

jeudi 10  
mars  
2016

**INNOVA**  
maintenance

MRO : Maintenance des avions d'affaires  
Réduction du temps  
d'immobilisation des aéronefs  
pour une visite Check-C

 **EMBRAER**  
*Executive Jets* &



Strasbourg, le jeudi 10 mars 2016  
Version 1.2

**INNOVA**  
maintenance

Des Usines, des Hommes & des Résultats 

## Agenda

- Introduction
- Contexte  
© Marris Consulting
- Principe de base de la Chaîne Critique
- Actions mises en œuvre
- Résultats
- Conclusion
- Questions & Réponses
- Annexes

**Marris**  
Consulting

**Marris**  
Consulting

**Marris**  
Consulting



## Les présentateurs



- **Fernando Bertrand**
  - Responsable du bureau de planification de maintenance EMBRAER

Marris Consulting



- **Cédric Roche**
  - Planificateur de maintenance EMBRAER

Marris Consulting



- **Selim Ben Mlouka**
  - Manager MARRIS CONSULTING

© Marris Consulting

## Présentation de l'activité d'Embraer Executive Jets au Bourget

- Support de maintenance pour la flotte Embraer Executive pour la zone EMEA (Europe Moyen-orient Afrique).
  - Phenom 100/300;
  - Legacy 450/500/600/650;
  - Lineage 1000.
- Les équipes de maintenance :
  - 2 équipes 5 jours par semaine;
  - Une équipe de maintenance 4on/4off dédiée à la Line et AOG (Aircraft On Ground) pour un support 24h/24.
- Le planning hangar est complet toute l'année.
- Support client obligatoire pour les Lines et AOG.



Marris Consulting

## Agenda

- Introduction
- **Contexte**
- Principe de base de la Chaîne Critique
- Actions mises en œuvre
- Résultats
- Conclusion
- Questions & Réponses
- Annexes

Marris Consulting

Marris Consulting

Marris Consulting

© Marris Consulting

## Difficultés à apporter de la visibilité sur l'avancement de la visite ....

- La planification de visite avant et durant la Check-C n'est pas efficace.
- 40 % des pièces sont délivrées à la date demandée par le bureau de planification de maintenance.
- Les travaux supplémentaires de la visite sont validées tardivement par le client.
- Les techniciens ne connaissent par leur priorité de la journée.
- La visibilité donnée aux équipes sur l'avancement d'une visite est erronée.
- La gestion des slots hangar n'est pas supportée par un outil robuste et fiable.
- Le volume de Line et AOG impacte les équipes travaillant sur la base.

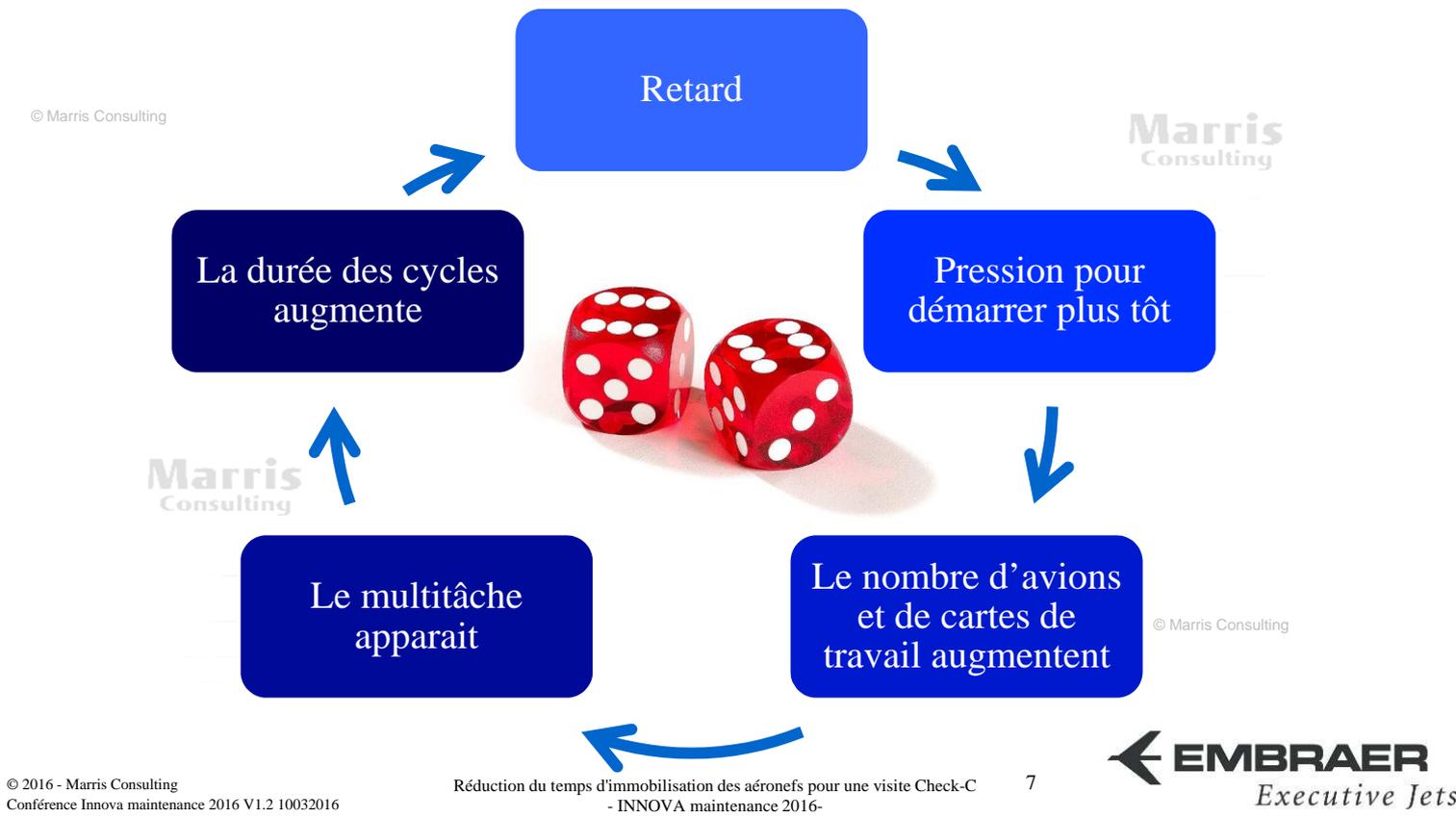
Marris Consulting

Marris Consulting

Marris Consulting

© Marris Consulting

... accompagnées d'un raisonnement  
qui enferme les équipes dans une spirale infernale



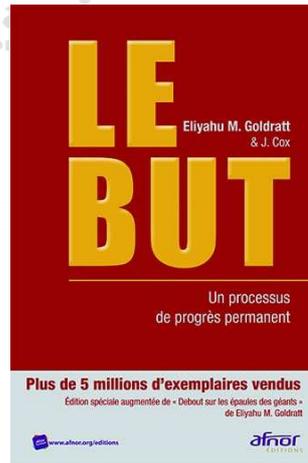
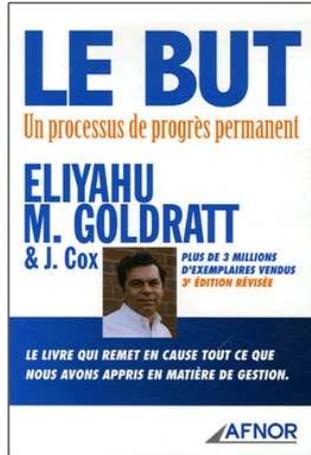
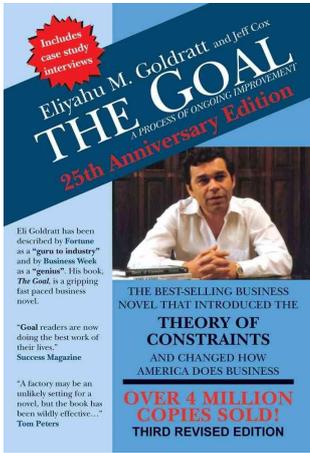
Agenda

- Introduction
- Contexte
- Principe de base de la Chaîne Critique
- Actions mises en œuvre
- Résultats
- Conclusion
- Questions & Réponses
- Annexes

## Avez-vous lu *Le But* ?

- Le roman "*Le But*" s'est vendu à plus de 5 millions d'exemplaires en 29 langues.

© Marris Consulting



© 2016 - Marris Consulting  
Conférence Innova maintenance 2016 V1.2 10032016

Réduction du temps d'immobilisation des aéronefs pour une visite Check-C  
- INNOVA maintenance 2016-

9



## Les différentes composantes de la Théorie des Contraintes

© Marris Consulting

### Théorie des Contraintes Theory Of Constraints - TOC

Idées de Eliyahu Goldratt - Vue systémique (optimum global)  
& présence de contraintes : vue duale (goulots / non-goulots)



<p><b>Tambour-Tampon-Corde</b> <b>Gestion de Production</b></p> <p>Importance du goulot, Actions focalisées, ... [MPC : Combinaison avec le Lean et le Six Sigma]</p>	<p><b>Chaîne Critique</b> <b>Gestion de Projet</b></p> <p>Critical Chain Project Management ou CCPM ... <i>L'objet de cette présentation</i></p>	<p><b>Replenishment (?)</b> <b>Distribution</b></p> <p>Recomplètement périodique à fréquence élevée, centralisation des stocks (+ Demand Driven MRP)</p>	<p><b>Marketing &amp; Ventes</b></p> <p>Mafia Offer ou UnRefusable Offer (URO) + Decisive Competitive Edge (DCE) Sales force constraints</p>
<p><b>Throughput Accounting</b> <b>Contrôle de Gestion</b></p> <p>Throughput World T.I.O.E. : Throughput, Inventory &amp; Operating Expenses Dollar x Days</p>	<p><b>Informatique à Valeur Ajoutée</b></p> <p>Data &amp; Information Necessary but not sufficient Les 6 questions [Avis personnel de Philip Marris]</p>	<p><b>Thinking Processes</b> <b>Outils de résolution de problèmes?</b></p> <p>Nuage de conflit. Arbres: Stratégie &amp; Tactique, des réalités actuelles, des réalités futures, des pré-requis &amp; de transition</p>	<p><b>D'autres idées à venir !?</b> <b>D'autres éléments possibles</b></p> <p>Viable Vision / Stratégie, Standing on shoulders of giants, Comportements &amp; Organisation, KM, + ... ?</p>

© 2016 - Marris Consulting  
Conférence Innova maintenance 2016 V1.2 10032016

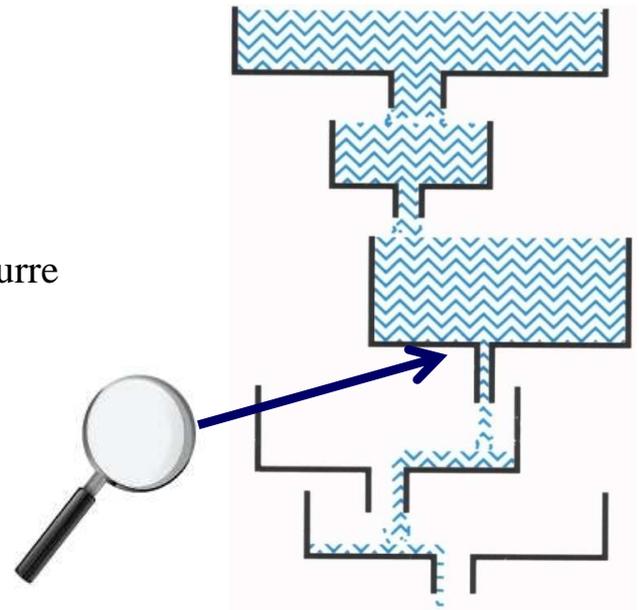
Réduction du temps d'immobilisation des aéronefs pour une visite Check-C  
- INNOVA maintenance 2016-

10



## Le déséquilibre entre charge et capacité étant devenu inévitable, il existe donc toujours un goulot dans le système

- Le goulot détermine la performance du système.
- Une heure perdue sur le goulot
  - © Marris Consulting
  - = une heure perdue pour l'usine
  - = une heure de Chiffre d'Affaires perdu
- Une heure gagnée sur un non-goulot n'est qu'un leurre
- Il faut donc focaliser les actions de progrès sur les contraintes qui déterminent la performance globale



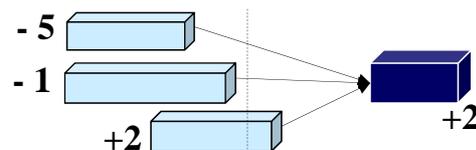
Marris Consulting

© Marris Consulting

*La somme des optimums locaux n'est pas l'optimum du système global*

## Les projets traditionnels possèdent des marges de sécurité importantes mais celles-ci sont cachées et gaspillées

- **Le syndrome de l'étudiant et du calendrier :**
  - attendre le dernier moment pour commencer une tâche.
- © Marris Consulting
- **Effet décibel :**
  - attitude à "crier" le plus fort pour disposer des ressources.
- **La loi de Parkinson :**
  - tendance à étaler son travail de façon à utiliser 100% du temps.
- **L'intégration :**
  - le retard d'une tâche annule les avances de toutes les autres.
- **Le multitâche :**
  - le changement de priorité entre les tâches augmente considérablement la durée totale du projet et réduit la productivité.

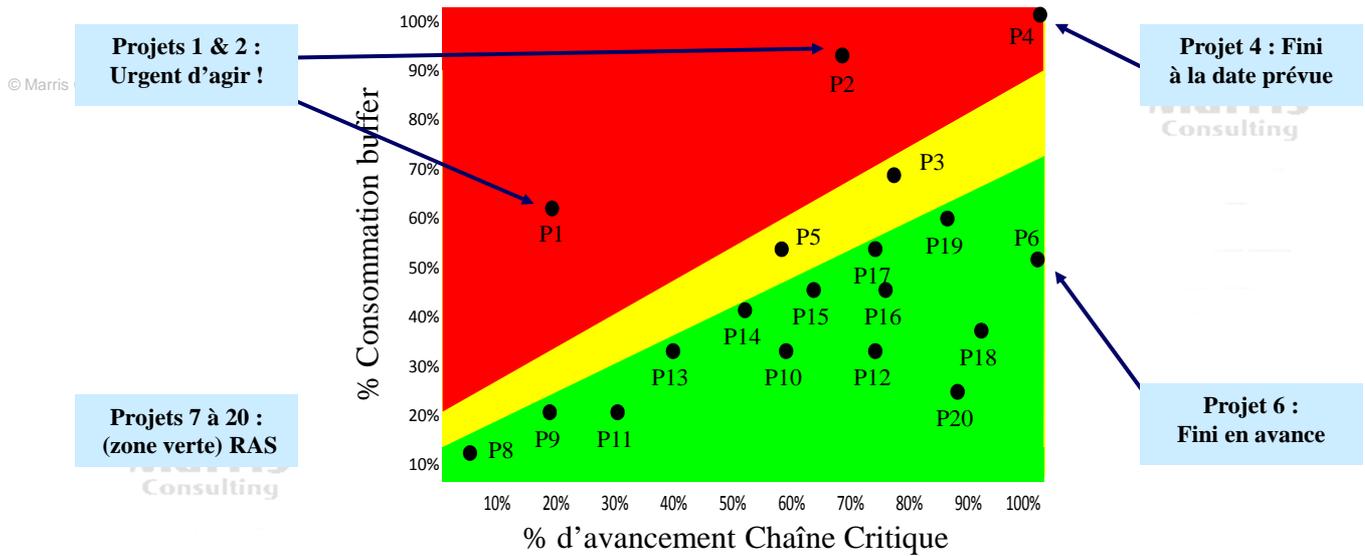


© Marris Consulting

▪ ...



# Le graphique du portefeuille facilite l'arbitrage dynamique entre les projets



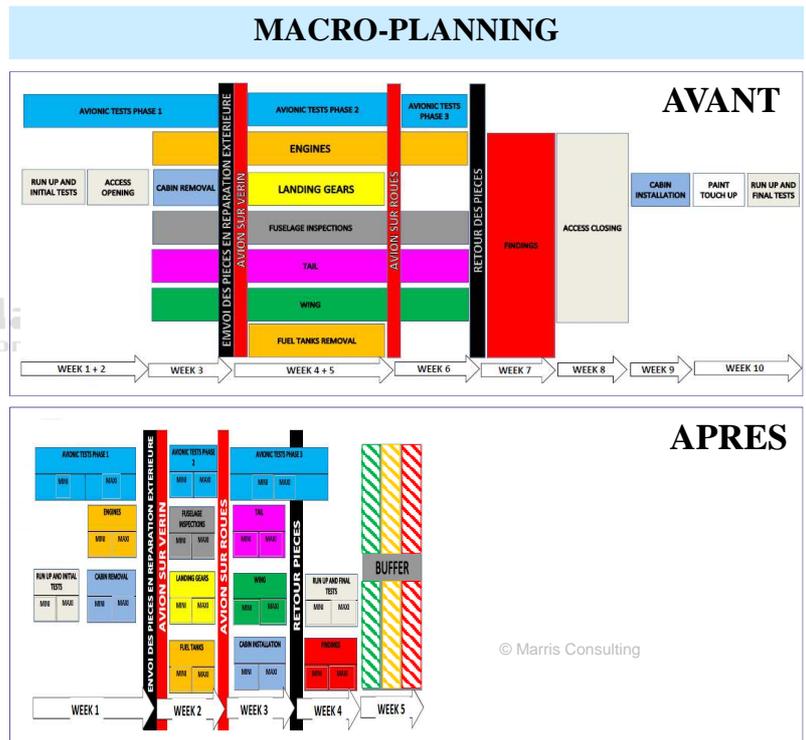
*La "Fever Chart" permet de piloter facilement l'ensemble du portefeuille de projets, objectivement et en toute transparence*

## Agenda

- Introduction
- Contexte
- Principe de base de la Chaîne Critique
- Actions mises en œuvre
- Résultats
- Conclusion
- Questions & Réponses
- Annexes

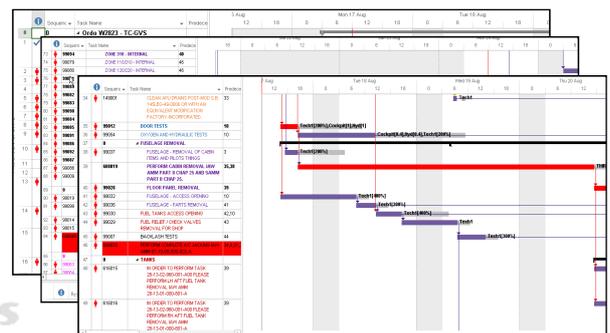
# La première étape consiste à construire un macro-planning de la visite en 5 semaines

- Création d'un macro planning avec des objectifs à court terme.  
(Exemple : Mise sur vérin – Jour 5).
- Changement de philosophie pour focaliser les efforts sur des zones restreintes.
- Analyse des précédentes Check-C. La priorité est donnée aux zones de l'avion qui génèrent le plus de « findings ».
- Définition d'un nombre de ressources mini/maxi par zone.
- Formation de l'ensemble du personnel au principe de base de la Chaîne Critique.



# Le macro-planning a été modélisé sous une planification plus détaillée en Chaîne Critique

- Création d'un planning avion sur MS-Project (accompagné d'un logiciel Chaîne Critique) en accord avec le macro-planning.
- Réduction de la quantité de cartes de travail à travers l'utilisation des “packages” (passage de 1200 cartes à 170 packages).
- Ajustement du planning avec des durées agressives et des protections de l'ensemble du projet avec un buffer final.
- Mise en place d'un « Buffer findings » pour modéliser la charge liée à la découverte des défauts pendant la visite.
- S'assurer que le planning respecte les principes de base de la chaîne critique.
- Analyser et optimiser la Chaîne Critique pour pouvoir faire passer la visite en 5 semaines.



# Le déploiement du Management Visuel a permis de faciliter le pilotage de l'activité au quotidien

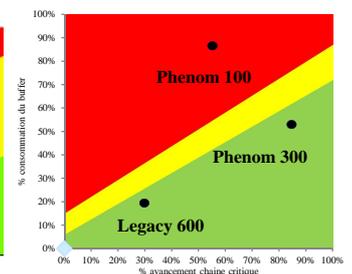
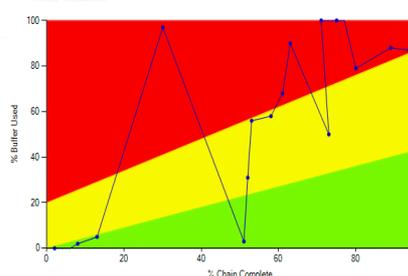


Modification de la "control room" pour optimiser le suivi du chantier mais également le suivi de plusieurs chantiers en même temps.



# Durant l'exécution, des nouvelles pratiques ont été mises en place

- A la fin de chaque shift, le planner et le chef avion préparent les cartes de travail pour l'équipe suivante.
- Indépendamment de leur statut en fin de shift, toutes les cartes de travail sont remises au chef avion pour replanification.
- Pour garder un niveau d'encours bas, le planner ne donne pas de cartes de travail en production tant qu'il n'a pas eu le retour des cartes clôturées.
- Une Fever Chart Hangar est éditée et commentée lors des réunions quotidiennes de production.
- En fonction des aléas du jour, l'équipe se mobilise et s'organise pour livrer l'avion à temps.



## Agenda

- Introduction
- Contexte
- Principe de base de la Chaîne Critique
- Actions mises en œuvre
- Résultats
- Conclusion
- Questions & Réponses
- Annexes

Marris Consulting

Marris Consulting

Marris Consulting

© Marris Consulting

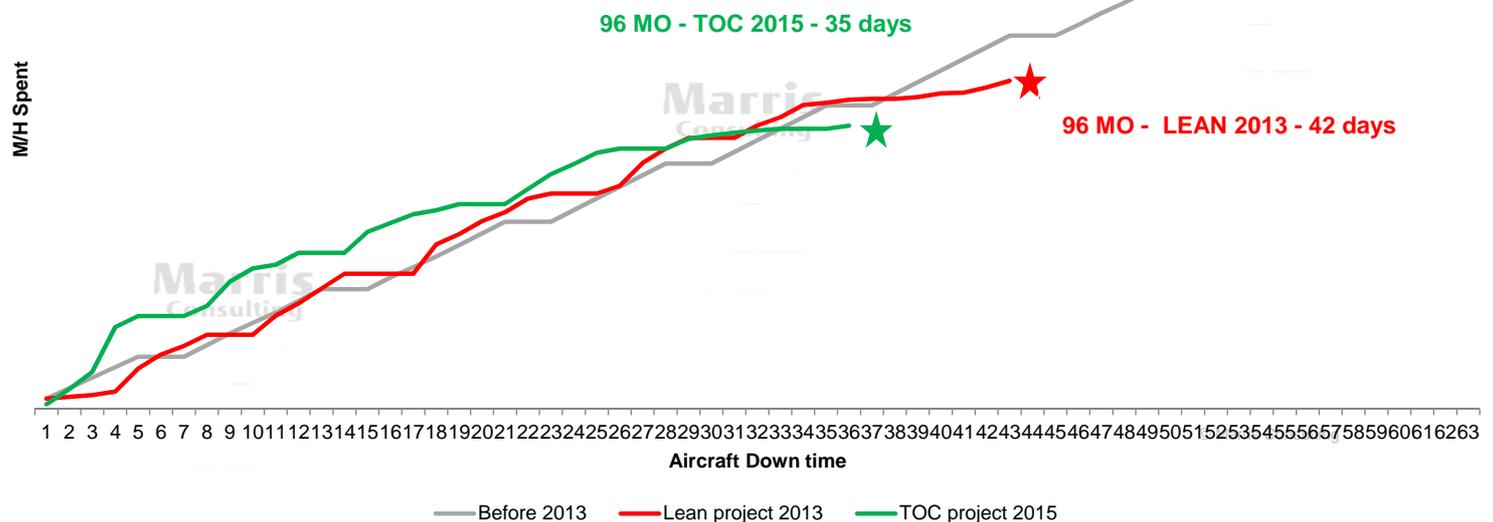
## Les résultats

### Gains - Before/After

**TOC 2015 vs Lean 2013**

**+13,7% Productivity**

**+16,7 % Performance improvement**



## Des phénomènes qui disparaissent ....

- Retards de livraison.
- Manque de visibilité sur les dates de sortie des avions.
- La charge de travail importante.
- Les priorités qui changent constamment.
- Le multitâche imposé.
- Les ressources insuffisantes.
- Le stress provoqué par l'environnement de travail.



© Marris Consulting

**Marris**  
Consulting

## Agenda

- Introduction
- Contexte
- Principe de base de la Chaîne Critique
- Actions mises en œuvre
- Résultats
- Conclusion
- Questions & Réponses
- Annexes

**Marris**  
Consulting

**Marris**  
Consulting

© Marris Consulting

## Les prochaines étapes

- Poursuivre la réduction des temps d'immobilisation aéronefs des prochaines inspections.
- Création d'une interface complète entre le logiciel interne de maintenance et le logiciel de Chaîne Critique.
- Mise en place d'un outil informatique pour le suivi des Lines et AOGs.
- Implémentation de la méthodologie dans l'ensemble des centres de service Embraer (Brésil et Etats-Unis).

Marris Consulting

Marris Consulting

Marris Consulting

© Marris Consulting

## Agenda

- Introduction
- Contexte
- Principe de base de la Chaîne Critique
- Actions mises en œuvre
- Résultats
- Conclusion
- Questions & Réponses

Marris Consulting

Marris Consulting

Marris Consulting

© Marris Consulting

Merci



© Marris Consulting

# Questions & Réponses

Marris Consulting

Marris Consulting

© Marris Consulting

© 2016 - Marris Consulting  
Conférence Innova maintenance 2016 V1.2 10032016

Réduction du temps d'immobilisation des aéronefs pour une visite Check-C  
- INNOVA maintenance 2016-

27



Agenda

- Introduction
- Contexte
- Principe de base de la Chaîne Critique
- Actions mises en œuvre
- Résultats
- Conclusion
- Questions & Réponses

▪ Annexes



Marris Consulting

Marris Consulting

Marris Consulting

© Marris Consulting

© 2016 - Marris Consulting  
Conférence Innova maintenance 2016 V1.2 10032016

Réduction du temps d'immobilisation des aéronefs pour une visite Check-C  
- INNOVA maintenance 2016-

28



**Marris Consulting**  
Paris, France

- Marris Consulting a une expérience de plus de 100 missions de transformation d'entreprises industrielles en France et à l'international.
- Nous sommes actifs sur 2 sujets de performance opérationnelle :
  - Les programmes d'améliorations des performances industrielles : Lean, Six Sigma, TLS, ...
  - La gestion des projets avec l'approche Chaîne Critique de la TOC pour le développement des nouveaux produits.
- La société est reconnue pour son expertise de la Théorie des Contraintes. Philip Marris est l'auteur du livre de référence en français : *Le Management Par les Contraintes* (nouvelle édition en cours). Il est anglais et a travaillé avec Eli Goldratt.
- La société organise plusieurs sessions de formation inter ou intra entreprise par an à Paris sur la TOC, le « TOC + Lean », la Chaîne Critique, ...
- Animation de 2 sites :
  - [www.management-par-les-contraintes.com](http://www.management-par-les-contraintes.com)
  - [www.chaine-critique.com](http://www.chaine-critique.com)
- Création en 2005. 12 consultants + réseau.

Marris Consulting  
Tour Maine Montparnasse  
27ème étage  
33, avenue du Maine  
Paris 7515 Cedex 15  
France  
Tel. +33 (0) 1 71 19 90 40



[www.marris-consulting.com](http://www.marris-consulting.com)  
© Marris Consulting



**L'approche Chaîne Critique a démontré ses 15 dernières années sa capacité à fortement améliorer les performances des projets**

- La Chaîne Critique (Critical Chain Project Management / CCPM) permet notamment de terminer ses projets à l'heure sans dépassement de budget ni de réduction dans les spécifications d'origine.
- De surcroît elle permet de réduire la durée des projets et améliorer l'efficacité des moyens mis en œuvre.

Résultats / Indicateurs	En moyenne	Le pire cas	Le meilleur cas
Durée des projets	↓ 39%	↓ 13%	↓ 78 %
Nombre de projets terminés par période de temps	+ 70 %	+ 15%	+ 222%
Throughput	+ 53%	+ 14%	+ 150%

*Voir la liste d'entreprises, une liste plus complète avec plus de 400 références sur [www.chaine-critique.com](http://www.chaine-critique.com)*

© Marris Consulting

Source : "Advanced Multi-Project Management Achieving Outstanding Speed and Results with Predictability" Livre de 2013 de Gerald I. Kendall & Kathleen M. Austin, page 95. L'analyse s'appuie sur les rapports rendus publics de 60 organisations de différentes tailles et différents domaines d'activités qui ont utilisé cette méthodologie (pour plus détails, voir annexe)



# Un site internet pour se tenir informé sur la Chaîne Critique en gestion de projet

[www.chaine-critique.com](http://www.chaine-critique.com)



# Le site de vidéos : YouTube Channel de Marris Consulting



(Fr) La Chaîne Critique expliquée par Philip Marris

Published on 6 Mar 2013  
Philip Marris décrit brièvement l'approche Chaîne Critique (Critical Chain Project Management / CCPM). Une protection du projet et pas des tâches. La Chaîne Critique versus le Chemin Critique. Le



Pour approfondir le sujet,  
nous animons des sessions de formations sous plusieurs formes possible

- Nous animons chaque année environ :
  - 10 sessions de formations en inter-entreprises,
  - 40 sessions en intra-entreprises,
  - Plus de 10 conférences,
- Une expérience de plus de 100 missions de transformation d'entreprises industrielles en France et à travers le monde.

[www.marris-consulting.com](http://www.marris-consulting.com)

Nous proposons des formations sur des thèmes clés de la performance des entreprises

Accueil | Formations & Actualités | Formations

Plus de 400 personnes ont été formées par Marris Consulting ces 4 dernières années, issues d'horizons divers: ArcelorMittal, Areva, Arkema, Autoliv, Bayer, Bosch, Embraer, Essilor, Danfoss, Fresenius Vial, GSK, Infineon, Ipsen, Jaeger LeCoultre, Lilly, Merial, Novartis, Pierre Fabre, Procter & Gamble, Pyrex, Vaalder, Sartan, Saint-Gobain, SalzGitter Mannesmann, Schumacher, Seb, SFR, Thales, Veolia, Yves Rocher & Zodiac Aerospace.

**La Théorie des Contraintes (TOC) : "Accélérateur du Lean et génératrice de croissance"**  
Durée : 2 jours  
Session 1 : 4 & 5 novembre 2015 (français)  
Session 2 : 12 & 13 novembre 2015 (anglais)  
Session 3 : 9 & 10 mars 2016 (français)  
Session 4 : 26 & 27 octobre 2016 (anglais)  
Session 5 : 16 & 17 novembre 2016 (français)

**La Chaîne Critique : "Osez finir tous vos projets à l'heure avec la Chaîne Critique"**  
Durée : 1 jour  
Session 1 : 4 février 2016 (français)  
Session 2 : 12 mai 2016 (anglais)  
Session 3 : 6 octobre 2016 (français)

**Throughput Accounting par Eli Schragenheim : "Decision Support according to TOC"**  
Durée : 2 jours  
Session : 15 et 16 octobre 2015 (formation en Anglais)

**Formation "Le Lean Management" par Christian Hohmann**  
Durée : 1 jour  
Session : 26 novembre 2015 (français)

**Logical Thinking Process : Training by Bill Dettmer : "Strategic Navigation and Complex Problem Solving"**  
Durée : 6 jours  
Session : Du 13 au 20 Janvier 2016

Marris Consulting



Ils nous ont déjà fait confiance ....





# Marris Consulting

## Marris Consulting

### *Des Usines, des Hommes & des Résultats*

Tour Maine Montparnasse  
27ème étage  
33, avenue du Maine  
Paris 75755 Cedex 15  
France  
Tel. +33 (0) 1 71 19 90 40



The screenshot shows the website header with the title "Des Usines, des Hommes & des Résultats" and a search bar. Below the header is a navigation menu with links like "Accueil", "Qui sommes-nous?", "Nos missions", etc. The main content area features a welcome message and several featured articles with titles like "Capitalisant sur plus de 15 ans d'expérience..." and "Marris Consulting dans la Presse".

© Marris Consulting

[www.marris-consulting.com](http://www.marris-consulting.com)

