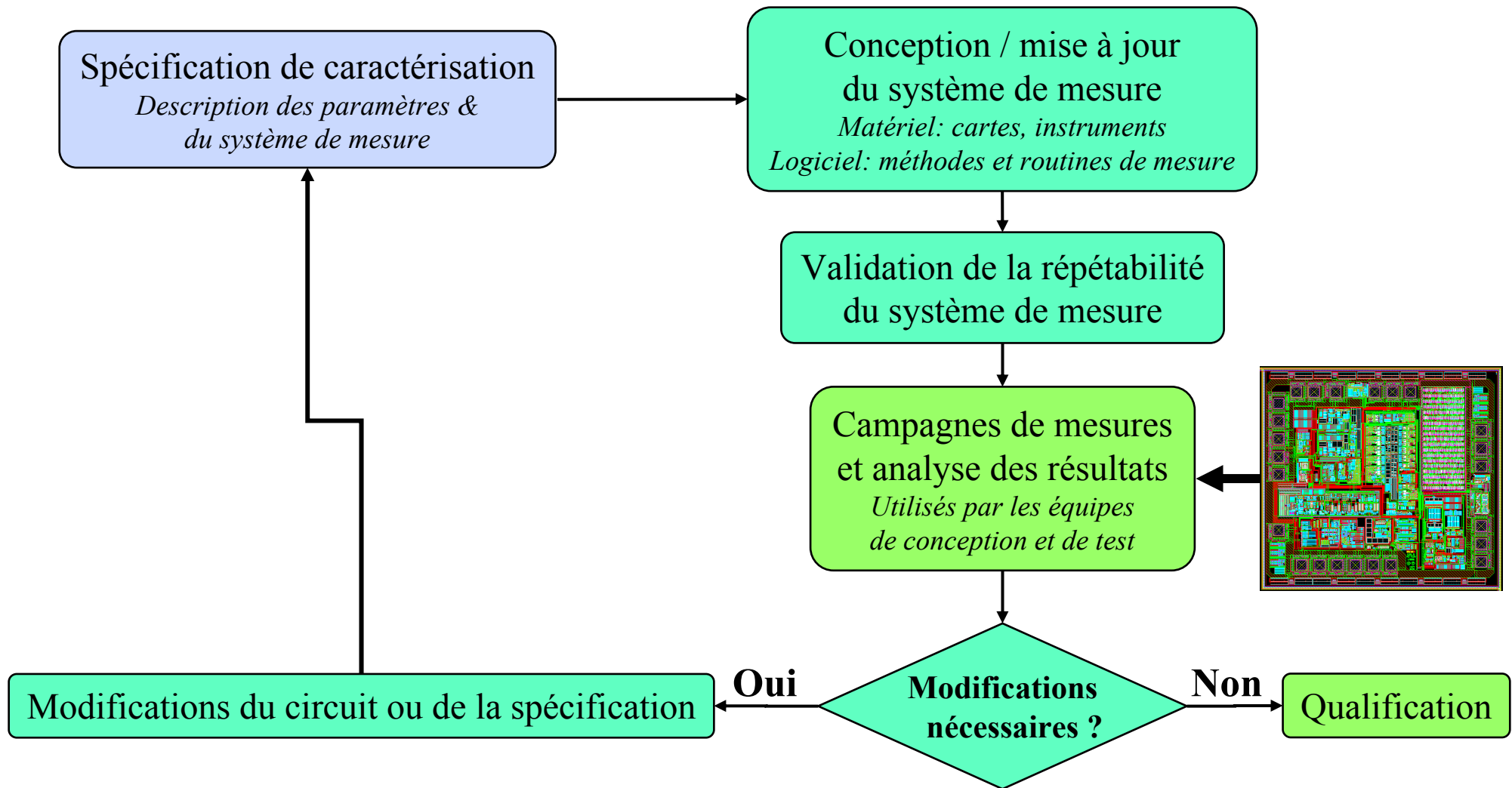
### Première passe



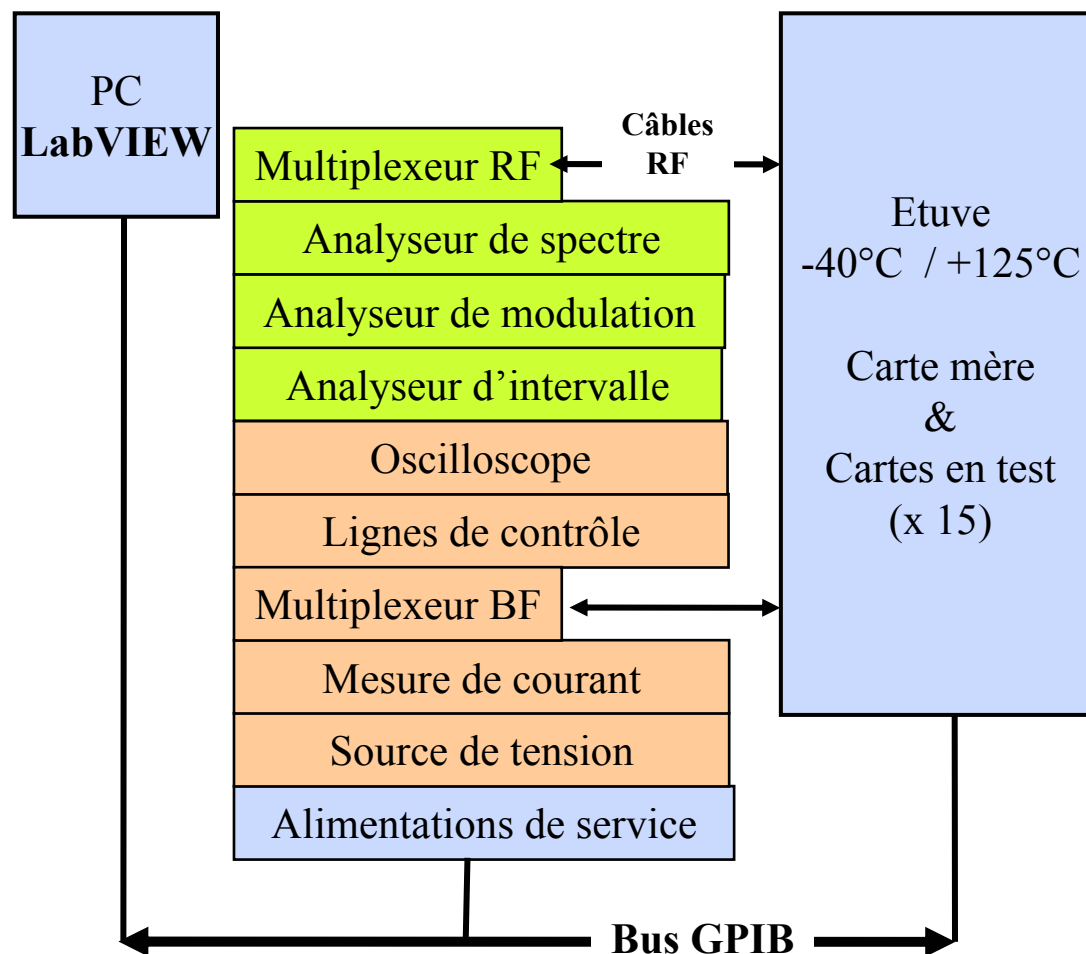
# Introduction

## Flot de caractérisation

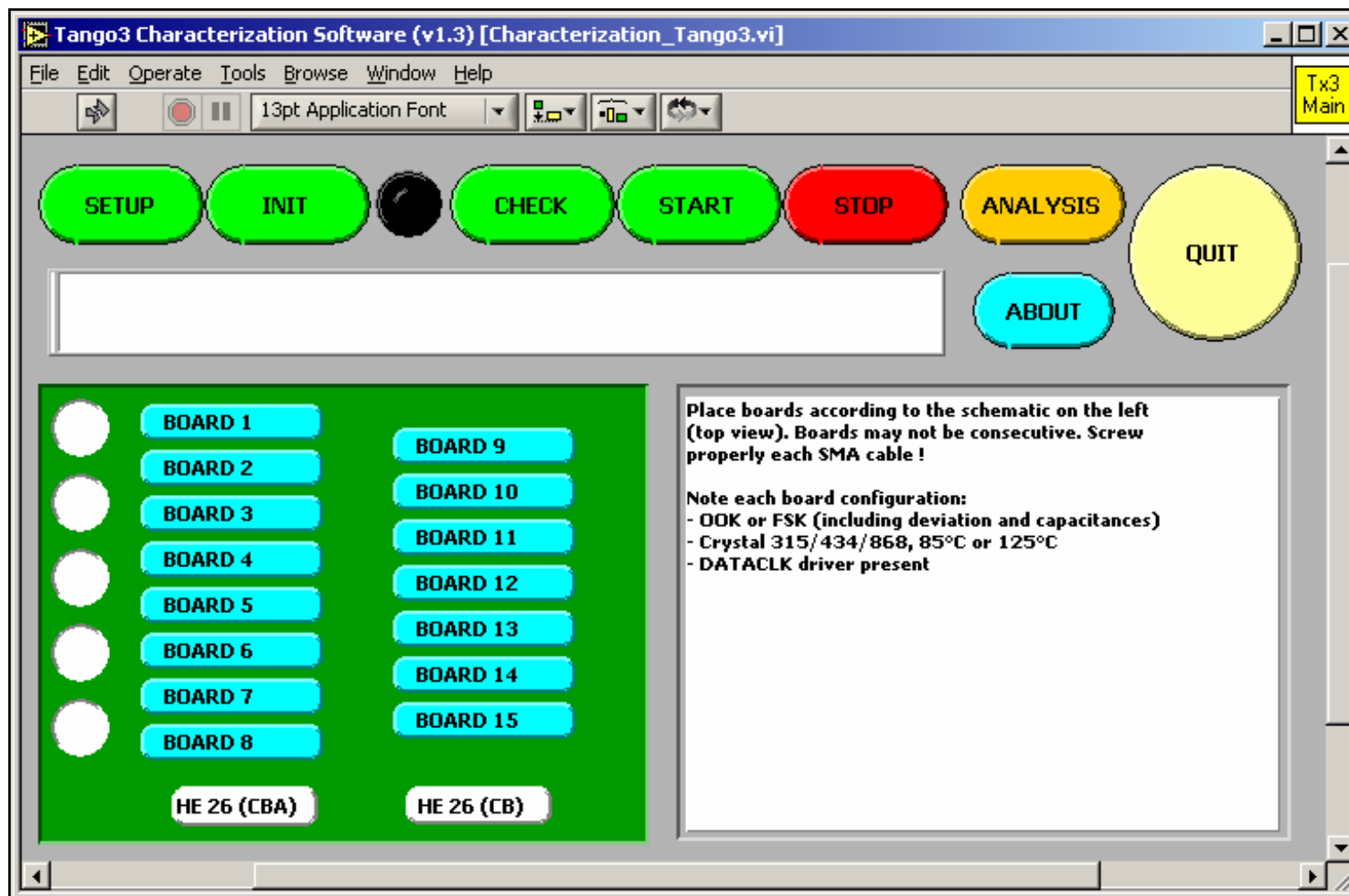
### Itérations



### Exemple du système de mesure automatisé pour l'émetteur Tango3



### Interface Homme Machine du système de caractérisation de Tango3



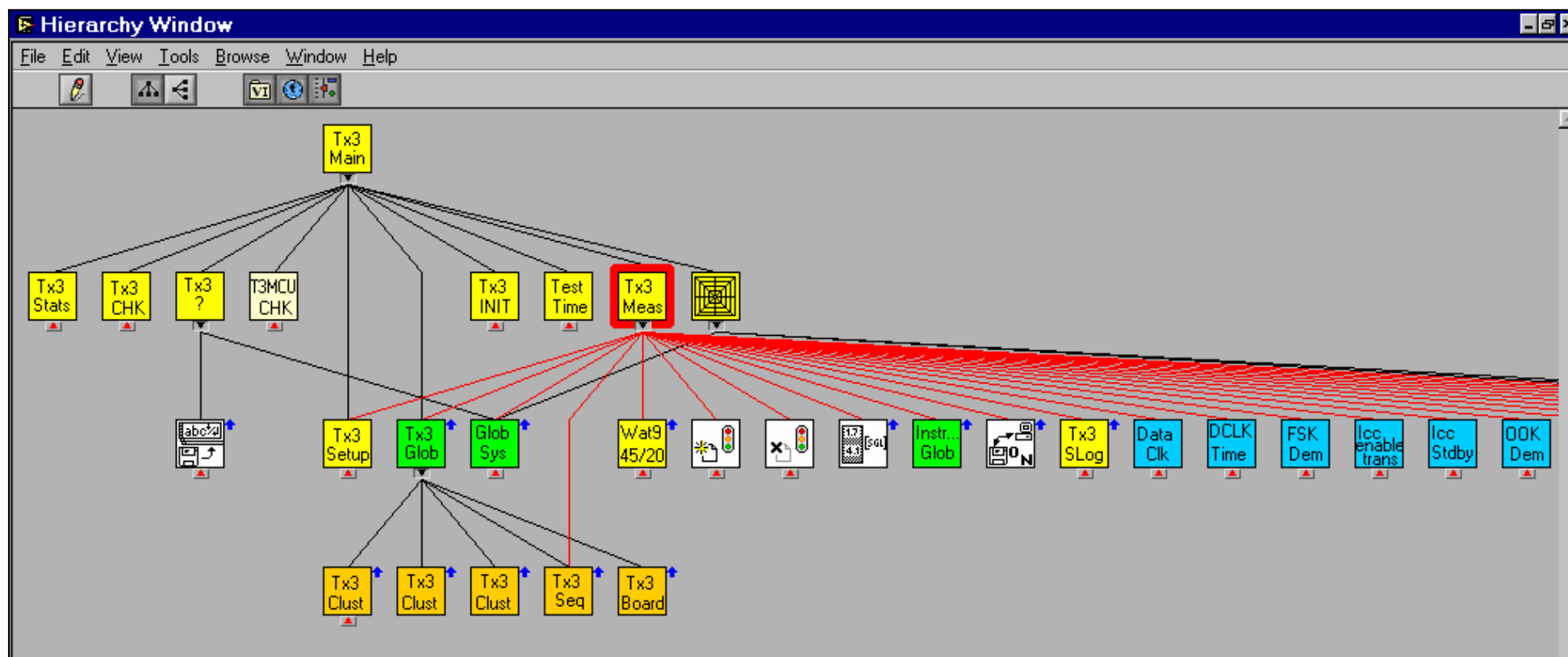
- Interface graphique

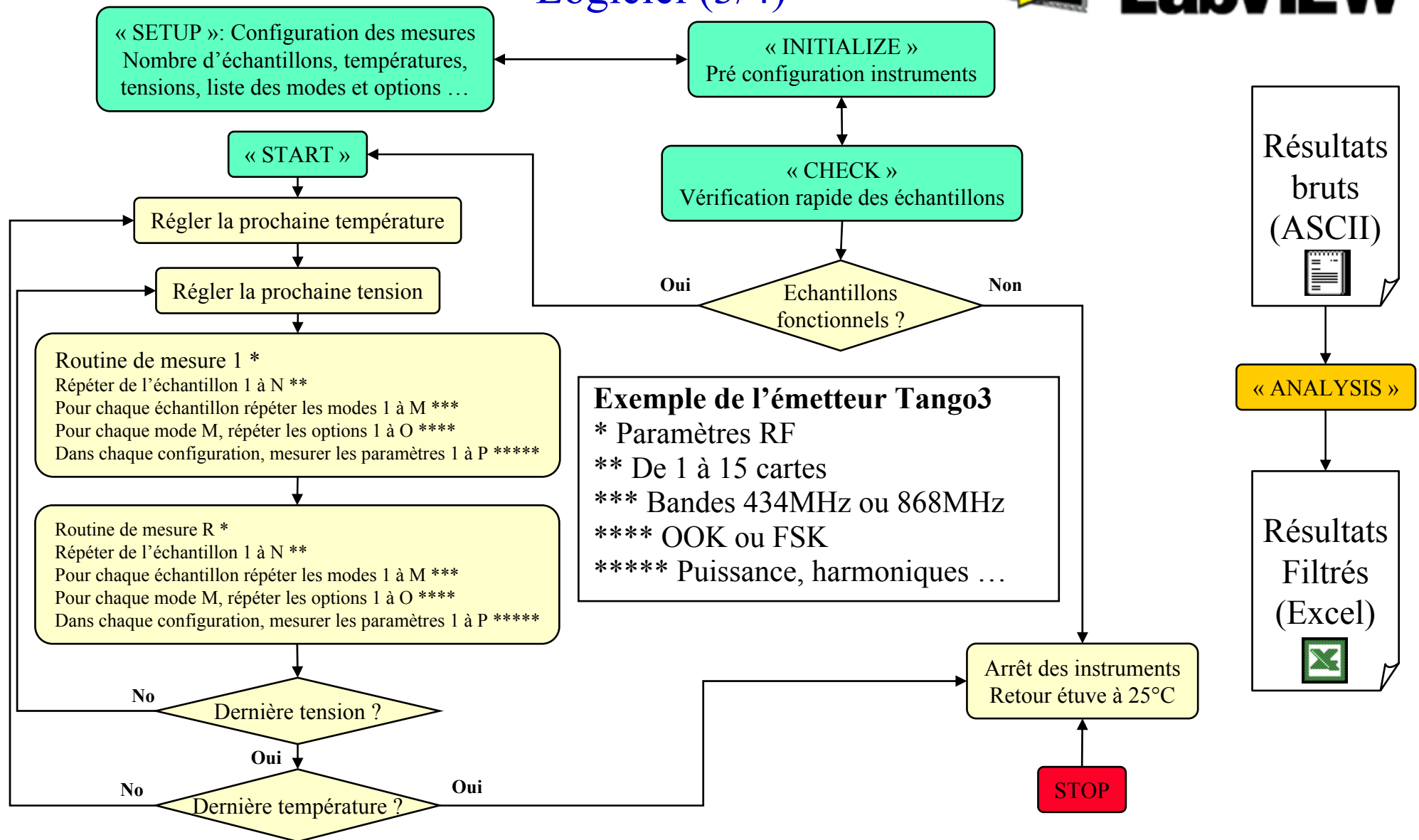
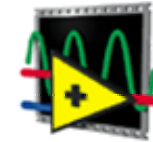
- Utilisation simple

- « Setup »  
Configuration
- « Initialize »  
Initialisation
- « Check »  
Contrôle
- « Start »  
Démarrage
- « Stop »  
Arrêt d'urgence
- « Analysis »  
(Post traitement)

- Aide opérateur

- **Hiérarchie du logiciel de caractérisation**
  - >200 routines, >100 variables globales, 5 niveaux de procédures
  - Niveau de complexité équivalent à un programme de production







**Niveau 1: Interface générique, pratiquement indépendante du circuit intégré (excepté son nom ...)**

---

**Interface Homme Machine**

**Niveau 2: Routines d'automatisation, à adapter à chaque circuit intégré (séquenceur en particulier)**

---

**Routines d'automatisation**

« SETUP »

« INITIALIZE »

« START »

« ANALYSIS »

STOP

**Niveau 3: Routines de mesures RF, communes à la gamme de produits émetteurs, récepteurs RF**

---

**Routines de mesures**

Puissance de sortie

Bruit de phase

Temps de verrouillage de la PLL

**Niveau 4: Routines liées au contrôle du circuit intégré et du matériel associé**

---

**Routines de contrôle**

Multiplexage

Communication avec le produit en test

**Niveau 5: Routines de traitement des données et de pilotage des équipements (hors pilotes standards)**

---

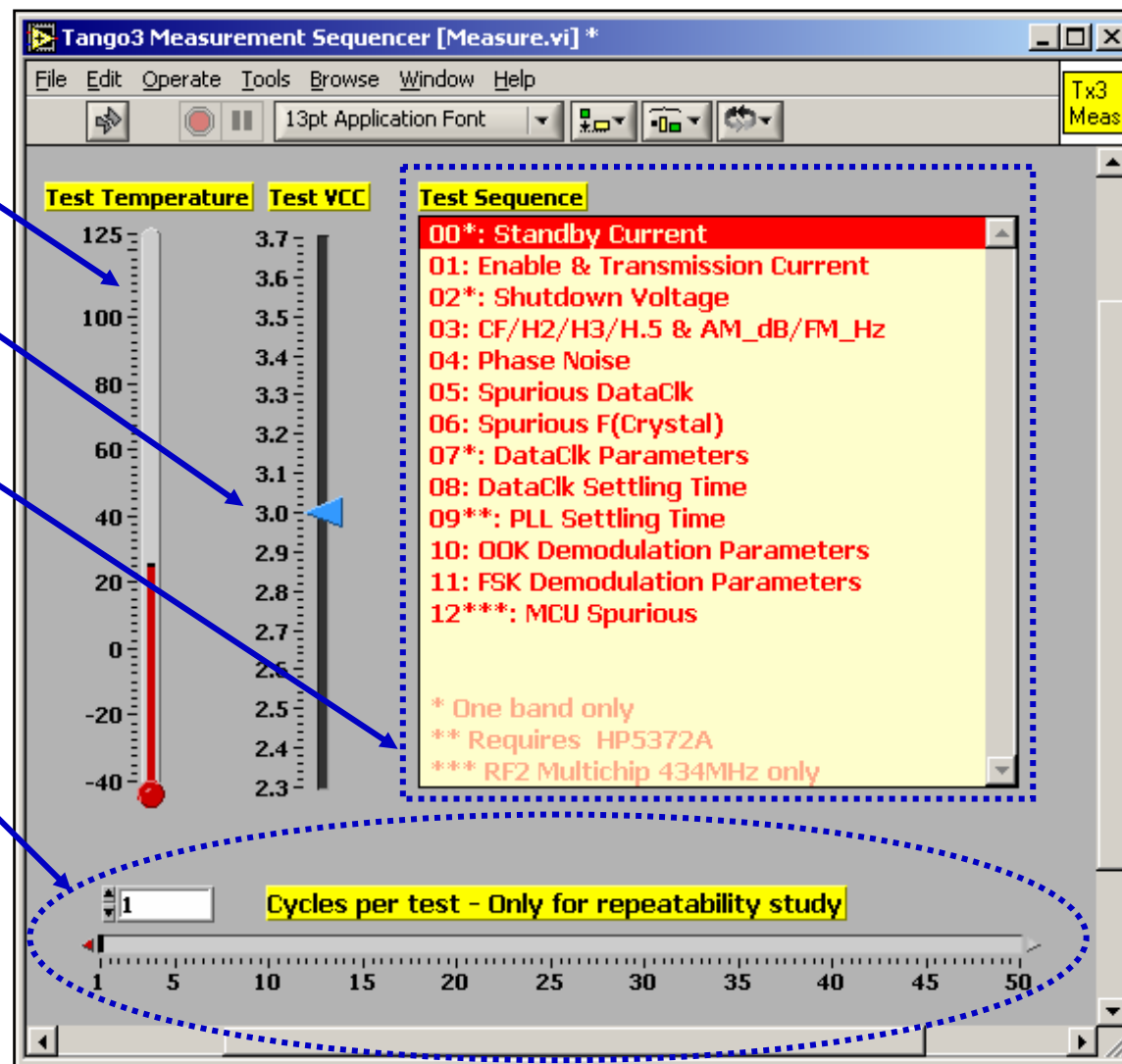
**Routines de traitement**

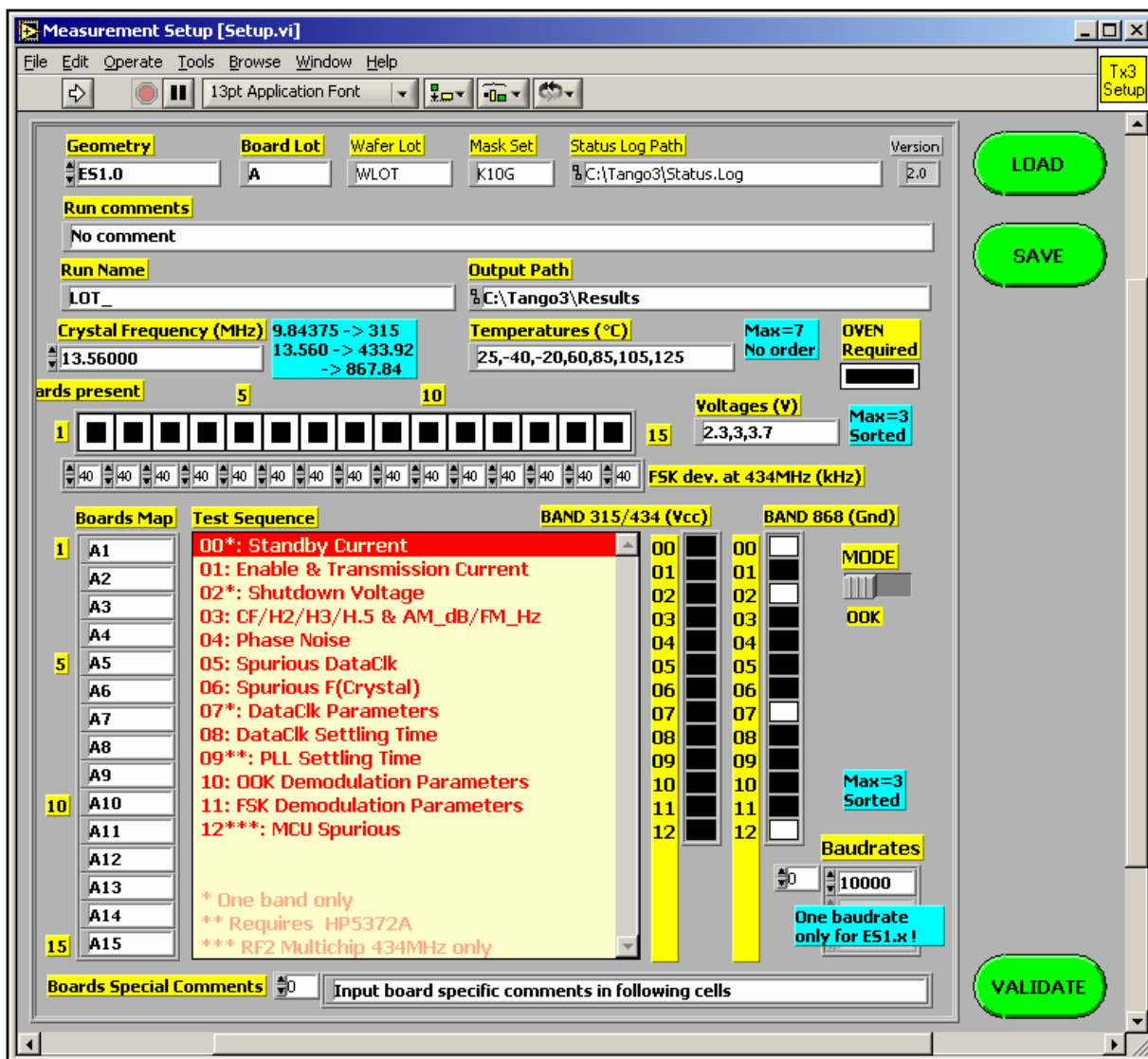
Drivers personnalisés

Transfert Excel



- Boucle de mesures
  - en température
  - en tension
- Les paramètres sont mesurés en séquence
- Possibilité de cycler pour vérifier la répétabilité de chaque mesure
- Une seule routine à modifier pour optimiser la séquence



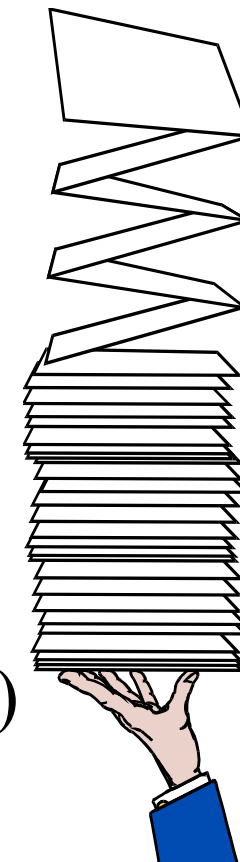


- Gestion et suivi de multiples sessions de mesures utilisant des configurations diverses
- Elimine les risques d'erreurs de manipulation manuelle

Sauvegarde des fichiers pour rejouer les sessions de mesures à volonté

- Simple à modifier pour les nouvelles versions du circuit intégré, tout en gardant la compatibilité ascendante

- Caractérisation complète de Tango3
  - 5 lots de 30 échantillons
  - 3 tensions et 7 températures
  - 3 bandes de fréquences
  - Plus de 50 paramètres différents
- Nombre total de mesures > 500 000  
Impossible manuellement
- Durée de vie d'un système : 2 ans (730 jours)
- Temps de mesure effectif : 75 jours # 10%  
Correct pour des équipements de laboratoire



## Conclusion

### Avantages de l'architecture logicielle choisie



- Les systèmes de mesures automatisés répondent parfaitement aux exigences de précision et de tracabilité de la caractérisation de circuits intégrés RF.
- L'utilisation de LabVIEW et l'organisation du logiciel en couches indépendantes du circuit à tester permettent:
  - Une grande flexibilité lors des modifications et des évolutions, avec un fort pourcentage de routines réutilisées, donc un temps de développement réduit.
  - Des changements d'équipements simplifiés.
  - Une grande robustesse lors de sessions de mesures de longue durée.
  - Une compatibilité assurée sur des projets durant plusieurs années.