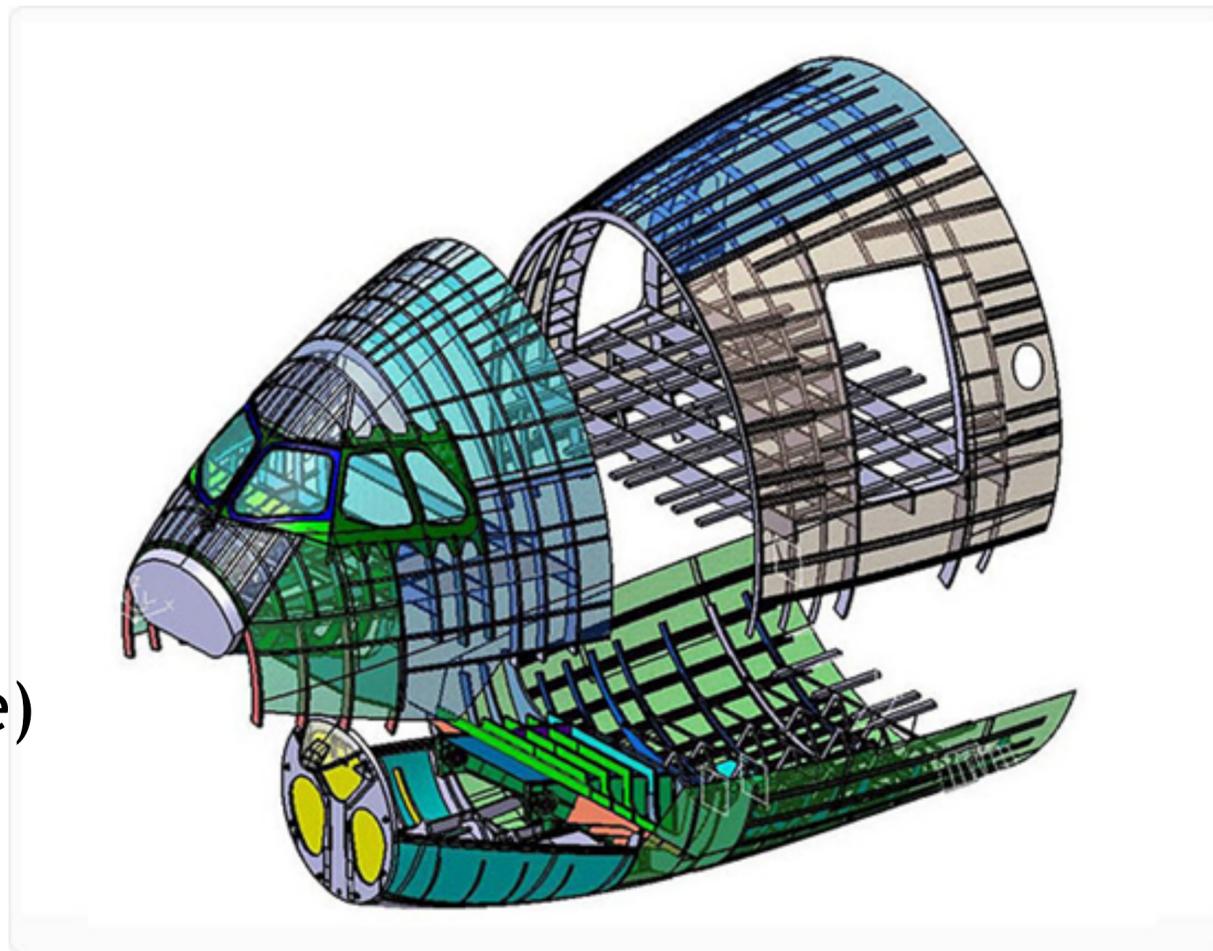


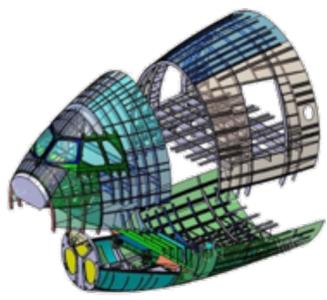
Conditions préalables à l'implantation de la rotation chez une population d'assembleurs-monteurs dans le secteur aéronautique

Denys Denis

Maud Gonella

Marie St-Vincent (retraîtée)





Plan de la présentation



La demande sociale et l'objectif de recherche



Le cadre théorique : analyse de l'activité de travail



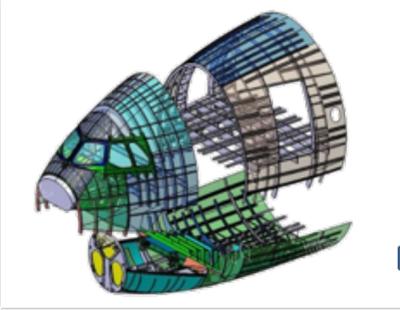
Une mise en contexte : l'entreprise, le poste et la population étudiés



Les principaux résultats

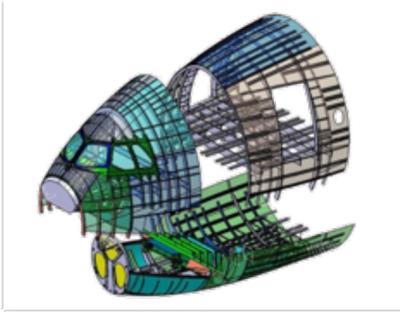


Les retombées : pratiques, méthodologiques et scientifiques



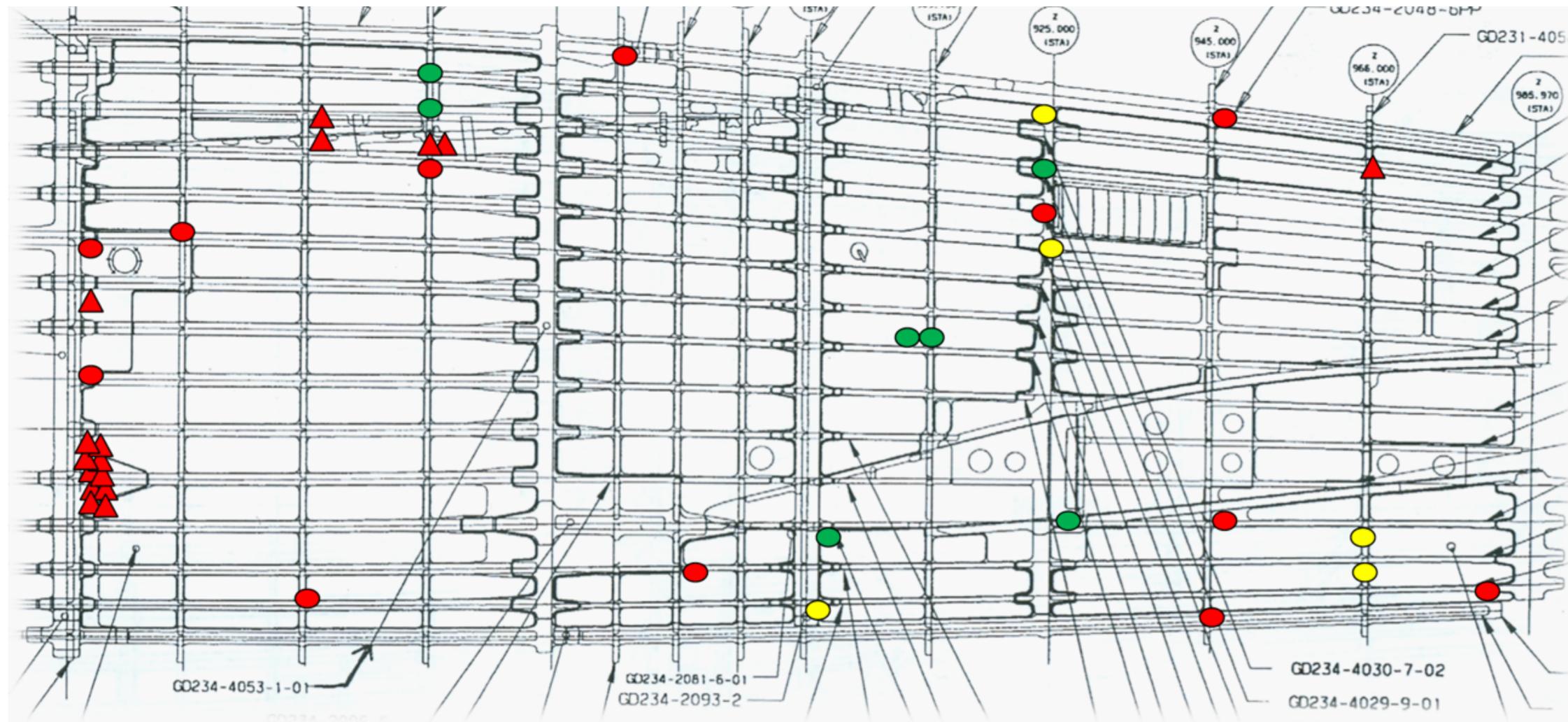
Demande sociale et objectif

- ④ L'entreprise veut développer la **polyvalence** de ses assembleurs par l'instauration de la **rotation de postes**
- ④ Intérêt : freiner l'augmentation des **TMS** et avoir plus de flexibilité dans les affectations pour mieux gérer l'**absentéisme** et répondre aux **fluctuations de la production**
- ④ Objectif : déterminer les **conditions requises** pour implanter la rotation (en réalité : 2 mises à l'essai)
- ④ Entretiens préliminaires : ouverture pour la rotation, mais préoccupations pour les **enjeux de qualité**

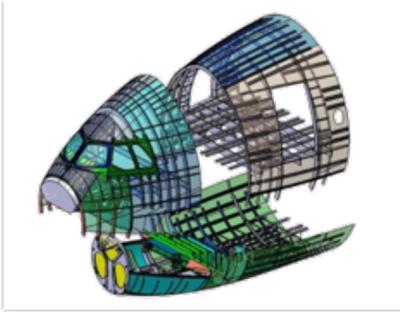


Les enjeux de qualité

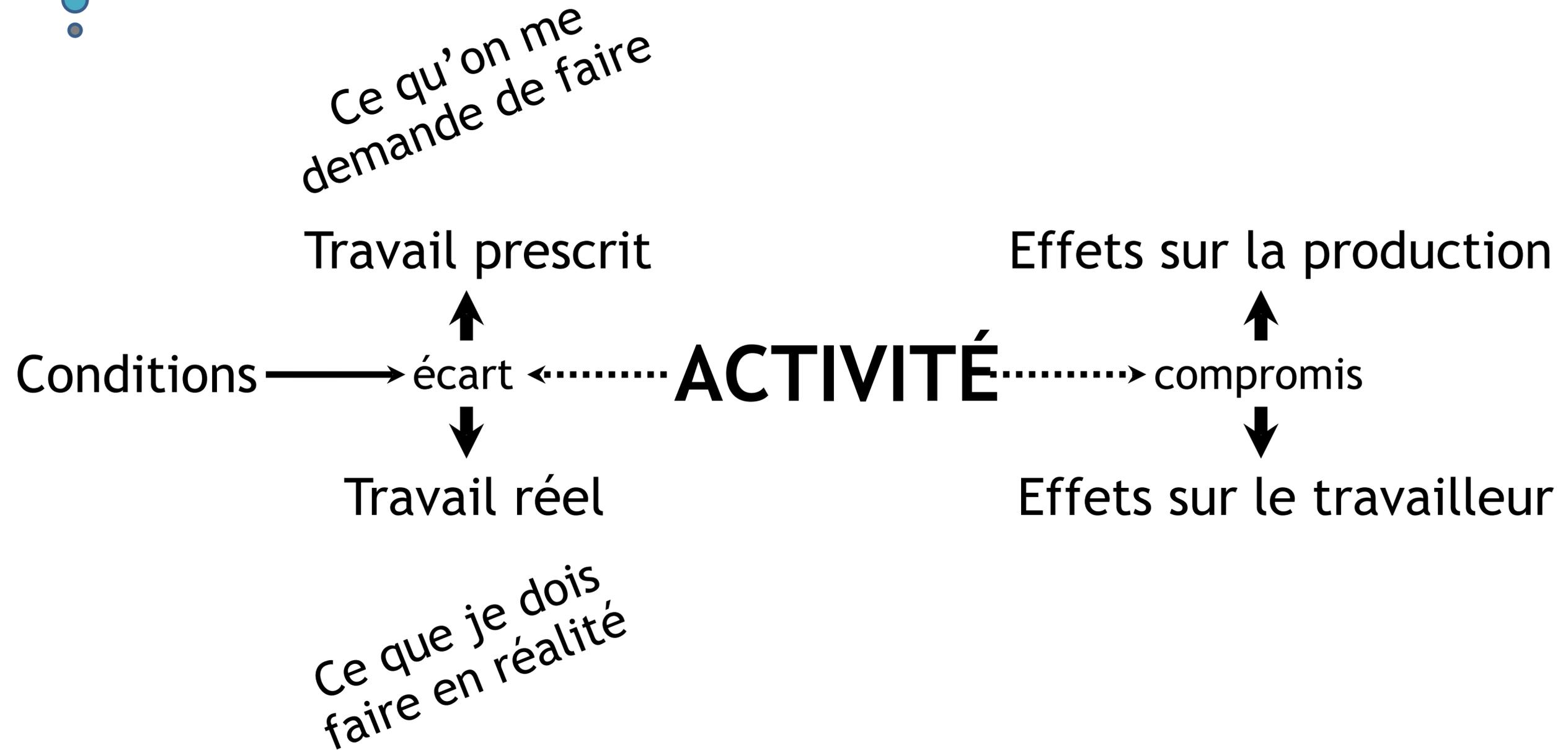
- La localisation des erreurs : une piste pour en comprendre la source (Fournier, 2014)

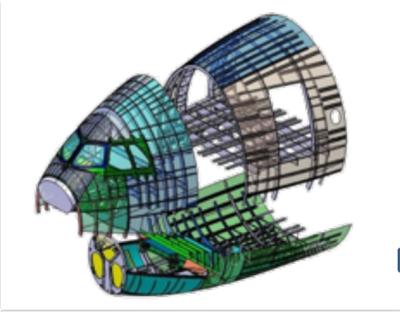


Identification des erreurs de qualité sur le panneau de *fuselage arrière droit* au département 799, secteur « avant-drive »



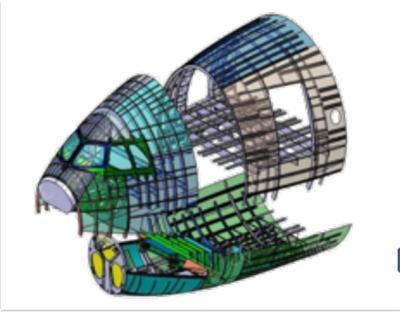
Cadre théorique de l'activité de travail





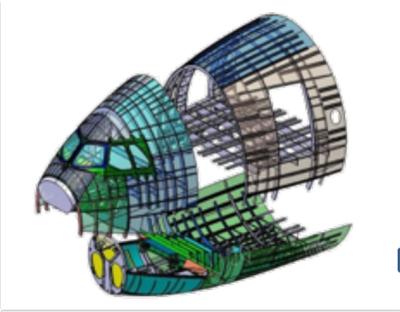
Mise en contexte : l'entreprise

-  Multinationale québécoise du secteur des transports : avions et véhicules divers (trains, tramway, etc.)
-  Division aéronautique : 35 000 employés, dont 12 000 dans le grand Montréal (siège social)
-  Usine étudiée : 2 000 assembleurs, 600 employés de bureau
-  Présence d'un syndicat : demande paritaire
-  Préoccupation pour conserver les emplois à haute valeur ajoutée au Québec



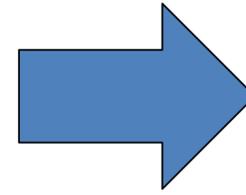
Mise en contexte : le poste étudié

-  Département où sont assemblées les **cabines de pilotage** (ou *cockpits*) de deux avions phares de la compagnie
-  Choix se justifie par :
 - la **complexité** des structures assemblées
 - la **position** dans le cycle de production (goulot)
 - les **risques pour la santé** des travailleurs
-  Organisation de la production de type « **juste-à-temps** »
-  Cycles de production : ~ **4 jours** / station (n = 4)



Configuration du département : 4 stations

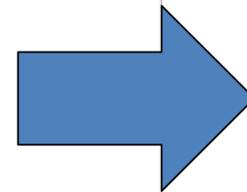
Station 1



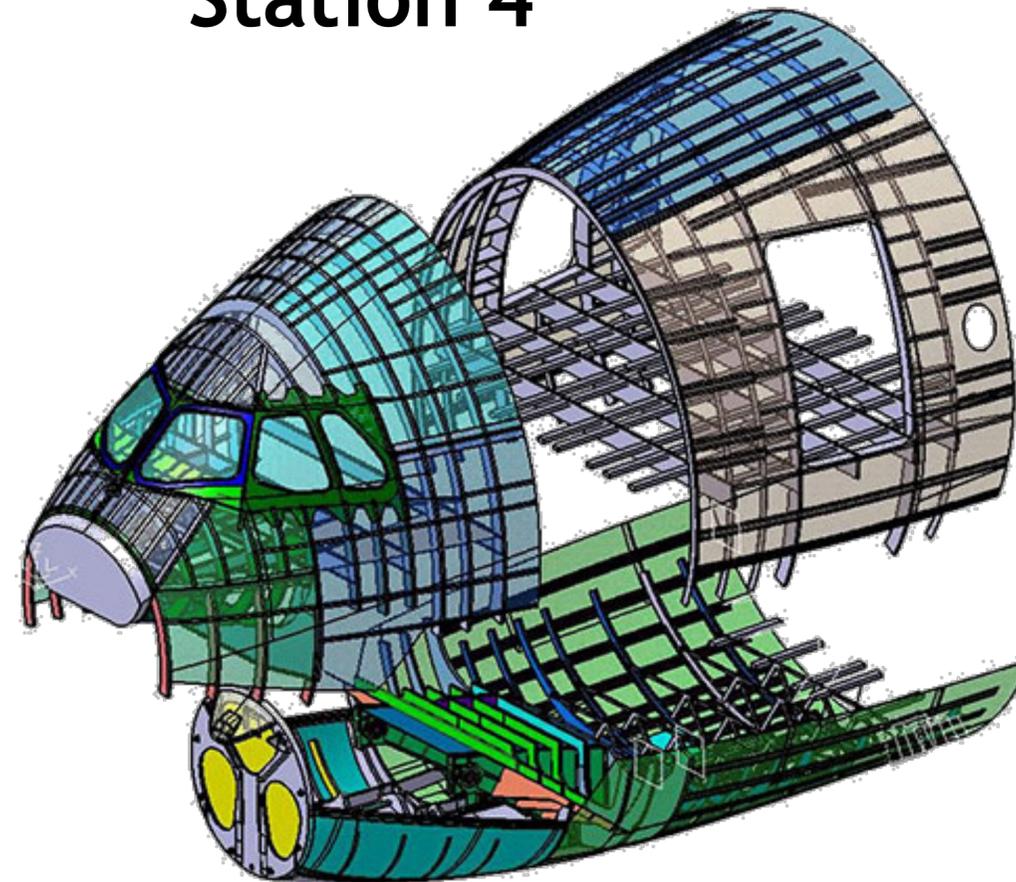
Station 2

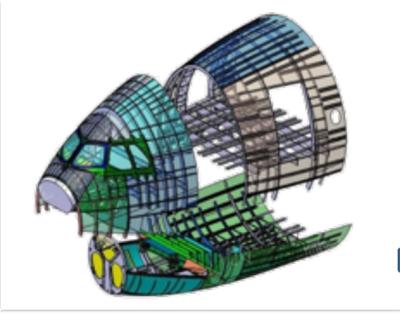


Station 3



Station 4



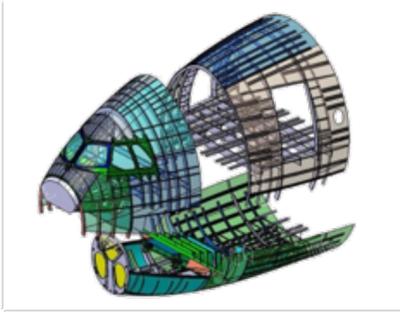


Mise en contexte : la population étudiée

Description de la population d'assembleurs (n = 22)

Caractéristiques	Assembleurs		EQCOTESST
	n ou moy.	%	
<i>Moyenne d'âge</i>	39 ans	—	
<i>Ancienneté moyenne dans la Cie</i>	14,5 ans	—	
<i>Douleurs musculosquelettiques</i>			
TMS à au moins une région	17	77,3 %	← 20,5 %
Régions les plus touchées :			
Avant-bras, poignets, mains	11	50 %	
Bras	9	40,9 %	
Coudes	6	27,3 %	
<i>Indices de santé psychologique</i>			
DP+ ¹	11	50 %	
LAT ⁻²	13	59,1 %	
DP+ / LAT ⁻³	6	27,3 %	← 17 %

1 : Demande psychologique élevée; 2 : Latitude décisionnelle faible; 3 : Combinaison reconnue à risque (Karasek et coll., 1998).



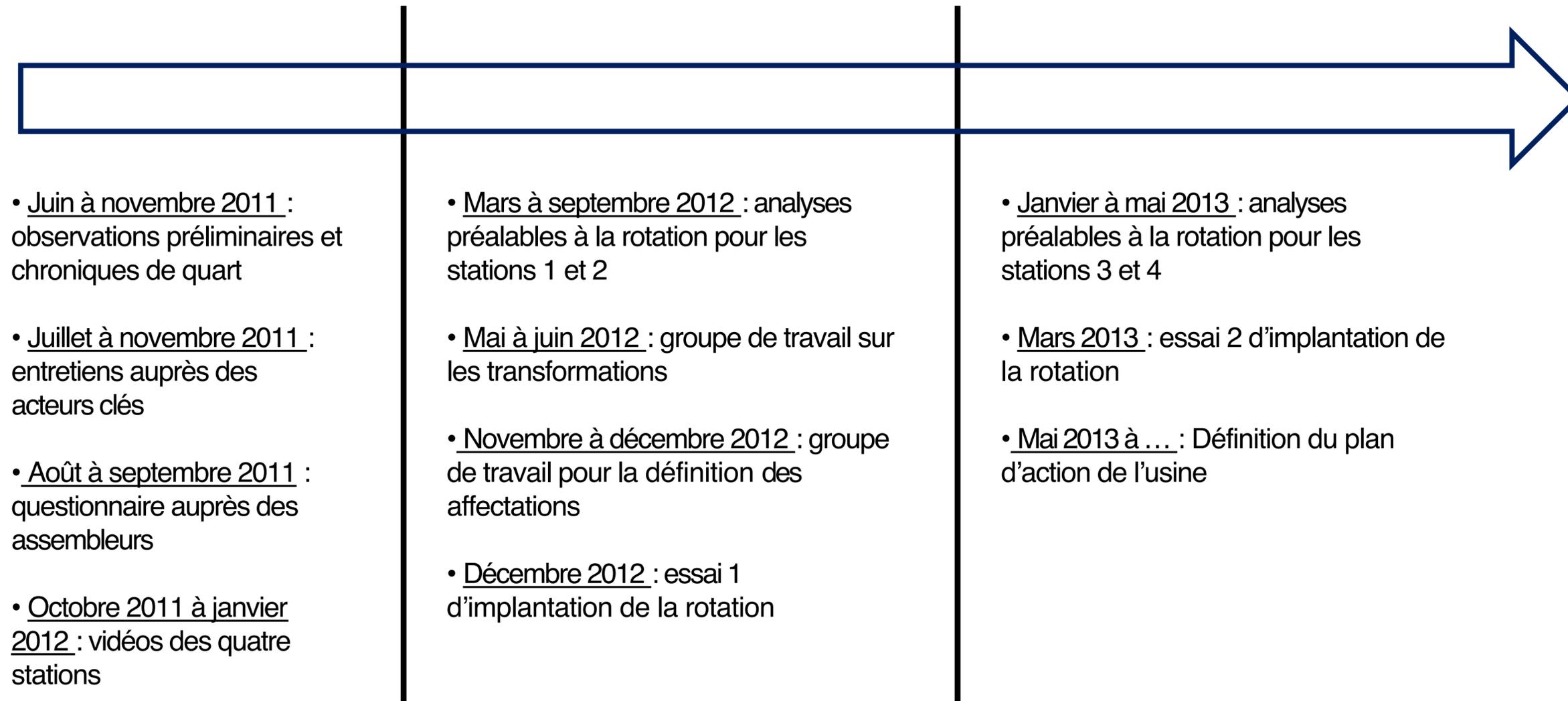
Aperçu de la démarche utilisée

Juillet 2011

Janvier 2012

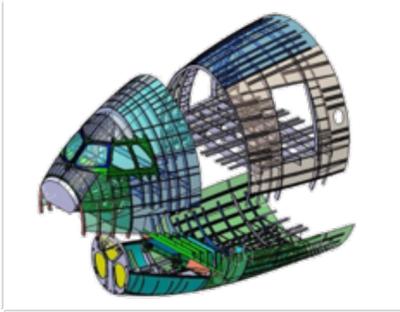
Janvier 2013

Décembre 2013



Démarche ergonomique classique (St-Vincent *et al.*, 2011)

Démarche participative avec comité de suivi



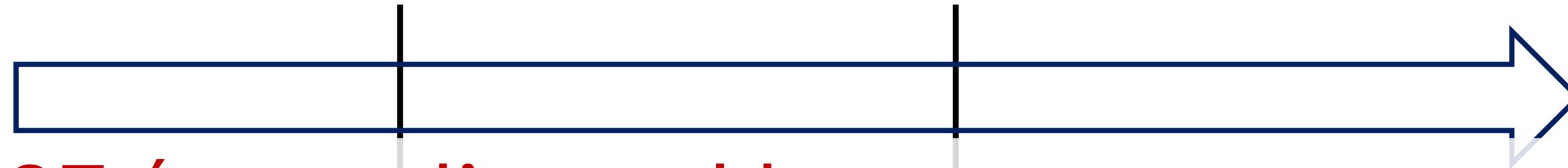
Aperçu de la démarche utilisée

Juillet 2011

Janvier 2012

Janvier 2013

Décembre 2013



37 étapes d'assemblage

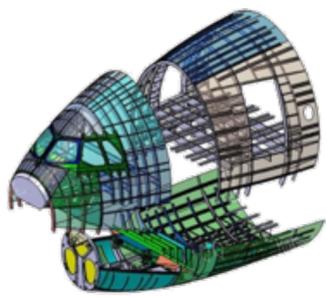
570 heures d'observation vidéo

45 entretiens individuelles et collectives

138 interactions coachs-apprentis

Démarche ergonomique classique (St-Vincent *et al.*, 2011)

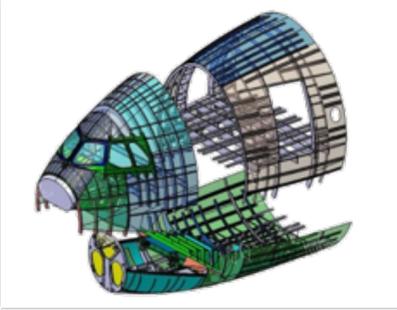
Démarche participative avec comité de suivi



Principaux résultats : une étape facile...

Étape 5, station 3

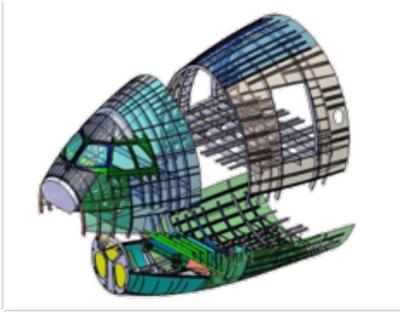
Compétences – apprentissage			Explications, liens avec l'activité de travail
Habiletés de base		2	Travail au sol, accroupi, perpendiculaire difficile à atteindre
Ajustement-fitting		3	Ajustements, mesures et définition de l'emplacement de la boîte totalement à définir
Séquences	1, 2, 3 ...n	1	Seulement la boîte à localiser
Postures			Explications, liens avec l'activité de travail
Générale		3	Travail en flexion à l'intérieur de la cabine
Dos		1	-
Membres supérieurs		1	-
Facteurs aggravants		-	-
Efforts vibration			Explications, liens avec l'activité de travail
Efforts vibration			
Vibration		1	-
Combinaison		1	-
Utilisation outils		1	-
Effort		1	-



... et une autre plus difficile

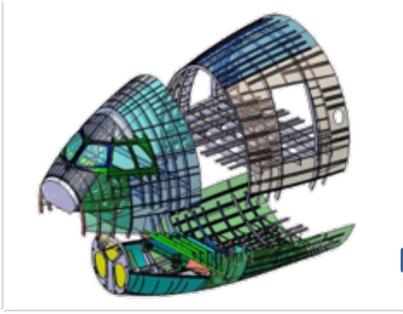
Étape 2, station 3

Compétences – apprentissage		Explications, liens avec l'activité de travail	
Habilités de base		3	Fraisage et rivetage proche du <i>sill</i> / pièce critique, plusieurs épaisseurs, rivetage sur une pièce en contour : travail perpendiculaire difficile à atteindre, représentation spatiale inversée lors du travail sur le dos
Ajustement-fitting		2	Contrôle des dépressions par l'insertion de <i>liquid shim</i> (bonne quantité)
Séquences	1, 2, 3 ...n	2	Beaucoup de rivets à installer à des tolérances variées, beaucoup d'éléments à retenir
Postures		Explications, liens avec l'activité de travail	
Générale		-	-
Dos		3	Postures contraignantes pour le dos adoptées lors du travail à l'intérieur de la cavité (allongé), en particulier extensions dorsales Flexions lors du travail à l'extérieur de la cabine
Membres supérieurs		3	Travail des bras en hauteur et assez éloigné du corps pour fraiser et riveter le long des deux grandes <i>skins</i> en triple contour
Facteurs aggravants			Travail proche de pièces critiques
Efforts vibration		Explications, liens avec l'activité de travail	
Vibration		3	Utilisation de la fraiseuse, de la riveteuse et de la barre tout au long de l'étape
Combinaison		3	Travail des membres supérieurs contraignant et forte utilisation des outils
Utilisation outils		3	Plus de 850 trous percés, fraisés ou rivetés.
Effort		2	Effort général évalué à 3, effort pour fraiser et riveter évalué à 7
Facteurs aggravants			Travail en multicouches



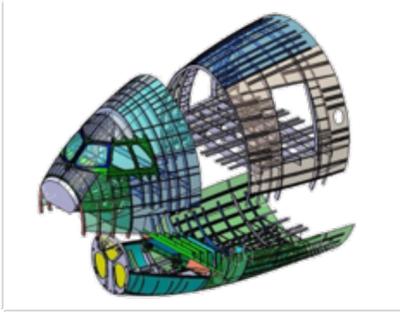
Conditions favorables à la rotation

Conditions	Intérêt, apport pour la rotation	Enjeux pour l'entreprise pouvant limiter son action
<i>Dimensions humaines</i>		
Stabilité du collectif	La stabilité du collectif favorise le transfert des compétences entre les apprentis et les coachs Elle aide aussi au travail collaboratif et à la montée en confiance des nouveaux	Répondre aux imprévus (prêt de personnel, assurer le juste à temps) Gérer les absences et le mouvement de personnel Accueillir des nouveaux (vieillessement de la main-d'œuvre, mobilité, production accrue)
Libération et disponibilité des coachs	Les coachs doivent être disponibles, avoir du temps et être proches physiquement des apprentis pour les accompagner lors des nouvelles affectations Ils jouent à la fois un rôle de contrôle de la qualité et de mentors pour les apprentissages	Rôle multiple des coachs les rend difficile à libérer : - mobilisés sur des assemblages très techniques - appelés à assurer leur propre charge de travail - non reconnus comme coachs - moins présents lors du quart de soir
<i>Dimensions organisationnelles</i>		
Formation avant l'entrée au poste	La formation préalable (en dehors des postes) sur les opérations de base aiderait à réduire les risques d'erreur sur les assemblages Elle faciliterait l'acquisition des compétences sur les postes et accélérerait les processus d'intégration sur les nouvelles affectations Elle réduirait le contrôle exercé par les assembleurs	Formation d'accueil des assembleurs actuellement très générale et offrant peu de reconnaissance de l'expertise (représentations appauvries) Développer un programme de formation plus spécifique nécessiterait de grands investissements : définir des objectifs, des modalités pédagogiques et réaliser des supports aux apprentissages, former des coachs (moyens pédagogiques à utiliser), libérer du personnel, simuler des postes (élaborer des ateliers, trouver des pièces pour pratiquer, etc.)
Gestion, prise en charge locale	Le chef d'équipe joue le rôle de « chef d'orchestre » dans le département, il est à la fois le gestionnaire et le régulateur de la variabilité, l'arbitre des situations, le maître des affectations et des priorités, celui capable d'assurer la gestion de la rotation au quotidien	Surcharge du chef d'équipe Rôle multiple méconnu Grande dépendance vis-à-vis du chef d'équipe en cas de mobilité interne
<i>Dimensions techniques</i>		
Réduction et contrôle des problèmes de qualité technique	La réduction des problèmes de qualité techniques (ex. : peinture qui décolle) permettrait de stabiliser les affectations et instaurerait un environnement propice aux apprentissages (présence des chefs d'équipe accrue, réduction des situations difficiles)	Certains problèmes récurrents sont difficiles à contrôler (ex. : pièces provenant de sous-traitants) D'autres problèmes nécessitent des investigations importantes pour identifier la source des problèmes
Transformations aux postes	Les transformations permettraient la réduction des facteurs de risque d'apparition de TMS Elles augmenteraient les possibilités d'apprentissage de certaines tâches à plus de monde et les possibilités d'alternance entre les tâches	Processus de transformations dans le secteur aéronautique sont longs et complexes compte-tenu des hautes exigences de qualité Il est difficile de modifier les environnements de travail sans modifier les processus de fabrication La modification des « anciens contrats » est plus difficile



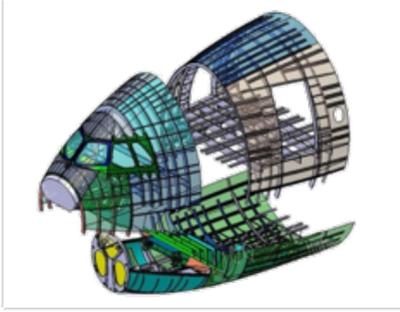
Conditions favorables à la rotation

-  Stabilité du collectif de travail : prise en charge
-  Libération et préparation des compagnons
-  Formation avant l'entrée en poste : transition
-  Gestion de la rotation par le chef d'équipe : ajustements
-  Contrôle des problèmes techniques de qualité
-  Transformations aux postes



Propositions de transformations

Étapes ou tâches problématiques	Difficultés et risques	Transformations retenues
Assemblage des splices* lors de l'étape 6 à la station 1	Gabarit : adoption de postures contraignantes (bras en hauteur, torsions); aucun trou localisé : risques d'erreurs importants; accès difficile, peu de visibilité	Réaliser l'étape à la station 2 pour faciliter l'accès (gabarit moins imposant)
Élagage des skins* lors de l'étape 2 à la station 1	Postures contraignantes pour élagage matière excédentaire; application de force importante pour installation / désinstallation des pièces (aller-retour); risques d'erreurs élevés	Diminuer la quantité d'extra-matière lors de la fabrication des skins* pour réduire la durée et les efforts nécessaires à l'élagage
Perçage des skins* lors de l'étape 2 à la station 1	Application de force importante; postures contraignantes	Fabrication d'un nouveau gabarit de perçage mieux adapté aux formes des pièces
Autres problèmes : éclairage insuffisant, supports pour outils déficients		Achats nouvelles lumières, installation tablette

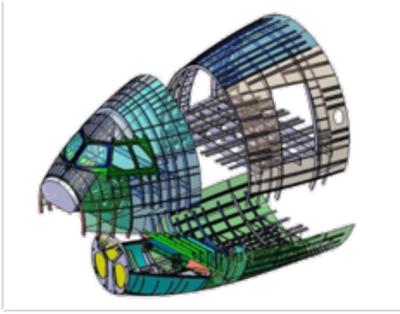


Les retombées : pratiques immédiates

● **Prise en charge de la rotation par l'entreprise :**

 Création d'un groupe de travail pour étudier les enjeux de formation et l'aide à apporter

 Expérimentation dans d'autres départements : sablage



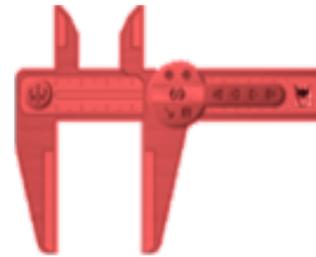
Les retombées : méthodologiques

- Grille permettant d'identifier les défis opérationnels posés par une tâche d'assemblage spécifique :

 Dimensions d'apprentissage à prendre en compte dans le travail d'assemblage



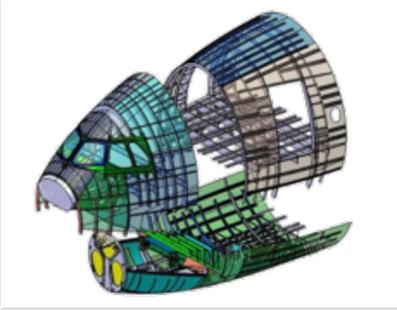
Habiletés
de base



Ajustements
fitting

1, 2, 3 ...n

Séquence
d'assemblage



Habilité de base : percer

- Étude du geste de perçage (Aubert-Blanc, 2009)

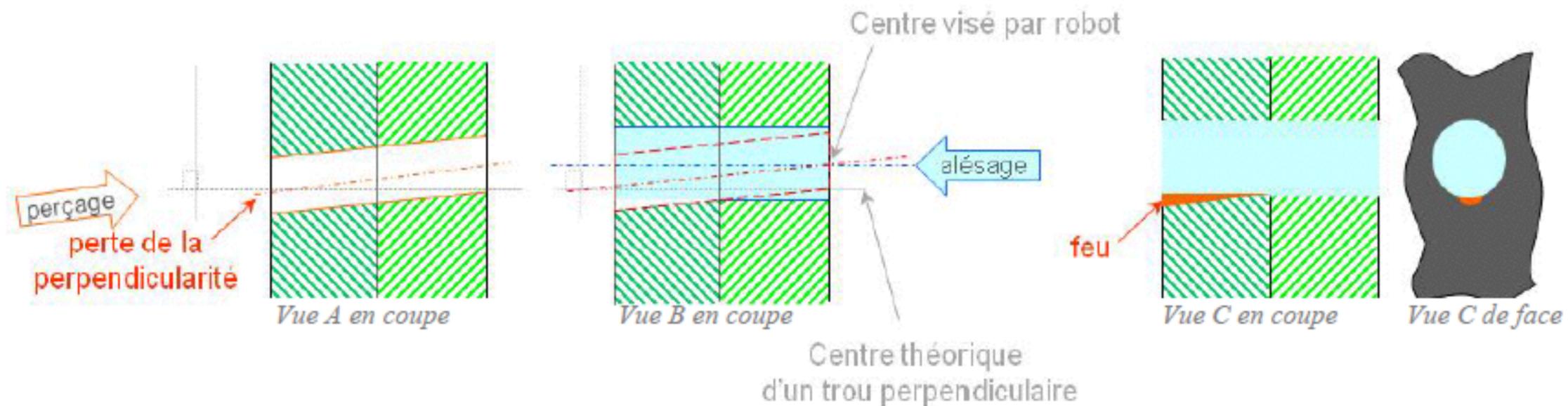
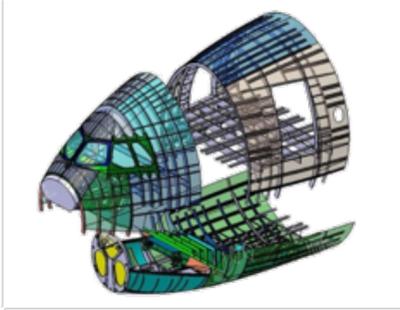


Figure 1 : Défaut de feu suite à une perçage non perpendiculaire.

- Analyse défauts de perçage : **angle de 2° de précision**
- Défauts corrélés avec les **difficultés accessibilité** (perpendicularité) et les **postures difficiles** (c.-à-d. stabilité et précision du geste)
- Intégration novices : **40 % augmentation du taux de défauts** (essais-erreurs, mimétisme), durée des boucles d'apprentissage



Les retombées : méthodologiques

- Ce qui pourrait être fait à l'aide de la grille développée :
- Portrait du travail d'assemblage dans divers départements / stations



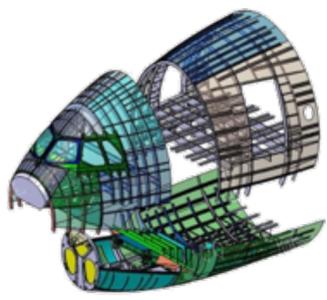
Retombées attendues :

Connaissances détaillées des particularités de l'assemblage dans divers départements / stations : pistes pour orienter la formation

Connaissances des défis / difficultés associées : possibilité de « personnaliser la formation » ou de modifier les postes

Facilite l'assignation des assembleurs en fonction du niveau de développement de leur expertise, de leurs limitations (douleurs)

Amélioration des postes pour soutenir le travail d'assemblage



Formation spécifique : cas Airbus

Programme de formation au perçage : progression pédagogique, développement de routines / gestes automatisés, gestion des aléas, exploration de l'environnement, planification / organisation, animations par des compagnons, 3-4 semaines, exercices et évaluations, lieu d'échange sur les pratiques / le travail



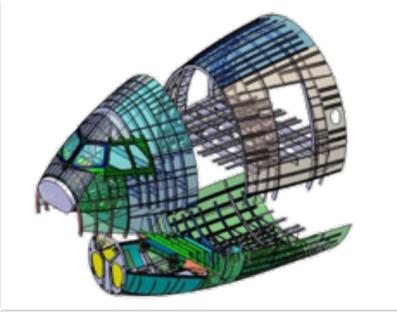
Bâti vertical



Travail en cabine



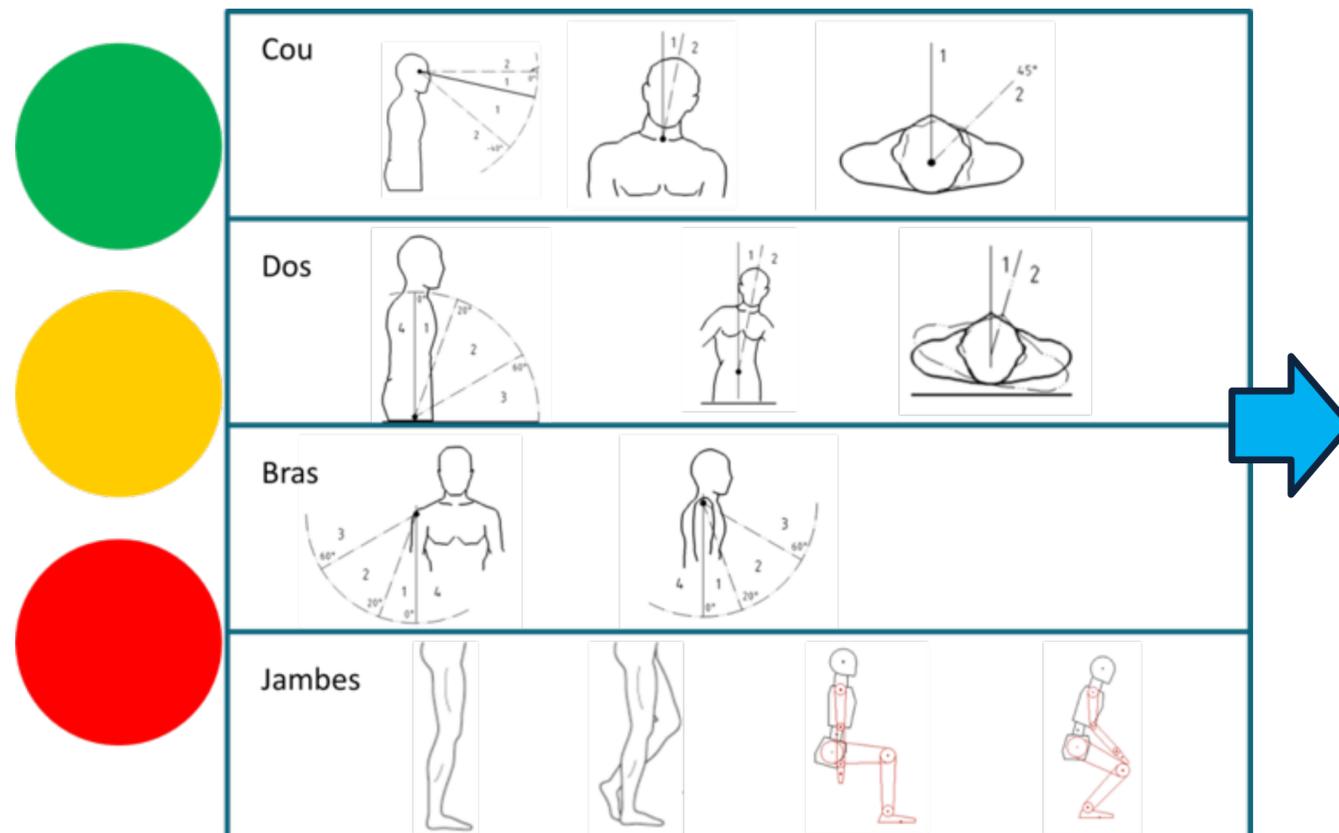
Travail en soute



Les retombées : méthodologiques (2)

- Grille permettant d'identifier les facteurs de risque de tâches d'assemblage à cycles longs :

 Identification des risques à prendre en compte dans le travail d'assemblage et d'une méthode de collecte

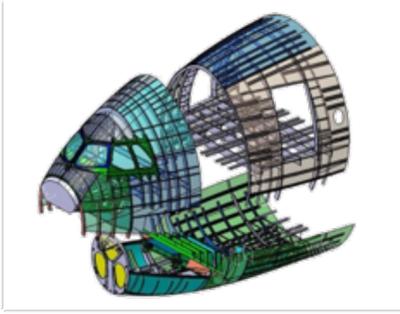


Postures :

Générale, dos, MS
Facteurs aggravants

Efforts et vibrations :

Vibrations, combinaison avec postures,
% utilisation outils, efforts (cahiers de montage)
Facteurs aggravants



Les retombées : scientifiques



Meilleure connaissance du travail d'assemblage



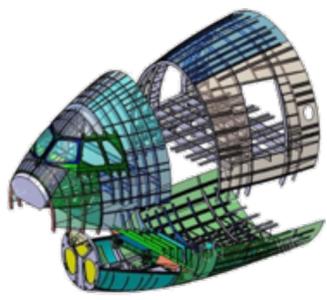
Élaboration de la notion de «*tensions pédagogiques au travail*» (Gonella *et al.*; Denis et Gonella, à paraître)



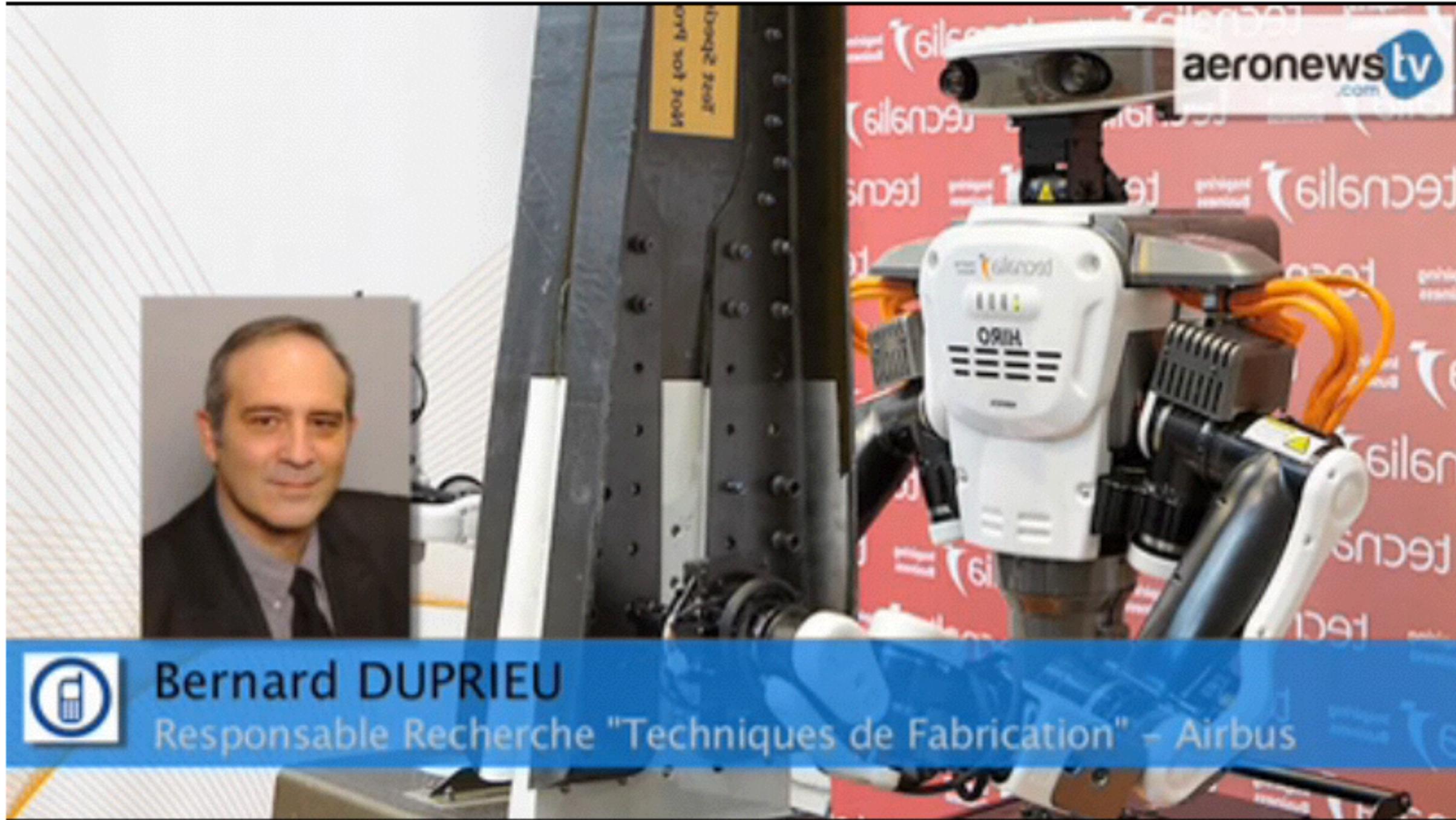
Subvention de recherche (CPMT) sur la question de l'adéquation formation-emploi dans le secteur aérospatial

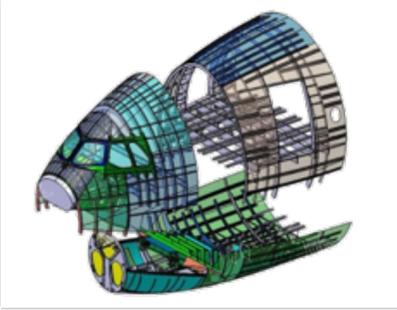


Réflexions sur le développement de projets sur la question des cobots / exosquelettes



Robots collaboratifs ou cobots





Les risques de l'assemblage



ZOOM

DIMANCHE 16 NOVEMBRE 2014

L'avènement des exosquelettes

Ils aidaient Sigourney Weaver à combattre les extraterrestres dans *Aliens*. Idem pour Tom Cruise dans le récent *Edge of Tomorrow*, les soldats d'*Avatar* et évidemment l'Iron Man de Robert Downey Jr. Et ils ont permis à un thérapeute de donner le coup d'envoi du dernier Mondial de soccer au Brésil. Les exosquelettes sont sur le point de faire leur entrée sur le marché.



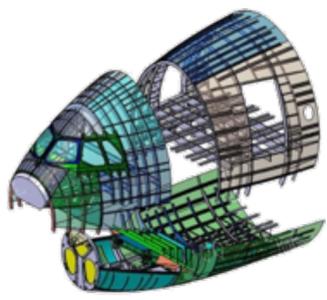
MATTHIEU PERREAULT
LA PRESSE



le Colexo

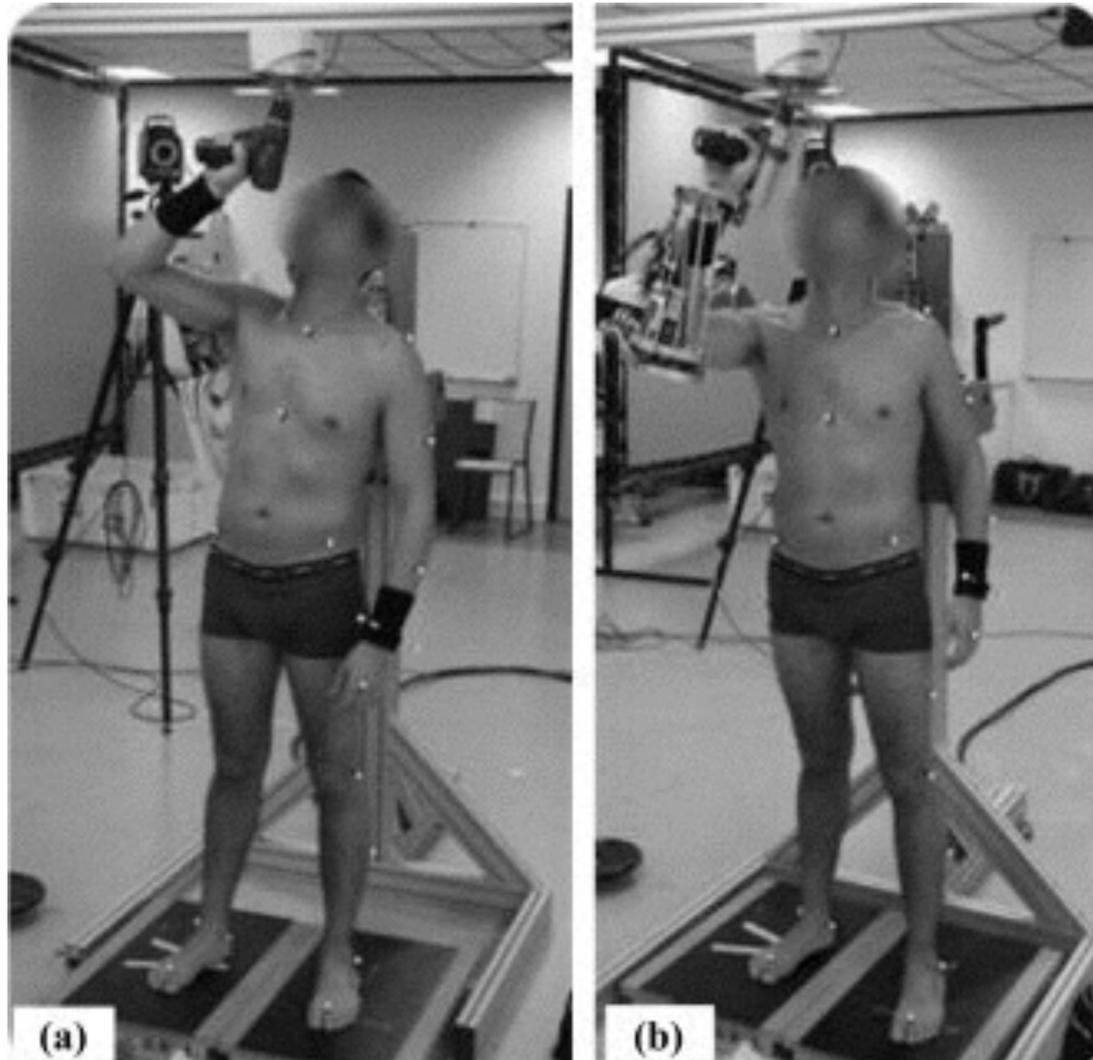
LE PREMIER

PHOTO FOURNIE PAR RBSD. PHOTOMONTAGE LA PRESSE



Les risques de l'assemblage

- Ce qui pourrait être fait :
 - Explorer et tester la faisabilité d'utilisation des exosquelettes

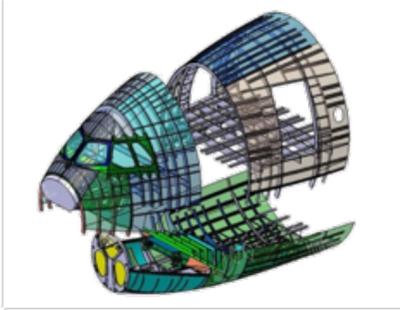


Étudier l'appropriation de l'équipement par les assembleurs

Définir les tâches pouvant être réalisées avec cet équipement

Voir à en **modifier la conception** pour être la plus adaptée aux tâches à réaliser

Possibilité d'étudier en laboratoire l'**impact de l'exosquelette** sur les sollicitations musculaires



Communications liées au projet

- Denis, D., St-Vincent, M., Gonella, M. (à paraître). Prerequisite Conditions for Implementing Job Rotation in an Aircraft Assembler Population in the Aerospace Industry The Impact of Quality Requirements on Development of Versatility and on Learning. IRSST, Montréal.
- Denis, D., St-Vincent, M., Gonella, M. (2014). Conditions préalables à l'implantation de la rotation chez une population d'assembleurs-monteurs du secteur de l'aéronautique – L'impact des exigences de qualité sur le développement de la polyvalence et sur l'apprentissage. IRSST, Montréal.
- Denis, D., St-Vincent, M., Gonella, M. (2014). Impact des exigences de qualité sur le travail d'une population d'assembleurs dans le secteur aéronautique. Dans Perspectives travail, 18e congrès de l'AIPTLF, 26-29 août, Florence, Italie.
- Gonella, M., Denis, D., St-Vincent, M. (2013). Les exigences de qualité du secteur aéronautique : quel impact pour le travail d'assemblage ? Dans Élargir la portée de l'ergonomie entre ciel et mer, 44e congrès de l'ACE, 8-10 octobre, Whistler, Canada.
- St-Vincent, M., Denis, D., Gonella, M. (2013). Apprentissage et polyvalence : quand la réalité nous rattrape. Dans *Ergonomie et société : quelles attentes, quelles réponses ?* Congrès de la SELF, 28 - 30 août, Paris, France.
- Gonella, M., St-Vincent, M., Denis, D., Imbeau, D., Farbos, B. (2012). Mettre en place la rotation dans un contexte de cycles longs : une démarche d'intégration novatrice. Dans *L'innovation en recherche en santé et en sécurité du travail*, congrès de l'ACRST, 31 mai – 2 juin, Vancouver, Canada.
- St-Vincent, M., Denis, D., Imbeau, D., Gonella, M., Farbos, B., Morel, D. (2012). La polyvalence : une forme d'organisation aux multiples enjeux. Dans *Innovation et Travail, sens et valeur du changement*, congrès de la SELF, 5 - 7 septembre, Lyon, France.