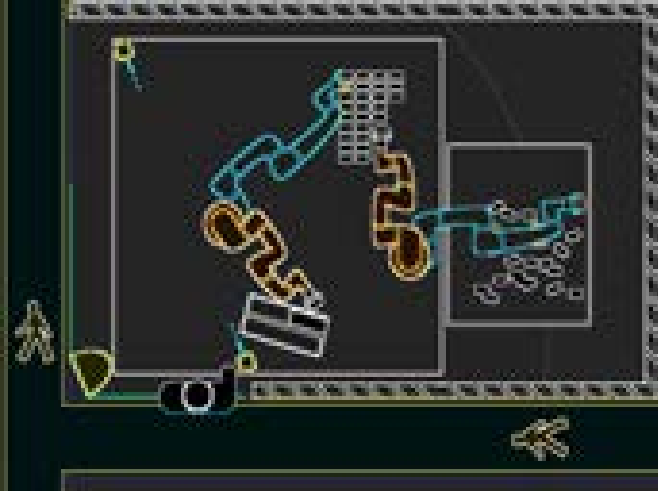
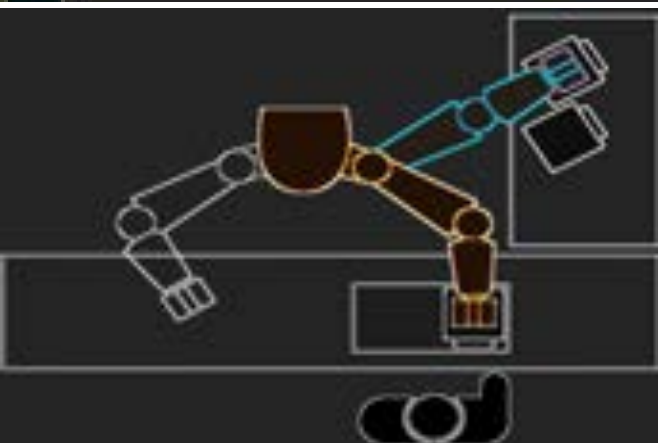




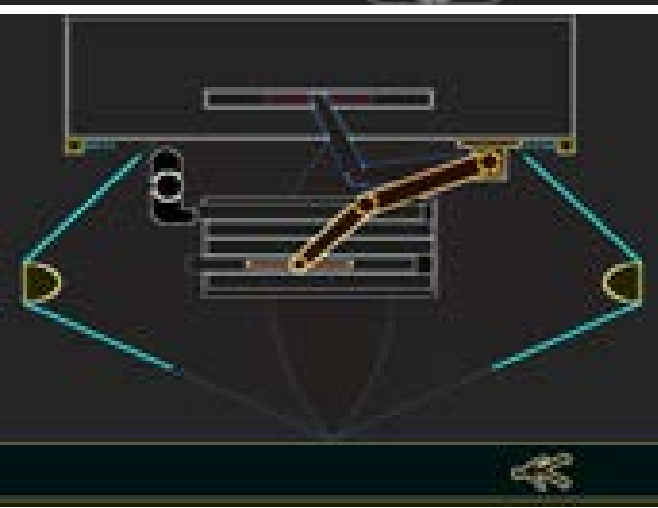
Institut de recherche
Robert-Sauvé en santé
et en sécurité du travail



Cobotique et SST

Sabrina JOCELYN, ing., Ph. D.

Chercheuse en sécurité des machines industrielles



Plan

1. Contexte
2. Besoin
3. Présentation de quatre travaux de recherche : 1 achevé + 3 en cours
4. Recherche future

Plan

1. Contexte
2. Besoin
3. Présentation de quatre travaux de recherche : 1 achevé + 3 en cours
4. Recherche future

Cobot, de quoi parle-t-on ?



Accès interdit en production

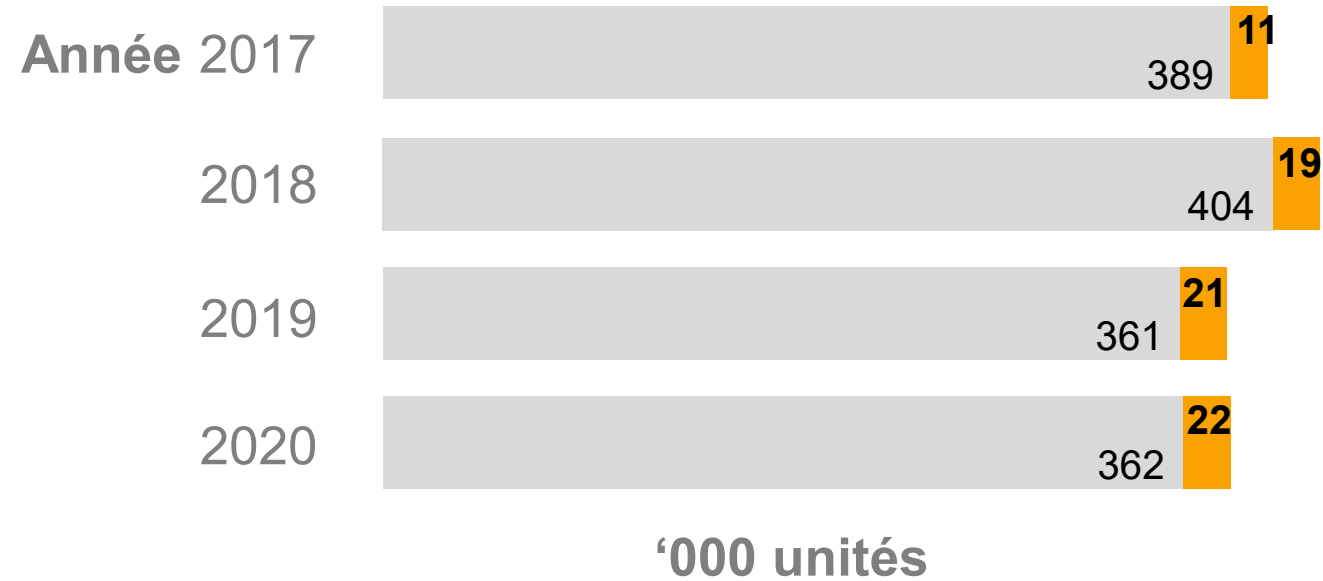
Accès autorisé pour certaines interventions (maintenance, apprentissage, etc.), à une vitesse ≤ 250 mm/s, [ISO 10218-1:2011](#)



Interactions et contacts permis sous certaines conditions en production

- [ISO 10218-1 et -2 \(2011\)](#), [ISO/TS 15066 \(2016\)](#)

Les cobots sur le marché mondial

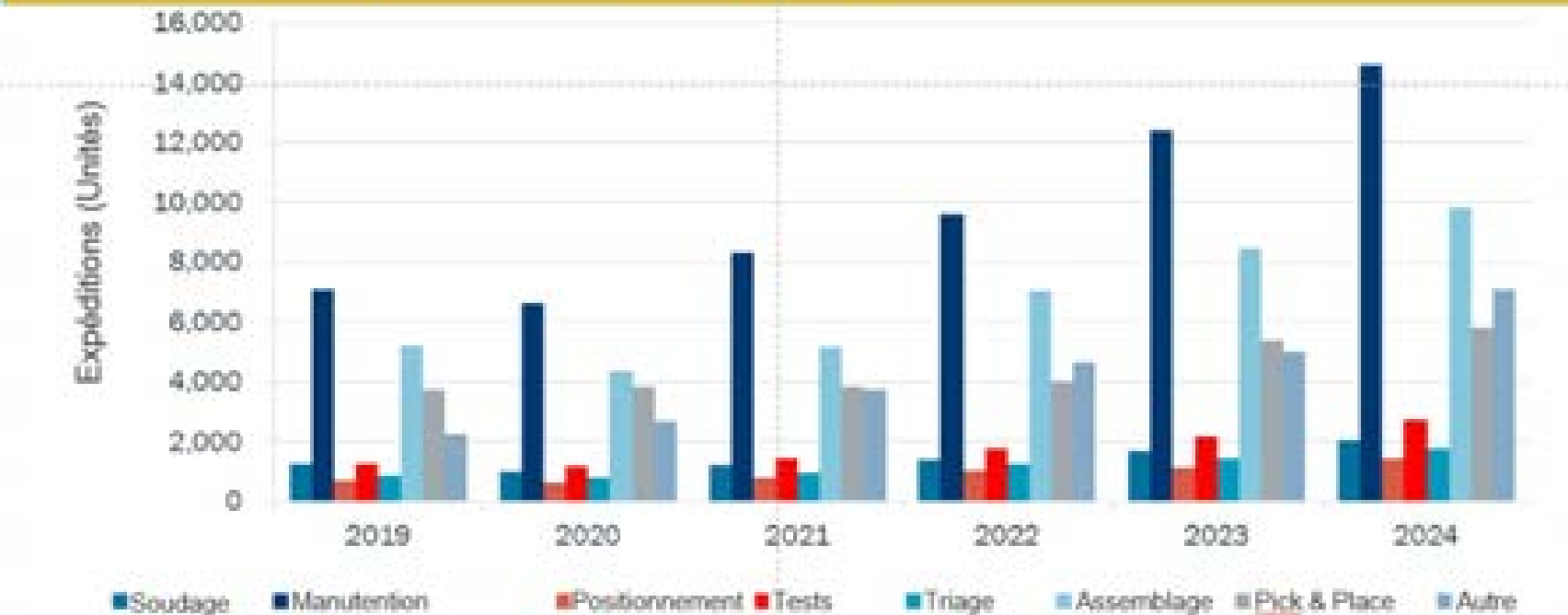


■ Robots industriels dits « collaboratifs » ■ Robots industriels conventionnels

Source: *International Federation of Robotics (IFR)*

Applications typiques

Prévision des expéditions de cobots par application



Source : [Interact Analysis](#)

© [Interact Analysis](#)

La manutention, l'assemblage et le *pick & place* devraient demeurer comme principales applications.

La cobotique s'applique également...

... à certains robots industriels conventionnels grâce à des modules de sécurité comportant des fonctions de sécurité

Dual Check Safety



SafeMove d'ABB



- **Fonction de sécurité** : « Fonction d'une machine dont la défaillance peut provoquer un accroissement immédiat du (des) risque(s) »

(Source : ISO 12100:2010)

Plan

1. Contexte
2. **Besoin**
3. Présentation de quatre travaux de recherche : 1 achevé + 3 en cours
4. Recherche future

Besoin identifié

- Lors de l'animation scientifique sur la cobotique à l'IRSST en 2015 : des représentants du milieu soulignent les défis que représentent l'appréciation du risque et la mise en œuvre des méthodes de réduction du risque associées à la cobotique.

Programmation thématique sur la cobotique

THÈME I : Analyses préparatoires à la mise en opération d'applications robotiques collaboratives

Famille d'études I.a) :

2014-0046

Portrait de la situation au Québec : Intentions des entreprises et mises en œuvre

Famille d'études I.b) :

Développement d'une démarche d'analyse intégrée combinant analyse de l'activité collaborative humain-robot prévue et analyse du risque

2017-0012

THÈME II : Intégration des moyens de réduction du risque préconisés pour les applications robotiques collaboratives

Famille d'études II.a) :

Intégration des moyens de détection de personne (et d'obstacles) dans l'espace collaboratif

Famille d'études II.b) :

Mise en œuvre du mode de collaboration basé sur la limitation de la puissance et de la force du robot

Plan

1. Contexte
2. Besoin
3. Présentation de quatre travaux de recherche : 1 achevé + 3 en cours
4. Recherche future

Programmation thématique sur la cobotique

THÈME I : Analyses préparatoires à la mise en opération d'applications robotiques collaboratives

Famille d'études I.a) :

2014-0046

Portrait de la situation au Québec : Intentions des entreprises et mises en œuvre

Famille d'études I.b) :

Développement d'une démarche d'analyse intégrée combinant analyse de l'activité collaborative humain-robot prévue et analyse du risque

2017-0012

THÈME II : Intégration des moyens de réduction du risque préconisés pour les applications robotiques collaboratives

Famille d'études II.a) :

Intégration des moyens de détection de personne (et d'obstacles) dans l'espace collaboratif

Famille d'études II.b) :

Mise en œuvre du mode de collaboration basé sur la limitation de la puissance et de la force du robot

Collaboration



Sabrina
JOCELYN
ing., Ph. D.



Damien
BURLET-VIENNEY
ing., Ph. D.



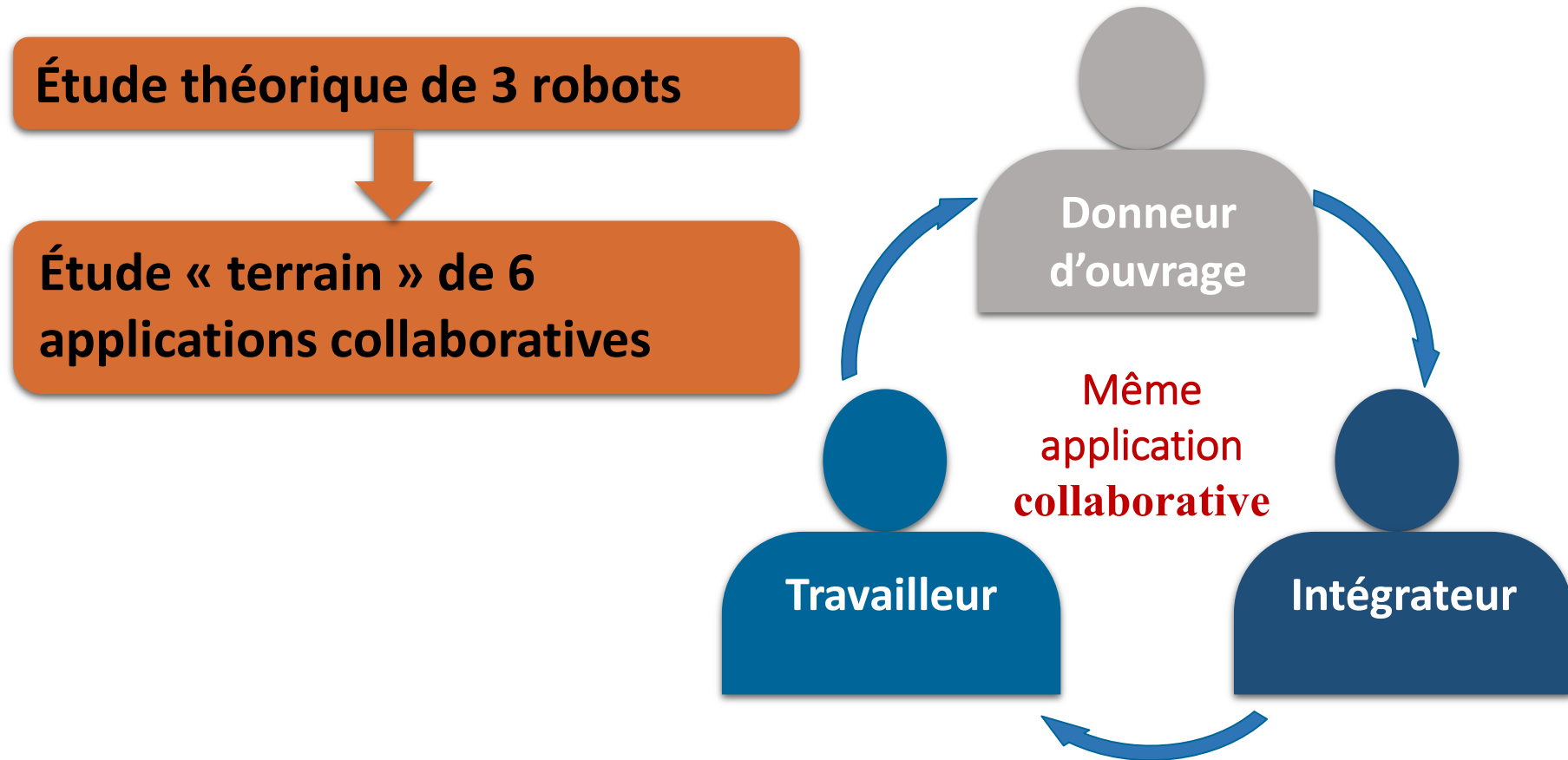
Laurent
GIRAUD
ing., Ph. D.



Adel
SGHAIER
ingénieur, Ph. D.

Étude exploratoire pour mieux cibler les pistes de recherche rattachées à la programmation de recherche

La méthode en bref



Étude théorique de 3 robots

4 méthodes de sécurisation selon l'ISO 10218:2011

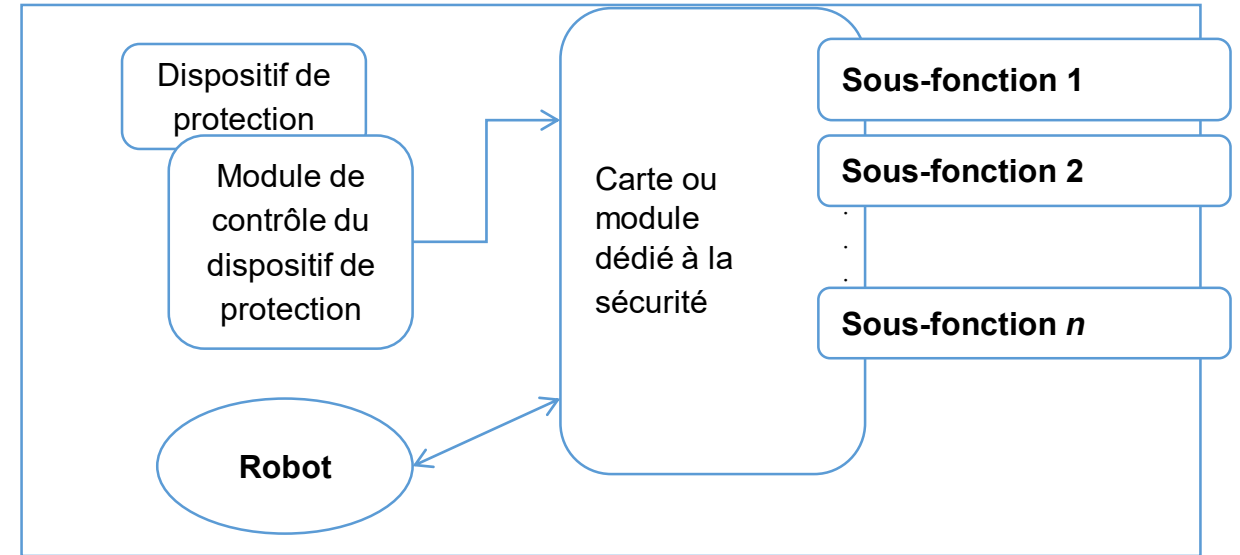
Ces méthodes dépendent largement des fonctions de sécurité et de leur fiabilité

3 familles de fonctions de sécurité identifiées :

1) Arrêt : fonctions qui effectuent des arrêts lorsqu'une violation d'une fonction de surveillance ou d'un dispositif de protection est activée.

2) Surveillance : fonction qui surveille les fonctions non sécuritaires pour l'arrêt des robots, la limitation de la vitesse du robot, la limitation de l'espace, etc.

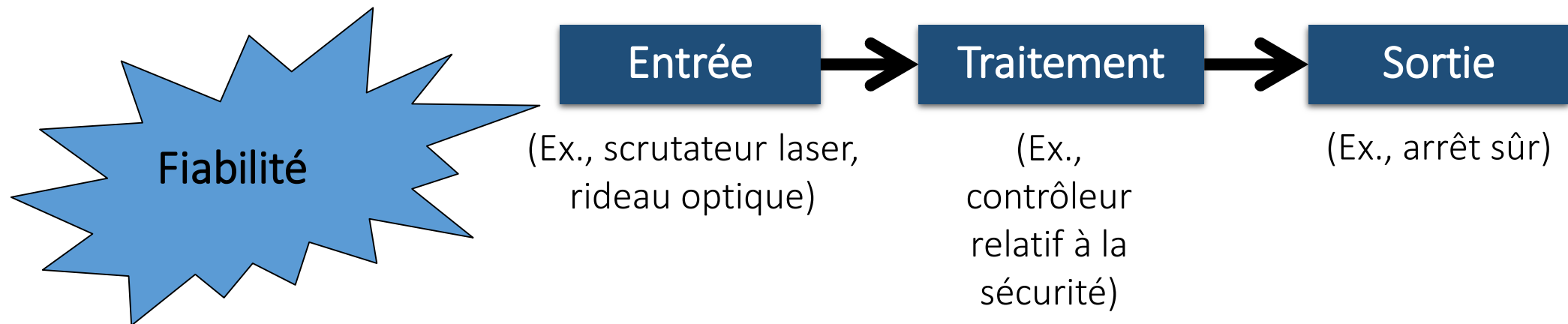
3) Général : fonctions secondaires de synchronisation, de contrôle cyclique ou de réinitialisation, etc.



Mise en œuvre d'une fonction de sécurité en général

Enjeux liés aux fonctions de sécurité (1/3)

- Ainsi, les sous-fonctions de sécurité ne sont qu'une partie d'une fonction de sécurité globale.
 - La fonction complète peut nécessiter les composants internes du robot ou certains composants externes.
 - Une attention particulière doit être accordée à l'ensemble du niveau de performance de la fonction globale.



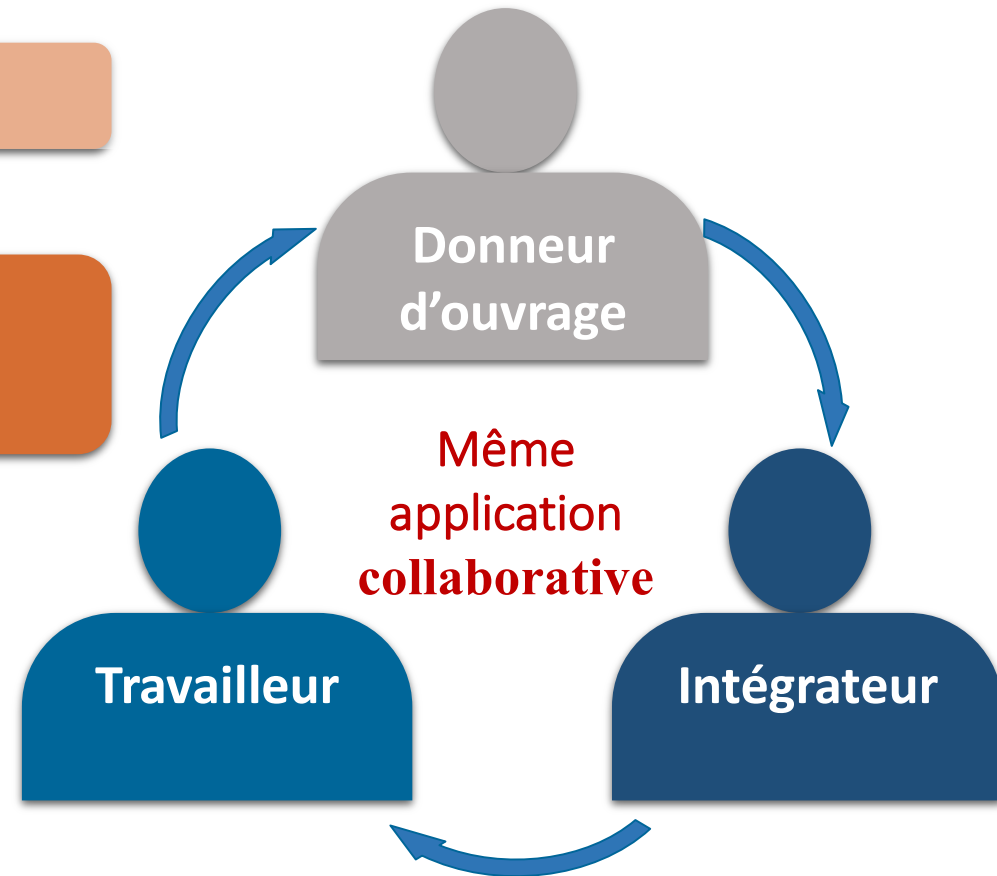
Enjeux liés aux fonctions de sécurité (2/3)

- Il existe des différences techniques entre les fonctions de sécurité proposées par les fabricants.
 - Ces différences peuvent avoir des conséquences sur la sécurité (par exemple, les catégories d'arrêt).
- Certaines fonctions liées à la sécurité peuvent être reprises dans les fonctions de surveillance qui activent les fonctions d'arrêt en cas de violation, c'est-à-dire en cas de défaillance.
 - Le temps de réaction peut être important => les distances d'arrêt ne sont pas négligeables.
- Surtout quand on veut l'appliquer dans le cas d'un robot industriel conventionnel utilisé pour de la collaboration, grâce à un module de sécurité (ex., Safe Move d'ABB):
 - L'idéal serait d'avoir des robots conventionnels avec des temps d'arrêt plus courts

Étude théorique de 3 robots



Étude « terrain » de 6 applications collaboratives





Motifs du passage à la robotique collaborative

- **Prix** du robot
- **Contraintes** spatiales
- **Visibilité et notoriété** de l'entreprise auprès de ses concurrents et clients



Impacts positifs pour les travailleurs interviewés





Impacts négatifs pour les travailleurs interviewés

- **Risque** de :
choc (collision) | coincement | pincement | coupure
- **Appréhension** par rapport à la pièce
- **Stratégies** requises pour éviter les collisions
- **Posture** contraignante selon la situation





Aspects requis pour sécuriser

- **Appréciation du risque**
- **Fiabilité**
- Penser « **trajectoire sécuritaire** »



Robotique collaborative $\Rightarrow$ Compromis



Impliquer le travailleur

Faire face au robot et à la pièce manipulée



plug & play... Pas nécessairement

La sécurité, un défi encore actuel

- Appréciation abrégée des risques, souvent limitée à l'identification des risques (Jocelyn, Burlet-Vienney, Sghaier et Giraud, 2017)
- La sécurité : principal défi de la cobotique (Villani, Pini, Leali & Secchi, 2018)
- Un manque de compréhension de la sécurité en général et, plus précisément, des normes de sécurité et de l'évaluation des risques, entre autres, explique cette barrière (Aaltonen & Salmi, 2019 ; Berx, Decré & Pintelon, 2022)
- La sécurité : frein à l'adoption de la cobotique (Berox, Decré & Pintelon, 2022)
 - fournir plus de connaissances en matière de sécurité est une clé pour atténuer cet obstacle.

Programmation thématique sur la cobotique

THÈME I : Analyses préparatoires à la mise en opération d'applications robotiques collaboratives

Famille d'études I.a) :

2014-0046

Portrait de la situation au Québec : Intentions des entreprises et mises en œuvre

Famille d'études I.b) :

Développement d'une démarche d'analyse intégrée combinant analyse de l'activité collaborative humain-robot prévue et analyse du risque

2017-0012

THÈME II : Intégration des moyens de réduction du risque préconisés pour les applications robotiques collaboratives

Famille d'études II.a) :

Intégration des moyens de détection de personne (et d'obstacles) dans l'espace collaboratif

Famille d'études II.b) :

Mise en œuvre du mode de collaboration basé sur la limitation de la puissance et de la force du robot

Demandes d'expertise en recherche de la part du :



Conseil National de Recherches Canada (CNRC-NRC)

- Trouver une méthode pour sécuriser le parachèvement cobotisé de pièces métalliques complexes



Centre de robotique et de vision industrielles

- Trouver une manière de protéger l'équipe effectuant les tests du prototype du système robotisé cueilleur de brocolis (4 robots)
- Accompagner la conception de la version à commercialiser (20 robots)

SAMI 4.0 :

Système agricole multifonctionnel intelligent



Centre de robotique et de vision industrielles



Source: <https://youtu.be/YT353mpnCWk>

Programmation thématique sur la cobotique

THÈME I : Analyses préparatoires à la mise en opération d'applications robotiques collaboratives

Famille d'études I.a) :

2014-0046

Portrait de la situation au Québec : Intentions des entreprises et mises en œuvre

Famille d'études I.b) :

Développement d'une démarche d'analyse intégrée combinant analyse de l'activité collaborative humain-robot prévue et analyse du risque

2017-0012

THÈME II : Intégration des moyens de réduction du risque préconisés pour les applications robotiques collaboratives

Famille d'études II.a) :

Intégration des moyens de détection de personne (et d'obstacles) dans l'espace collaboratif

Famille d'études II.b) :

Mise en œuvre du mode de collaboration basé sur la limitation de la puissance et de la force du robot



Collaboration



POLYTECHNIQUE
MONTREAL

UNIVERSITÉ
D'INGÉNIERIE



Sabrina
JOCELYN
ing., Ph. D.



Damien
B.-VIENNEY
ing., Ph. D.



Chun Hong
LAW
Ing, M. Ing.



Laurent
GIRAUD
ing., Ph. D.



Yuvin
CHINNIAH
ing., Ph. D.



Abdallah
BEN MOSBAH
ing., Ph. D.



Élise
LEDoux
Ph. D. ergo.



Denys
DENIS
Ph. D. ergo.



Isvieysys
ARMAS MARRERO
M.Sc. ergo.



Isabelle
BERGER
M.Sc. ergo.



Le génie pour l'industrie



Ilian
BONEV
ing., Ph. D.

- Caractérisation d'applications collaboratives
- Analyse ergonomique de quatre tâches d'intégrateurs pour comprendre les déterminants du processus d'intégration et ainsi commencer à concevoir des outils génériques pour l'analyse de risque en cobotique

Les résultats préliminaires associés à ce projet et présentés lors de l'atelier vous seront communiqués dans l'article scientifique associé. Une fois l'article publié (ce qui prendra quelques mois), Mme Jocelyn l'enverra au directeur scientifique de l'IRSST, Alain Marchand. Celui-ci vous le transmettra.

Plan

1. Contexte
2. Besoin
3. Présentation de quatre travaux de recherche : 1 achevé + 3 en cours
4. Recherche future

Programmation thématique sur la cobotique

THÈME I : Analyses préparatoires à la mise en opération d'applications robotiques collaboratives

Famille d'études I.a) :

2014-0046

Portrait de la situation au Québec : Intentions des entreprises et mises en œuvre

Famille d'études I.b) :

Développement d'une démarche d'analyse intégrée combinant analyse de l'activité collaborative humain-robot prévue et analyse du risque

2017-0012

À
venir

THÈME II : Intégration des moyens de réduction du risque préconisés pour les applications robotiques collaboratives

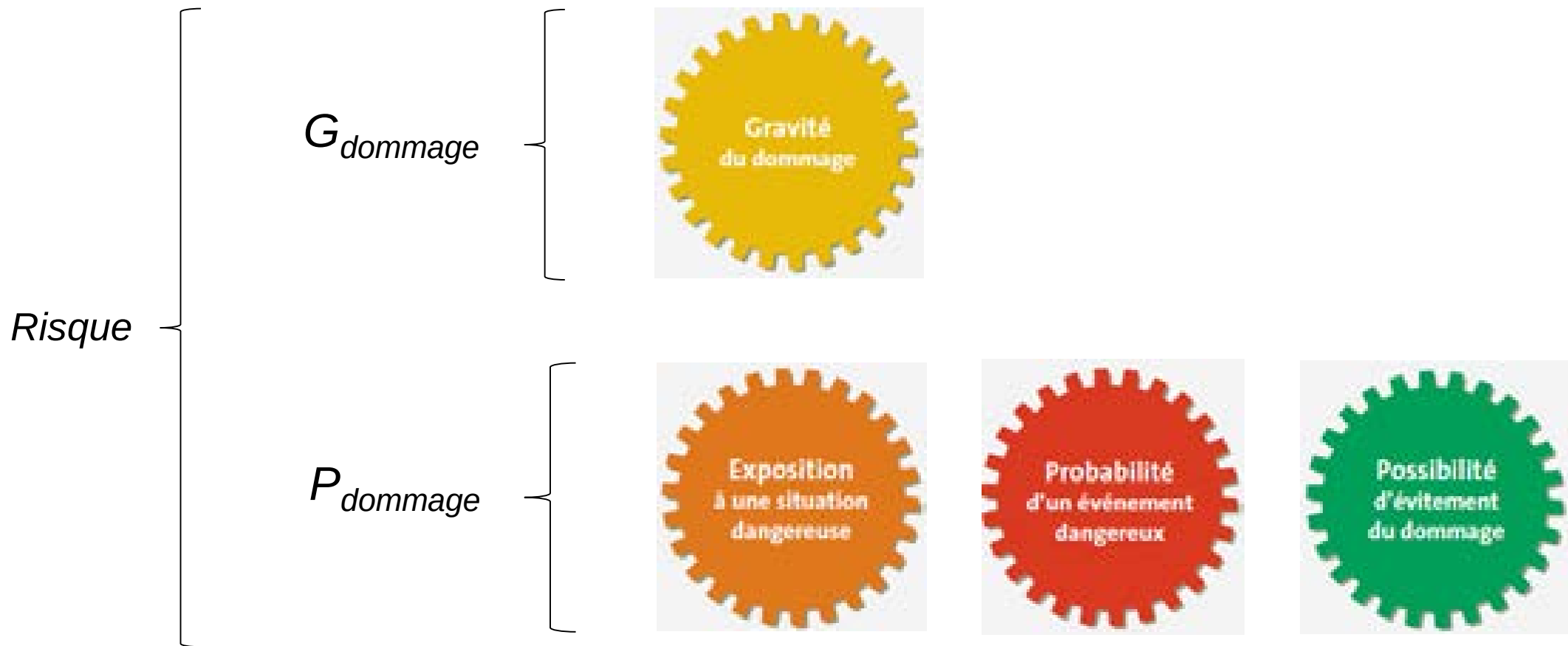
Famille d'études II.a) :

Intégration des moyens de détection de personne (et d'obstacles) dans l'espace collaboratif

Famille d'études II.b) :

Mise en œuvre du mode de collaboration basé sur la limitation de la puissance et de la force du robot

Impact du type d'application collaborative sur les paramètres de la probabilité du dommage





??

...



Sabrina JOCELYN, ing., Ph. D.
Chercheuse
Sabrina.Jocelyn@irsst.qc.ca



Visite et
démonstration
au laboratoire de
cobotique

Chun HONG LAW, ing., M.Ing.
Professionnel scientifique
ChunHong.Law@irsst.qc.ca

Crédits :

IRSST | ABB | CIFS.DK | CNESST | Fanuc | IFR | Interact Analysis | IRSST | ISO | iStock | NIRYO | Sticker France | Clearpath Robotics | Robosoft | www.riken.jp | www.robotblog.fr | www.mdp.fr | <https://seminairesstequipe3.wordpress.com/2012/04/18/charge-de-travail-et-sante-mentale/> | <http://www.snj-fmm.com/2018/02/audiovisuel-public-que-plus-une-tete-ne-depasse.html> | <https://www.excellence-operationnelle.tv/une-histoire-de-valeur-ajoutee-episode-11-visite-inopinee.php/>