

*Etude de cas :  
Protection contre les ROA,  
Evaluation de combinaisons utilisées pour le soudage*

*Damien Brissinger, INRS*

*Journée technique de la SFRP, 08/10/2020*

Notre métier,  
rendre le vôtre plus sûr

[www.inrs.fr](http://www.inrs.fr)

# Contexte

- INRS

- Missions de santé & sécurité auprès des entreprises/salariés
  - > E&R, formation, diffusion et assistance (du coup de fil/mail → E&R)

- Etude de cas : assistance en entreprise

- Fabrication d'engins (machines agricoles, engins de chantier)
  - > Port de combinaison « tissu » lors d'épisode de chaleur
  - > Problème de décoloration au plus près du point de soudure
  - >  $Q_0$  « Est-ce que la décoloration est préjudiciable à la protection? »



## Reformulation

- Q<sub>0</sub>: « Est-ce que la **décoloration** est préjudiciable à la **protection?** »

Visible



Soudure + Peau → UV



- R<sub>0</sub>: « Pas de lien 'direct' »
  - Q<sub>1</sub>: « Est-ce que le tissu est une protection suffisante? »
  - Q<sub>2</sub>: « Quel est l'effet de l'usure (~décoloration)  
sur le niveau de protection apportée? »

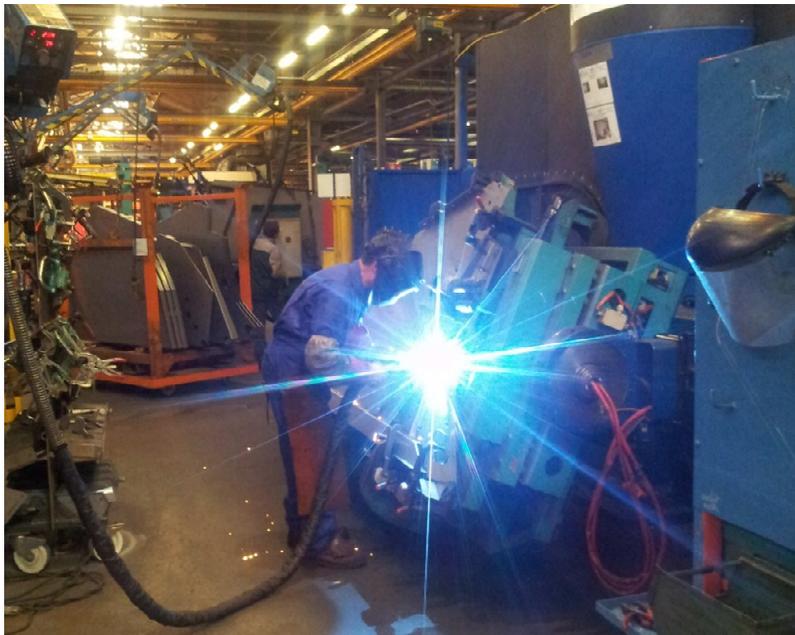
## Etude du poste

- **Éléments recueillis**

- > Port de combinaison « tissu » lors d'épisode de chaleur principalement
- > Problème de décoloration constaté au plus près du point de soudure
- > Pas d'observation d'érythème, mais questionnement...
  
- > Soudage MIG, aciers faiblement alliés, fil plein, diamètre 1mm
- > La tension appliquée varie de 24 à 30 V et l'intensité entre 180 et 250 A
  
- > Zone exposées entre 0,2 et 0,5 m
- > Temps de soudage max. 3 h
- > Deux types de combinaison (bleue/noire)
- > Présence d'un aide soudeur (~1 m)
  
- > Changement de technologie non envisagée
- > Isolation du risque (automatisation)



## Evaluation des risques ROA



- Activités de soudage  
→ Emission de rayonnements  
UV, visible et IR

- Directive 2006/25/CE, prescriptions minimales de sécurité et de santé relatives à l'exposition des travailleurs aux risques dus aux agents physiques (ROA)
- Article R4452-1 et suivants du code du travail

# Evaluation réglementaire des risques liés aux ROA



- Risque UV « œil » et « peau »
- Risque UV « œil »
- Risque Visible « œil »
- Risque Visible + IR « œil »
- Risque IR « œil »
- Risque IR+Vis « peau » négligeable (confirmé par CatRayon)

## Calcul de la dose reçue et VLE

- Calcul de la dose reçue:

$$H_{\text{eff}} = E_{\text{eff}} \cdot t$$

$$E_{\text{eff}} = \sum_{180}^{400} E_{\lambda} \cdot S(\lambda) \cdot \Delta\lambda \quad \text{sans combinaison}$$
$$E_{\text{eff}} = \sum_{180}^{400} E_{\lambda} \cdot \tau(\lambda) \cdot S(\lambda) \cdot \Delta\lambda \quad \text{avec combinaison}$$

- VLE:  $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$

- Indice de risque:  $I_{H_{\text{eff}}} = \frac{H_{\text{eff}}}{\text{VLE}}$

$E_{\lambda}$  : éclairement énergétique spectrique

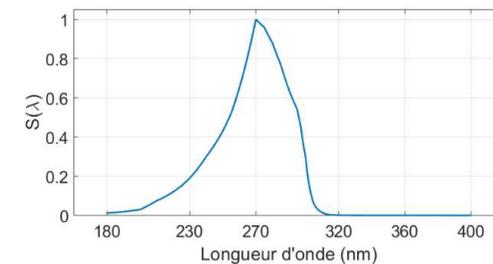
(1) la source

$\tau(\lambda)$  : facteur de transmission de l'EP

(2) le protecteur

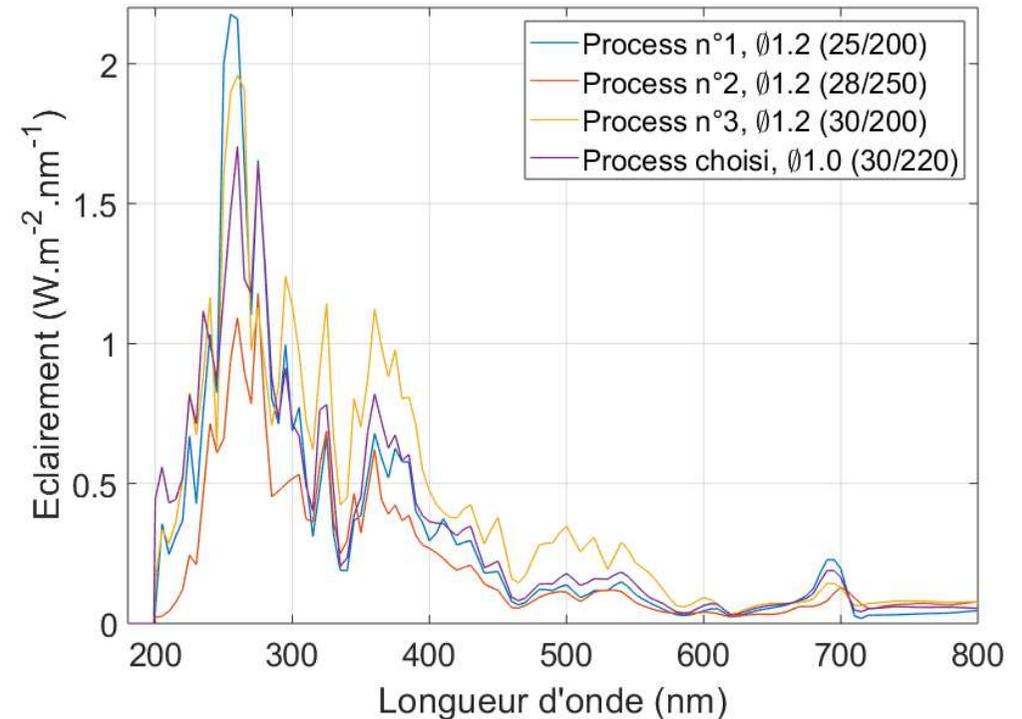
$S(\lambda)$  : spectre d'action des UV sur les yeux

et la peau



# Evaluation de $H_{eff}$

- CatRayon, (1) Source
  - Mesures in situ difficiles
    - > Pb stabilité du process
    - > Pb fumées, encombrement...
  - Mesures en « laboratoire »
  - Conditions stables et maîtrisées
  - Variations importantes



# Evaluation de $H_{eff}$

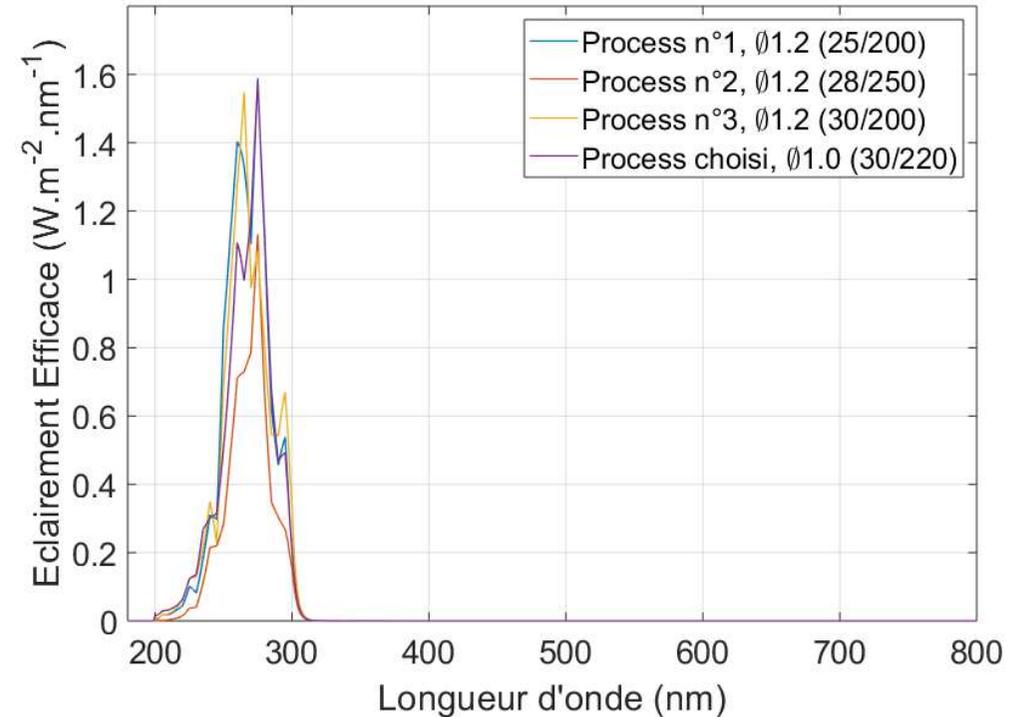
- CatRayon

- (1) Source

- > Soudage MIG
    - > Aciers faiblement alliés
    - > Fil plein, diamètre 1 mm
    - > La tension appliquée  
varie entre 24 à 30 V  
et l'intensité  
entre 180 et 250 A

- Correspondance dans la base de données 'CatRayon'

- > Soudage MIG/MAG d'aciers faiblement alliés, fil plein, diamètre 1 mm.  
La tension appliquée est de 30 V et l'intensité de 220 A.



# Evaluation de $H_{eff}$

- CatRayon

- (1) Source choisie

- > Soudage MIG/MAG d'aciers faiblement alliés, fil plein, diamètre 1mm.  
La tension appliquée est de 30 V et l'intensité de 220 A.

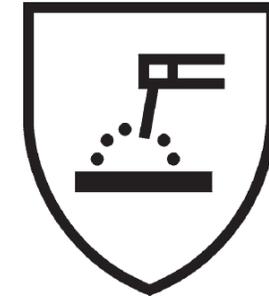
- « Géométrie », temps d'exposition

- > Distance source-zone exposition (entre 20 et 50 cm), aide soudeur à 1m
    - > 3h de soudage active maximum par poste (mesure), 2 h en moyenne

Réf. Indice de risque « peau nue »	1 h	3 h
0,2 m	39085	117255
0,5 m	6257	18772
1 m	1563	4690

$$I_{H_{eff}} = \frac{H_{eff}}{VLE} \gg 1$$

# Evaluation de l'efficacité des combinaisons

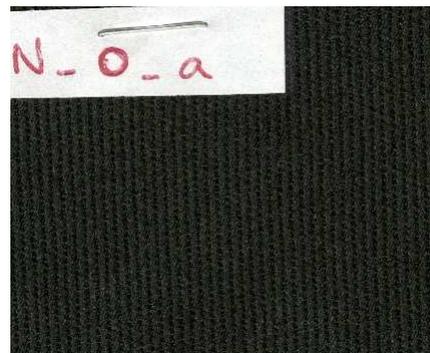


## • (2) Protecteurs

- Pas de protecteurs tissus dans CatRayon
- NF EN ISO 11611:2015, Vêtements de protection utilisés pendant le soudage et les techniques connexes
  - > Pas de considération « ROA »



- Bleu, 100% coton, 350 g/m<sup>2</sup>
- Croisé, retors, lourd
- ...



- Noir, 100% coton, 260 g/m<sup>2</sup>
- ...
- UPF 50

- Aucun n'est « certifié » pour le soudage
  - > Usage tablier, manchettes, gants...
- Informations parcellaires

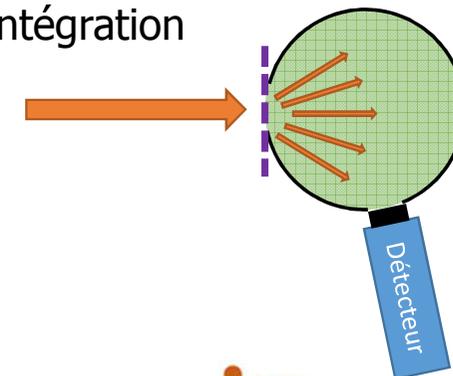
# Evaluation de l'efficacité des combinaisons

## • (2) Protecteurs

- Prise d'échantillons
  - > Echantillons tissus doublés
- Mesures
  - > Répétées
  - > Variation de l'orientation du tissu

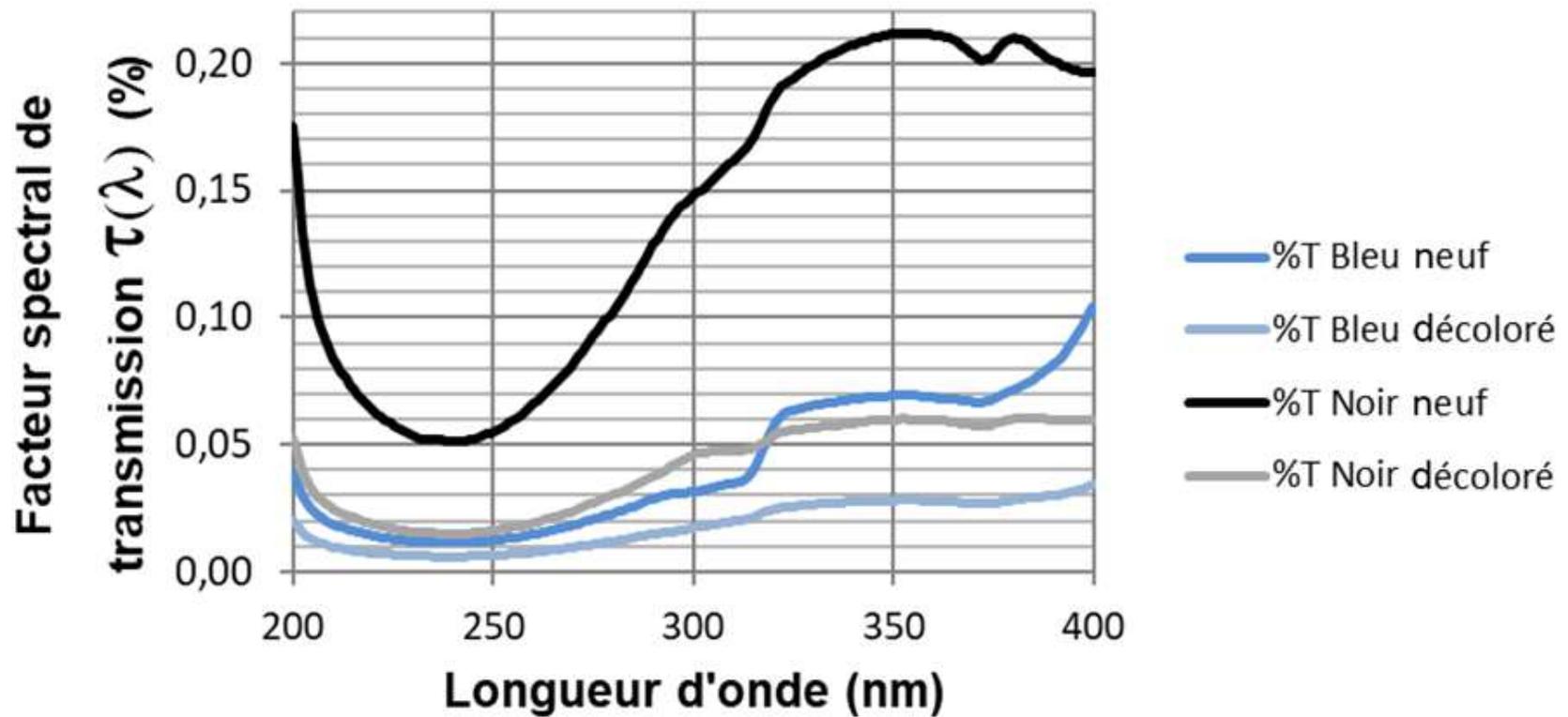


- Mesures en transmission
  - > CIE 172:2006, *UV protection and clothing*
  - > Tissu, maintenu à plat, sans tension
  - > Sphère d'intégration



# Evaluation de l'efficacité des combinaisons

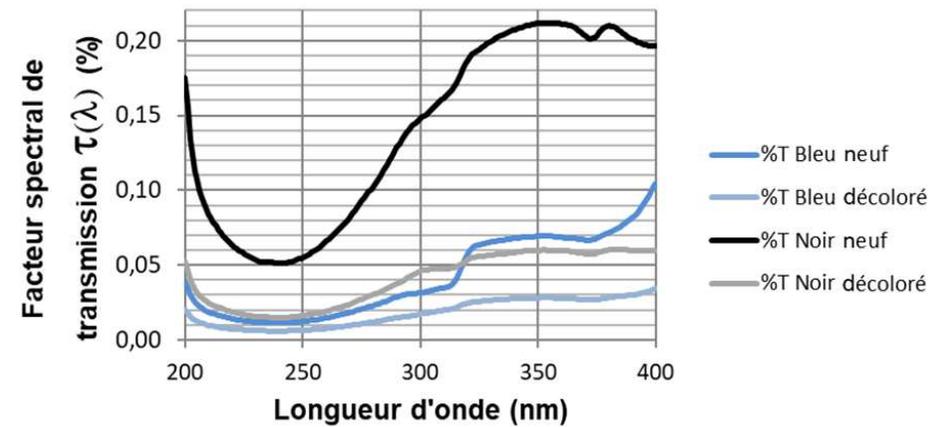
- (2) Protecteurs



# Evaluation de l'efficacité des combinaisons

## • (2) Protecteurs

- Cuir non représentés
  - > Transmission indétectable ( $\sim$ nulle)
- **Tissage** '*bleu*' protège mieux que le tissage '*noir*'
- Le tissu usagé présente une transmission réduite
  - > Amélioration de la protection...
  - > Réduction des interstices (?)
  - > Tant que le tissage reste intact



# Evaluation de l'efficacité des combinaisons

- (2) Protecteurs (CatRayon)

- Source modifiée 'MesSourcesCatRayon'  $E'_\lambda = E_\lambda \cdot \tau_\lambda$

$$H_{\text{eff}} = \left( \sum_{180}^{400} E_\lambda \cdot \tau(\lambda) \cdot S(\lambda) \cdot \Delta\lambda \right) \cdot t$$

$$I_{H_{\text{eff}}} = \frac{H_{\text{eff}}}{\text{VLE}}$$

Temps d'exposition	1h			3h		
	0,2	0,5	1	0,2	0,5	1
Distance du point de soudure (m)	0,2	0,5	1	0,2	0,5	1
Référence « peau nue »	39085	6257	1563	117255	18772	4690
Bleu neuf	7,5	1,2	0,3	22,5	3,6	0,9
Bleu décoloré	3,9	0,6	0,2	11,7	1,9	0,5
Noir neuf	33,5	5,4	1,3	100	16,1	4
Noir décoloré	9,9	1,6	0,4	29,7	4,7	1,2

# Recommandations

- (2) Protecteurs

- Vis-à-vis des ROA

- > Veste/gants en cuir

- > recommandés

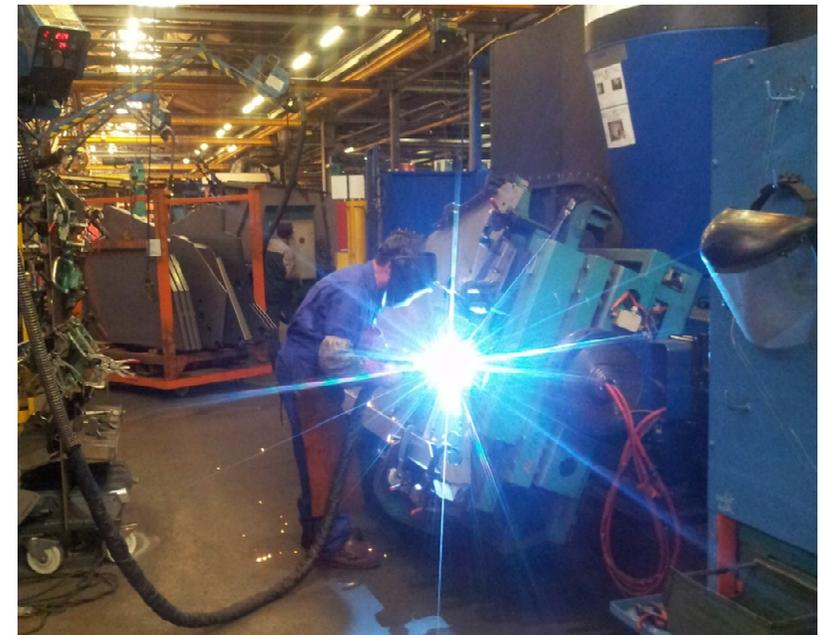
- > Veste 'tissu' seule

- > incertitude importante (~1)

- > insuffisante, non recommandée

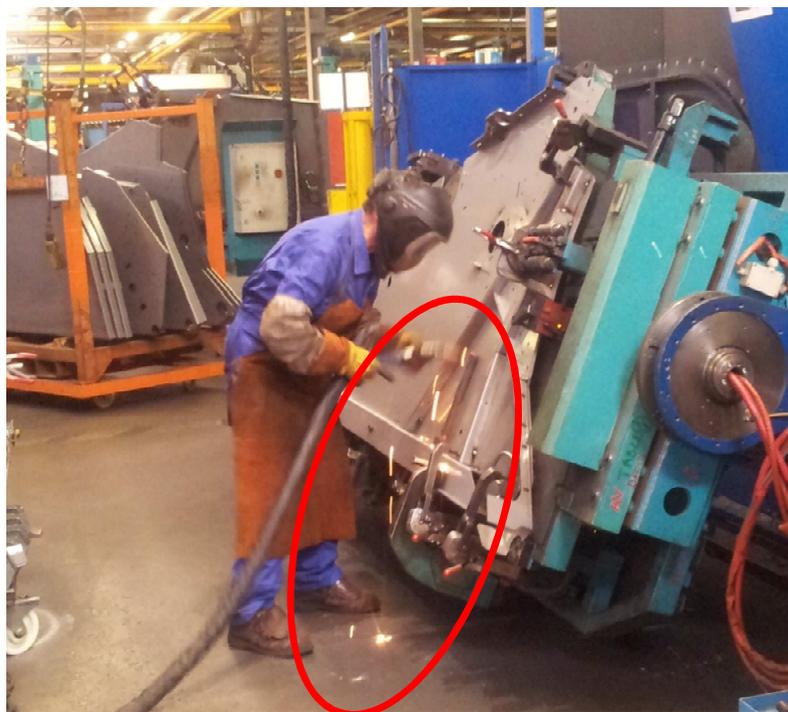
- > Solutions tissus nécessitent de s'assurer de la qualité du tissage dans le temps

Temps d'exposition	1h			3h		
	0,2	0,5	1	0,2	0,5	1
Distance du point de soudure (m)						
Référence « peau nue »	39085	6257	1563	117255	18772	4690
Bleu neuf	7,5	1,2	0,3	22,5	3,6	0,9
Bleu décoloré	3,9	0,6	0,2	11,7	1,9	0,5
Noir neuf	33,5	5,4	1,3	100	16,1	4
Noir décoloré	9,9	1,6	0,4	29,7	4,7	1,2



## Recommandations

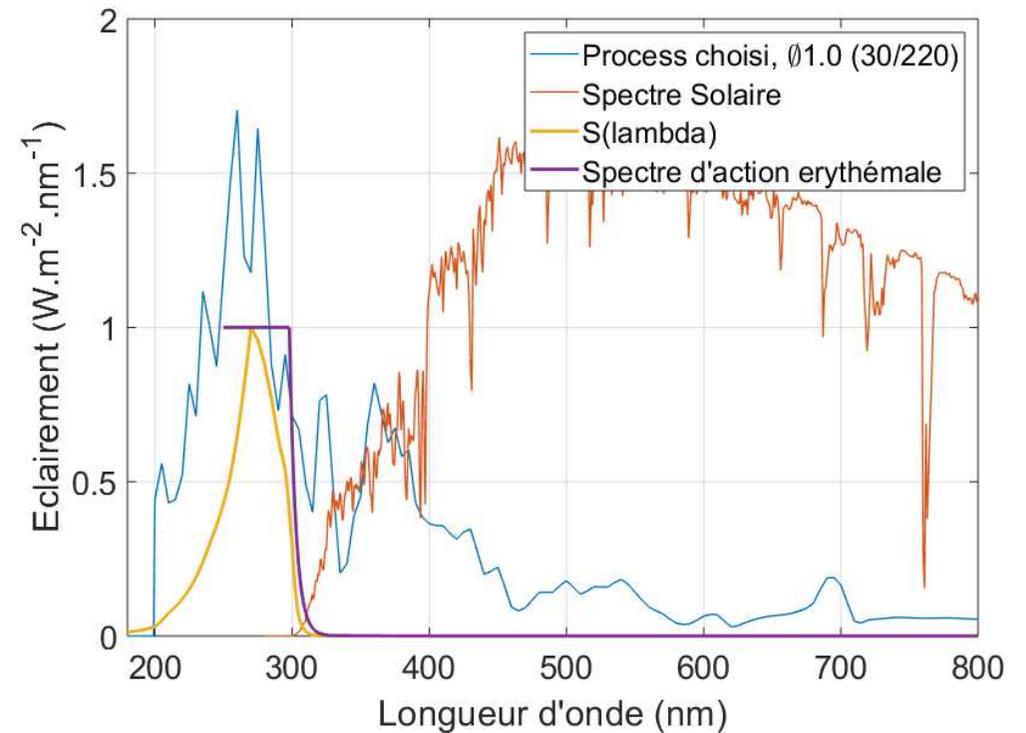
- Protecteurs
  - Vis-à-vis des ROA



NF EN ISO 11611 (2015) - Vêtements de protection utilisés pendant le soudage et les techniques connexes

## Discussion UPF:

- UPF (Ultraviolet Protection Factor)
  - Vêtements, prise en compte du rayonnement solaire...
- Non applicable aux activités de soudage\*



\* S. Bauer, *Photoprotection by Workwear: Ultraviolet Protection Factors for Artificial Radiation from Welding Arcs*, Photochem Photobiol. (2020)

## Conclusions

- Protection optimale → cuir
- Pas de relation entre décoloration et dégradation du niveau de protection
- Combinaison en tissu
  - « Seule » insuffisante au poste de soudage
  - Comb. 'bleues' envisageables dans l'environnement du poste (>1m, <3h)
- Lacunes pour relier les caractéristiques « ROA » aux tissus pour la soudure



Notre métier, rendre le vôtre plus sûr

Merci de votre attention



[damien.brissinger@inrs.fr](mailto:damien.brissinger@inrs.fr)

Pour tout complément d'information!...

[www.inrs.fr](http://www.inrs.fr)

YouTube



in.