

Décortiqueur

Analyse de sécurité électrique

Atelier Paysan - Dominique Traullé

Révision du 25/08/2020

Analyse préalable de la sécurité machines

Directive machine 2006/42/CE

EN ISO 13849-1 relative aux systèmes de commande (SC) et Fonction de sécurité (FS)

Contexte :

Les systèmes de commande du décortiqueur doivent assurer la sécurité des personnes, la sécurité électrique et la sécurité du matériel concernant notamment les deux moteurs électriques :

-Moteur du décortiqueur triphasé asynchrone 3KW $I_n= 6.17A$

-Moteur du Ventilateur triphasé asynchrone 0.55KW, $I_n=1.42A$

Le décortiqueur est alimenté depuis un tableau électrique en ligne via un câble et une prise mâle triphasé 380V 3P+T 16A.

Le neutre n'est donc pas amené sur la machine car à priori inutile et par soucis de simplification

La protection des défauts d'isolement (différentiel) doivent être repris par l'installation en ligne et ne sont donc pas inclus sur le décortiqueur

La Terre est reliée à la masse du décortiqueur, le châssis et au cyclone (via le tuyau flexible)

Par soucis d'efficacité et de sureté, un seul arrêt d'urgence est installé qui doit arrêter les deux moteurs

Par soucis de simplification et pour éviter le plus possible la réalisation de coffrets électriques, il est recherché des coffrets déjà équipés ou partiellement équipés (coffrets démarreurs)

L'accès au rotor du décortiqueur pour intervenir sur les mobiles (réglage) ou pour changer la cartouche (la grille) nécessite de démonter le capot avant. Cette opération n'est pas une intervention répétitive réalisée en cours de process mais dans une phase de maintenance.

Cette opération présente un risque si le moteur venait à démarrer. La procédure nécessite donc un sectionnement électrique et une consignation. La prise de courant, une fois enlevée fait office de sectionnement non verrouillable. Elle est donc suivie d'un sectionnement verrouillable réalisé au niveau du coffret électrique.

Pour sécuriser encore l'accès au rotor en opération de maintenance, et pour palier à un défaut de consignation un interrupteur de sécurité est installé sur le capot.

Par soucis de sécurité électrique cet interrupteur fonctionne en 24V et agira sur le circuit de commande qui devra être également en 24V

Choix matériel de commande :

Démarrateur moteur décortiqueur 3KW

coffret démarreur moteur spécifique pour application de sécurité

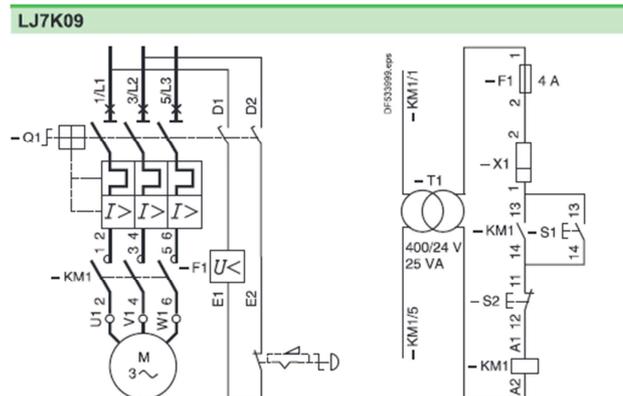
Référence retenue : **LJ7K09Q714** marque **Schneider** **6-10A** **4KW**

Coût 200 à 250€HT

Ce coffret contenant notamment disjoncteur moteur et contacteur est adapté au moteur 3 KW du décortiqueur, dispose d'un arrêt d'urgence, d'un verrouillage de sectionnement et d'un commande en 24 V pour le circuit de commande compatible avec l'interrupteur du capot décortiqueur

Fonctions assurées par le démarreur :

- sectionnement,
- verrouillage du sectionnement
- arrêt d'urgence verrouillable (1/4 de tour)
- protection contre les courts-circuits,
- protection contre les surcharges,
- protection contre la baisse de tension
- commande par boutons-poussoirs
- borne pour raccordement éventuel d'un contact libre de potentiel dans le circuit de commande
- degré de protection de l'enveloppe : IP55
- La remise sous tension de l'alimentation après coupure, doit se faire par une action volontaire.
- transformateur de commande intégré : 400/24 V, 25 VA.



Moteur ventilateur 0.55 KW

Il est éventuellement possible de démarrer les deux moteurs avec le seul coffret démarreur ci-dessus. Les fonctions comme arrêt d'urgence et protection court-circuits seraient assurées mais pas la protection contre les surcharges des moteurs. Le réglage du courant de surcharge sur le disjoncteur serait la somme des deux courants des deux moteurs (6.17A + 1.42A) et donc aucun des deux moteurs ne serait vraiment protégé. Dans les faits le moteur 3 KW représentant plus de 80% du courant serait assez correctement protégé mais pas le ventilateur.

Cette position pourrait être assumée notamment car le ventilateur représente moins de risque de surcharge par nature et que son coût modique (environ 100€HT) pourrait permettre d'accepter le risque de le « griller »

L'autre solution plus adaptée et retenue à ce stade consiste à ajouter un coffret spécifique pour le ventilateur contenant un disjoncteur dédié et un contacteur relié aux commandes du premier coffret (marche-arrêt et arrêt d'urgence)



Coffret **LE1 GVMEK** et bloc disjoncteur moteur + contacteur **GV2ME06K1B7** 1-1.6A (Schneider)
+ un éventuel déclencheur à manque de tension **GVAX385** (pour AU)

Choix matériel de sécurité du capot :

Suite à cette analyse préalable il ne semble pas que le capot d'accès au rotor, qui est fixe et boulonné, soit à considérer comme un dispositif de protection mobile au sens de la norme EN ISO 13849-1. Aussi son accès est prévu suite à consignation et pas dans les phases de fonctionnement du décortiqueur.

Cependant une approche conceptuelle suivant cette norme est appréciée ci-dessous de manière à formaliser un choix technique et sécuriser encore les interventions au niveau du rotor en cas de défaut de consignation.

L'analyse de risque selon les critères S, F, P

S Gravité de la blessure

- S1 blessure légère (réversible)
- S2 blessure grave (irréversible)

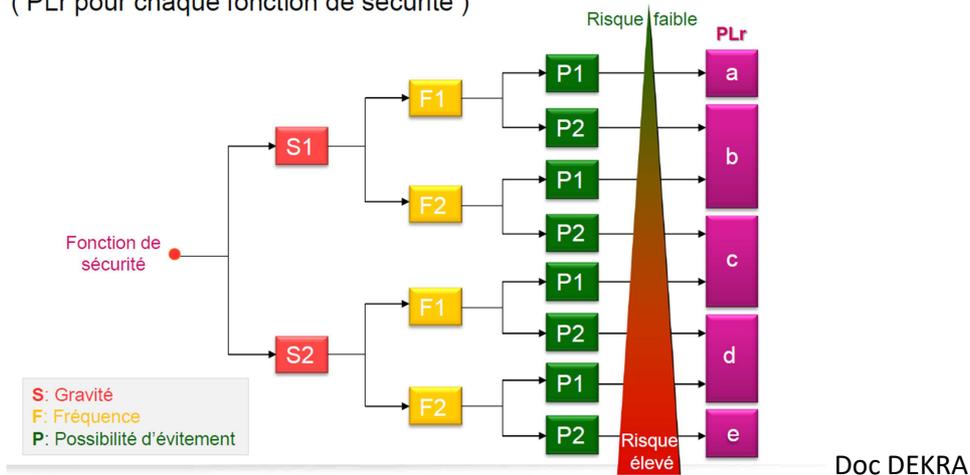
F Fréquence et/ou durée d'exposition du phénomène dangereux

- F1 rare à assez fréquente et/ou durée d'exposition courte
- F2 fréquente à continue et/ou durée d'exposition longue

P Possibilité d'éviter le phénomène dangereux ou de limiter le dommage

- P1 possibilité sous certaines conditions
- P2 rarement possible

Graphique de risque pour déterminer le niveau de performance requis (PLr pour chaque fonction de sécurité)



La situation S2, F1, P1 pourrait être considérée

P1 serait le plus sujet caution mais prise en compte ici de la conscience du risque et de l'étape préalable de consignation pour assumer P1

Le niveau de performance requis de la fonction de sécurité serait **PLr=c**

Architecture matérielle (catégories) :

Catégorie B : techniques utilisant l'état de l'art. Si un défaut se produit, il peut conduire à la perte de la fonction de sécurité.

Catégorie 1 : système unique (technologies éprouvées). Comme décrit dans la catégorie B, mais avec une plus grande sécurité relative à la fiabilité de la fonction de sécurité. La perte de la fonction de sécurité est possible.

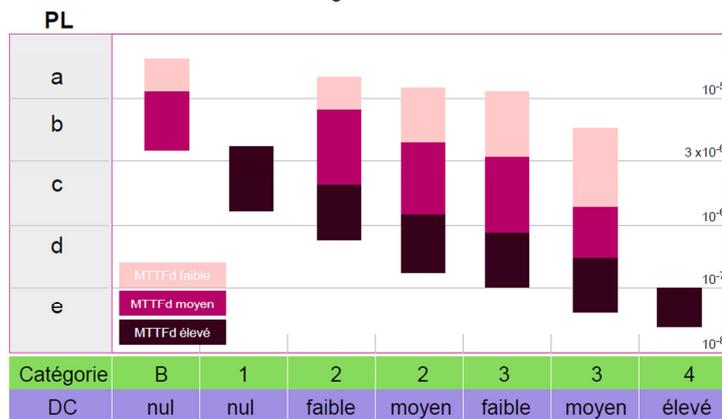
Catégorie 2 : système unique avec vérification automatique. L'occurrence d'un défaut peut mener à la perte de la fonction de sécurité entre les intervalles de vérification; la perte de la fonction de sécurité est détectée par la vérification.

Catégorie 3 : système double sans surveillance continue. Lorsqu'un défaut unique se produit, la fonction de sécurité est toujours assurée; certains défauts seront détectés, mais pas tous; l'accumulation de défauts non détectés peut conduire à la perte de la fonction de sécurité.

Catégorie 4 : système double avec surveillance continue. Lorsque les défauts se produisent, la fonction de sécurité est toujours assurée; les défauts seront détectés à temps pour empêcher une perte de la fonction de sécurité

Estimation simplifiée du niveau de performance) :

En fonction de la structure du système de commande (catégorie B, 1, 2, 3, 4), du MTTFd du canal, du niveau de couverture du diagnostic, on peut vérifier le niveau de performance atteint : PL à l'aide du diagramme suivant:



Le MTTFd représente la fiabilité des systèmes, Temps moyen avant défaillance dangereuse
Le DC représente l'auto diagnostic du système généralement assurée par un dispositif additionnel spécifique.

D'un point de vue pratique pour atteindre un PL=c (conforme au PLr) sans avoir recours à un système complexe d'autodiagnostic (DC nul) et en restant dans une architecture matérielle simple (catégorie 1), il semble qu'utiliser du matériel éprouvé soit acceptable (MTTFd élevé).

Un interrupteur de sécurité à poussoir métallique monté avec le capot et agissant directement sur le circuit 24V pourrait être pertinent (interrupteur éprouvé destiné à une chaîne de sécurité)

En solution Schneider, l'interrupteur XCSM pourrait répondre à ce niveau. Il est cependant recommandé pour un raccordement jusqu'à PL = b, catégorie 1 selon EN/ISO 13849-1 avec la configuration ci-dessous, soit un niveau en dessous de celui étudié soit PL = c.

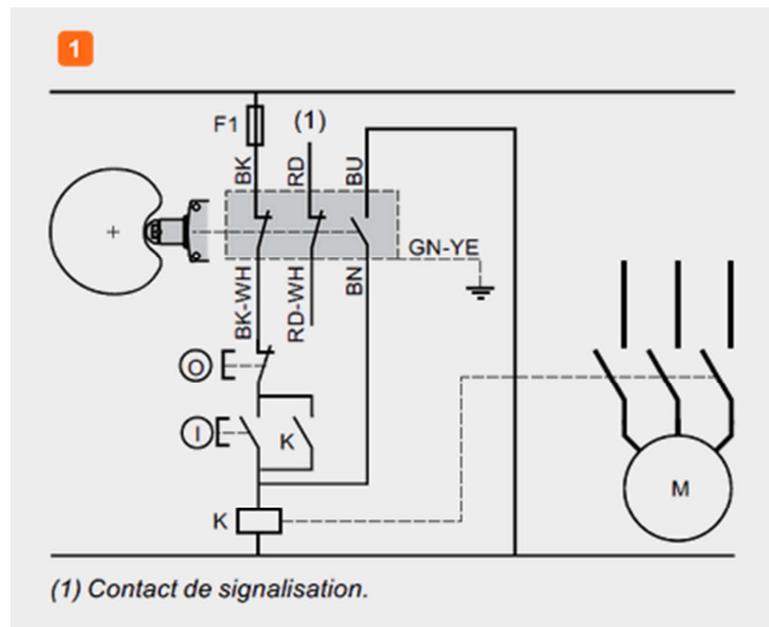
L'utilisation recommandée en mode positif n'est également pas acquise.

Cependant l'utilisation de cet interrupteur de sécurité dans ce mode reste une solution de sécurité pertinente dans la situation du capot décortiqueur à priori non soumis à l'EN/ISO 13849-1.

Le doublement de ce même système (deux interrupteurs et deux contacteurs) pourrait peut-être permettre d'atteindre la catégorie 3.



XC SM 3702L5 (environ 80 €HT)



Pour mémoire, l'interrupteur à poussoir pourrait être remplacé avantageusement par un capteur sans contact, électromagnétiques, sans usure, moins « shutable » et plus facilement installable sur le décortiqueur à priori.

Cependant ces capteurs électromagnétiques doivent être associés obligatoirement à un module de sécurité qui assure son fonctionnement et aussi améliore le niveau de sécurité par un auto-diagnostic constant de la chaîne de sécurité. Ces modules sont coûteux et nécessitent une mise en œuvre électrique peu accessible aux non-initiés. L'interrupteur XC SM 3702L5 reste donc le meilleur choix à ce stade.



capteur électromagnétiques
XCSDMC 7902 (environ 60 €HT)



module de sécurité
XPSUAF13AP en 24V (environ 220 €HT)

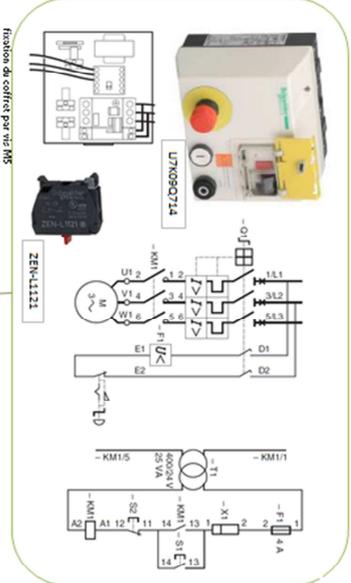
Conclusion :

A ce stade du prototype du décortiqueur encore en évolution et dans la mesure où la sécurité des personnes avant intervention au niveau du rotor est assurée par le coffret de démarrage et le processus de consignation, l'architecture matérielle sera la suivante :

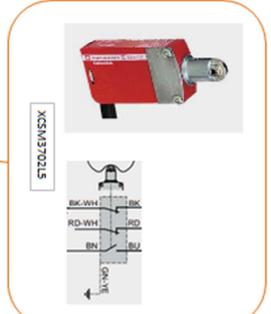
- 1 coffret de démarrage moteur décortiqueur réf : LJ7K09Q714 aménagé pour avoir un seul marche-arrêt et un seul arrêt d'urgence sur la machine
- 1 coffret annexe avec disjoncteur + contacteur réf : GV2ME06K1B7 spécifique moteur ventilateur
- 1 Interrupteur de sécurité réf : XC SM 3702L5 au niveau du capot d'accès au rotor intervenant directement sur la commande du coffret de démarrage moteur
- accessoires et raccordement suivant schéma électrique de principe ci-après

Schéma électrique décorcteur (rev du 25-08-2020)

- 1 Coffret de démarrage réf. Schneider: LUTK09Q714**
 (principal contenu: disjoncteur GV2M14 + contacteur LC1K0910B7 (24V) + transformateur 400/24V + fusible 20x5 - 4A)
1 Contact NF supplémentaire pour l'arrêt d'urgence réf:ZEN-112121
6 Presse-étoupe PG13

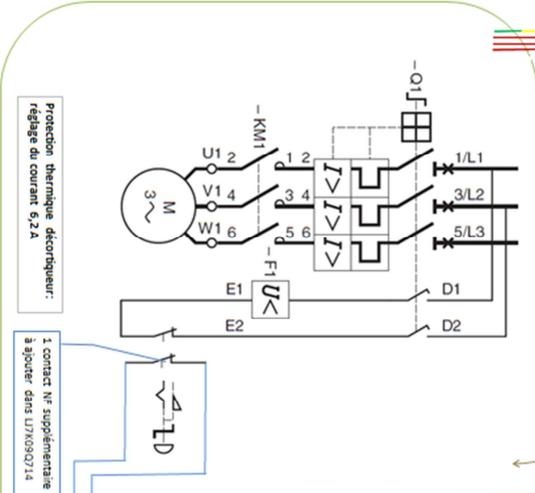


- 1 interrupteur de sécurité réf: Schneider: XCSM3702L5**



Interrupteur sur capot avant

Schéma électrique du coffret décorcteur



Protection thermique décorcteur: réglage du courant 6,2 A

1 contact NF supplémentaire à ajouter dans LUTK09Q714

câble 60/75 ou supérieur du câble du XCSM3702L5

- 1 Coffret vide réf. Schneider: LETGVMEK**
1 Démarreur-moteur réf. Schneider: GV2ME06K1B7 (1-1.6A)
 (contenu: disjoncteur GV2ME06 + contacteur LC1K06 + bloc GV2AF01)
1 Déclencheur à manque de tension réf: Schneider: GVAX385 (pour AU)
3 Presse-étoupe PG13

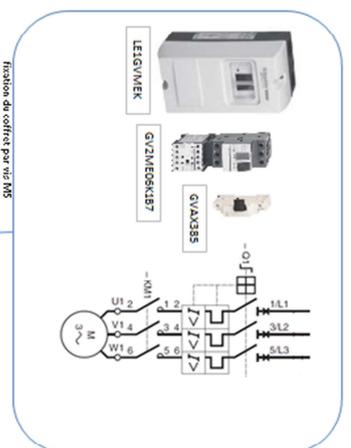
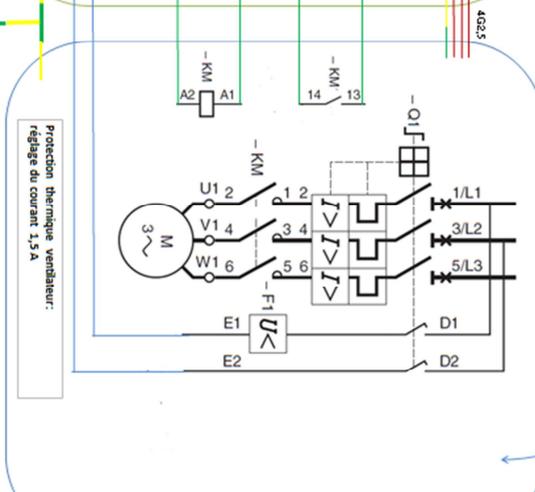


Schéma électrique du coffret ventilateur



Protection thermique ventilateur: réglage du courant 1,5 A

Terre sur masse châssis décorcteur et optione

Schéma électrique