

L I V R E B L A N C

Collection « Automatiser ses flux industriels »

Automatiser sa fin de ligne

Dépalettisation, décartonnage, mise en carton, palettisation : le guide pratique pour les PME

Pour les dirigeants, responsables de production et responsables méthodes de l'agroalimentaire, de la pharmacie et de l'industrie

PRIMAGROUP — PRIMAPLAST

Automatiser • Identifier • Sécuriser

2026 | primagroup.fr

Préambule

Dans beaucoup d'usines, la production est automatisée... jusqu'à la sortie de la machine. Ensuite, ce sont des opérateurs qui saisissent les produits, forment les cartons, les ferment, les empilent sur palette, et parfois, en amont, défont des palettes et ouvrent des cartons pour alimenter la ligne. Ces tâches sont **répétitives, physiques, difficiles à pourvoir en personnel** et souvent à l'origine du goulot de la ligne.

La fin de ligne (et son symétrique, l'amont de ligne) est donc souvent le **meilleur premier projet d'automatisation** pour une PME : les gains sont visibles, le périmètre est délimité, et le procédé de fabrication lui-même n'est pas modifié. Encore faut-il choisir les bons postes, les bonnes briques techniques, et intégrer la solution dans un atelier qui continue de tourner.

Ce livre blanc est un guide concret pour structurer cette démarche : cartographier sa fin de ligne, choisir quoi automatiser en premier, comparer les solutions, bâtir un dossier économique honnête et préparer la consultation d'un intégrateur. Il s'appuie sur l'expérience de PRIMAPLAST, filiale de PRIMAGROUP, qui conçoit, fabrique et intègre convoyeurs, lignes de process et solutions robotisées depuis 1993.

Ce livre blanc fait partie de la collection « Automatiser ses flux industriels » de PRIMAPLAST, avec « Concevoir une ligne hygiénique en inox » et « Réduire la pénibilité au poste de travail ». Il complète les livres blancs PRIMAGROUP déjà publiés sur le choix d'un convoyeur et sur la conduite d'un projet de convoyage en site actif.

Chapitre 1 : Pourquoi commencer par la fin de ligne

7

postes types de fin de ligne

4

quadrants de priorité

3

familles de solutions

12

points de la check-list

1.1 Une zone qui concentre les difficultés

La fin de ligne cumule plusieurs caractéristiques qui en font une cible naturelle d'automatisation :

- **Des gestes répétitifs et des charges cumulées** : saisir, tourner, empiler, des centaines ou des milliers de fois par poste.
- **Des postes difficiles à pourvoir et à stabiliser** : la pénurie de main-d'œuvre touche en premier les postes physiques et peu valorisés.
- **Un goulot fréquent** : la machine de production peut produire plus vite que l'équipe ne conditionne, ou la ligne s'arrête lorsqu'un opérateur s'absente.
- **Une variabilité de qualité** : cartons mal fermés, palettes instables, erreurs d'étiquetage ou de comptage.

1.2 Un projet au périmètre maîtrisable

Automatiser la fin de ligne ne modifie pas la recette, la formulation ou le procédé de fabrication. Le risque technique est donc plus contenu qu'un projet de transformation du cœur de process. Les briques techniques sont connues et éprouvées : convoyage, accumulation, encaissage, palettisation, filmage. La difficulté réside dans leur **assemblage sur mesure**, adapté à vos produits, vos formats, votre place et votre organisation.

Le bon réflexe n'est pas de demander « combien coûte un robot de palettisation ? », mais « quel poste de ma fin de ligne me coûte le plus en pénibilité, en arrêts et en recrutement, et quelle solution le traite le plus simplement ? ».

Chapitre 2 : Cartographier sa fin de ligne

Avant de parler de solution, il faut décrire précisément la situation actuelle. Une demi-journée d'observation structurée sur le terrain vaut mieux que plusieurs réunions sur plan.

Dépalettisation et décartonnage en amont suivent la même logique, en sens inverse



En rose : les postes où la manutention répétitive est souvent la plus lourde

Figure 1 — Les postes types d'une fin de ligne (schéma de principe)

2.1 Les données à recueillir

Donnée	Pourquoi elle compte	Comment l'obtenir
Cadence nominale et cadence de pointe	Dimensionne convoyeurs, accumulation et robot	Compteurs machine, relevés sur plusieurs postes
Liste des formats (produits, cartons, palettes)	La variété de formats est le premier facteur de complexité	Fiches articles, nomenclatures d'emballage
Fréquence des changements de format	Conditionne le temps et la simplicité des changements	Planning de production
Poids, dimensions, fragilité des produits	Choix de la préhension et des vitesses	Mesures sur échantillons réels
Opérateurs affectés par poste et par équipe	Base du calcul des gains et de la réaffectation	Organisation des équipes
Arrêts et micro-arrêts liés à la fin de ligne	Mesure du goulot et du potentiel de gain	Relevé des arrêts, observation
Place disponible, accès, hauteur sous plafond	Faisabilité physique de l'implantation	Relevé terrain, plan à jour
Interfaces existantes (machines, étiqueteuse, ERP)	Points de raccordement et d'échange de signaux	Documentation des équipements

2.2 Observer ce que les chiffres ne montrent pas

- Les gestes réellement effectués, y compris les « petits » gestes de correction (redresser un produit, recalcr un carton).
- Les postures contraignantes : flexion pour atteindre le bas d'une palette, rotation du tronc, bras au-dessus des épaules.
- Les attentes et les déplacements : chercher des cartons vides, évacuer une palette, aller chercher un chariot.
- Les savoir-faire implicites : un opérateur expérimenté compense souvent des défauts de produit ou d'emballage qu'une machine ne compensera pas.

Ce dernier point est décisif : une automatisation échoue souvent parce que l'humain corrigeait en permanence une variabilité invisible (carton déformé, produit mal orienté). Identifier ces corrections permet de les traiter à la source ou de les intégrer au cahier des charges.

Chapitre 3 : Choisir quoi automatiser en premier

Toutes les tâches ne se valent pas. Pour prioriser, croisez deux dimensions : le **gain attendu** (pénibilité, fréquence, poids, effet goulot, difficulté de recrutement) et la **complexité technique** (variété de formats, fragilité, besoin de dextérité, place disponible).

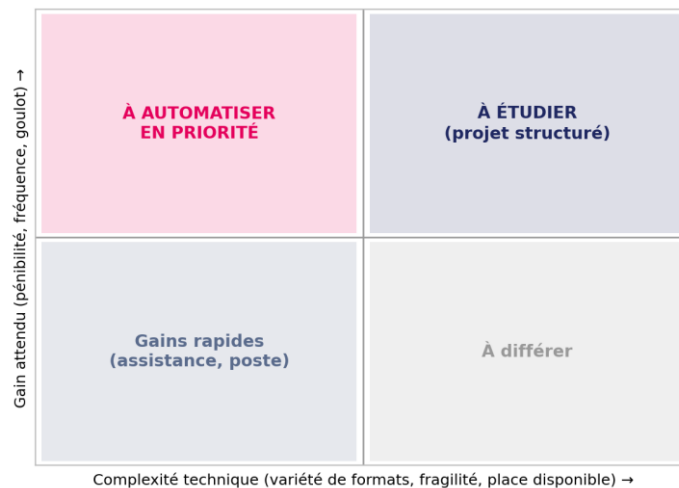


Figure 2 — Matrice de priorisation des tâches de fin de ligne

Quadrant	Interprétation	Démarche recommandée
Gain élevé, complexité faible	Tâche répétitive, formats stables, produits robustes	Automatiser en priorité : retour rapide, risque limité
Gain élevé, complexité élevée	Tâche pénible mais très variable ou délicate	Projet structuré : étude, essais, solution modulaire
Gain modéré, complexité faible	Gêne ponctuelle, effort modéré	Gains rapides : aide à la manutention, aménagement de poste
Gain faible, complexité élevée	Tâche rare ou très spécifique	Différer ; réévaluer si les volumes évoluent

3.1 Les tâches qui se prêtent le mieux à l'automatisation

- **La palettisation** de cartons de formats stables : charge cumulée importante, geste répétitif, plan de palettisation programmable.
- **La dépalettisation** en amont de ligne, couche par couche ou unitaire, lorsque les palettes entrantes sont régulières.
- **Le transfert, l'accumulation et l'alignement** des produits entre machines, souvent traités par du convoyage avant toute robotique.
- **La formation, la fermeture et l'étiquetage des cartons**, lorsque les formats sont peu nombreux.

3.2 Les tâches qui demandent plus de prudence

- La manipulation de produits très fragiles, souples ou de formes irrégulières.
- Les mélanges de références sur une même palette (préparation de commandes) sans données fiables.
- Les postes où l'opérateur réalise aussi un contrôle qualité visuel non formalisé.

Chapitre 4 : Les briques techniques d'une fin de ligne automatisée

Brique	Fonction	Pertinente quand...	Point de vigilance
Convoyeurs de liaison	Transporter, orienter, espacer les produits	Les postes sont éloignés ou les flux se croisent	Adapter le type de convoyeur au produit et à l'environnement
Accumulation / tampon	Absorber les écarts de cadence entre postes	Un poste aval s'arrête plus souvent que l'amont	Dimensionner selon la durée des arrêts à absorber
Dépalettiseur	Défaire les palettes entrantes	Les palettes sont régulières et répétitives	Tolérance aux palettes déformées ou mal filmées
Décartonnage	Ouvrir et vider les cartons d'approvisionnement	Volumes réguliers, cartons standardisés	Variabilité des cartons fournisseurs
Encaisseuse / mise en carton	Placer les produits dans les cartons	Formats peu nombreux, cadence soutenue	Temps de changement de format
Fermeture, étiquetage	Fermer, identifier, tracer	Toujours : c'est souvent la brique la plus simple	Lisibilité et conformité de l'étiquette
Palettiseur (robot ou couche)	Constituer les palettes selon un plan	Charge cumulée importante, formats stables	Stabilité de la palette, gestion des intercalaires
Filmage, évacuation	Stabiliser et sortir la palette	Flux de palettes régulier	Accès chariot et sécurité de la zone

Le choix du convoyeur lui-même (bande, bande modulaire, rouleaux, chaîne) est détaillé dans le livre blanc PRIMAGROUP « Choisir son convoyeur ».

Chapitre 5 : Robot, cobot ou machine dédiée ?

Solution	Atouts	Limites	Profil typique
Machine dédiée (palettiseur couche, encaisseuse)	Cadence élevée, simplicité d'usage	Moins flexible si les formats changent souvent	Grandes séries, formats stables
Robot industriel en cellule	Flexibilité, charges importantes, plans de palettisation variés	Cellule protégée, emprise au sol	Formats multiples, cadence moyenne à élevée
Robot collaboratif (cobot)	Emprise réduite, programmation simplifiée	Charges et vitesses plus limitées ; sécurité à démontrer	Cadence modérée, petites charges, espace contraint
Convoyage et automatisme simples	Coût et risque faibles	Ne remplace pas une préhension complexe	Transferts, accumulation, orientation

Sécurité

Un cobot n'est pas sûr « par nature ». Sa sécurité dépend de l'application complète : outil de préhension, charge transportée, vitesses, environnement. Une **analyse de risques** de l'application reste indispensable, conformément à la réglementation machines et aux normes applicables aux robots (série ISO 10218, ISO/TS 15066 pour les applications collaboratives).

5.1 La règle de la solution la plus simple

Avant d'envisager un robot, vérifiez qu'un convoyeur bien conçu, un dispositif d'orientation ou une table d'accumulation ne suffit pas à supprimer une partie de la manutention. La solution la plus simple qui traite le problème est généralement la plus fiable, la plus facile à maintenir et la plus rapide à rentabiliser.

Chapitre 6 : Intégrer la solution dans l'existant

6.1 Les interfaces à anticiper

- **Mécaniques** : hauteurs de transfert, sens de défilement, raccordement aux convoyeurs existants.
- **Électriques et automatisme** : échange de signaux avec la machine amont (marche, arrêt, défaut, saturation), arrêts d'urgence communs.
- **Données** : récupération des références produits, impression d'étiquettes, comptage, éventuel lien avec l'ERP.
- **Humaines** : circulation des opérateurs et des chariots, accès pour l'approvisionnement en cartons et palettes vides, accès maintenance.

6.2 Les changements de format

Dans une PME multi-références, le temps et la simplicité des changements de format déterminent souvent la performance réelle de la ligne davantage que sa cadence maximale. Exigez une description du changement de format (réglages manuels, repères, recettes automatiques) et, si possible, une démonstration.

6.3 Installer sans arrêter la production

Préfabrication et essais en atelier, installation par phases, basculement lors d'un arrêt planifié : ces méthodes, détaillées dans le livre blanc PRIMAGROUP « Réussir un projet de convoyage sans arrêter sa production », s'appliquent pleinement à la fin de ligne.

Chapitre 7 : Bâtir un dossier économique honnête

Un dossier d'investissement crédible ne repose pas sur un « ROI type » trouvé sur internet, mais sur **vos propres données**. La structure suivante permet de le construire.

Rubrique	Contenu	Source de la donnée
Investissement	Équipements, intégration, installation, formation, mise en service	Offre de l'intégrateur
Coûts d'exploitation	Maintenance, consommables (film, intercalaires), énergie	Offre de l'intégrateur, historique
Gains de main-d'œuvre	Heures de manutention libérées et réaffectées (pas forcément supprimées)	Cartographie du chapitre 2
Gains de capacité	Production supplémentaire permise par la suppression du goulot	Relevé des arrêts et cadences
Gains de qualité	Réduction des erreurs, casses, palettes non conformes, réclamations	Historique qualité
Coûts évités	Absentéisme et restrictions d'aptitude liés aux postes pénibles, intérim, recrutement	Ressources humaines
Aides mobilisables	Dispositifs publics en vigueur à la date du projet	À vérifier au cas par cas

La formule de base

Temps de retour (années) = Investissement net ÷ (Gains annuels – Coûts d'exploitation annuels supplémentaires)

Faites le calcul avec une hypothèse prudente et une hypothèse réaliste. Si le projet n'est rentable qu'avec l'hypothèse optimiste, redimensionnez-le.

Les gains de main-d'œuvre doivent être exprimés en **heures réaffectées** : dans la plupart des PME, l'automatisation de la fin de ligne ne supprime pas des emplois mais libère du temps pour des tâches à plus forte valeur (contrôle, approvisionnement, réglages, polyvalence), tout en réduisant la dépendance aux postes difficiles à pourvoir.

Chapitre 8 : Exemples de démarche

Avertissement

Les exemples ci-dessous sont des **cas illustratifs construits à des fins pédagogiques**. Ils ne décrivent pas des réalisations clients de PRIMAPLAST et ne doivent pas être lus comme des références commerciales.

Exemple A — Palettisation dans une PME agroalimentaire

Situation : deux opérateurs par équipe palettisent manuellement des cartons de trois formats. **Démarche** : cartographie, constat que la palettisation est le poste le plus pénible et le goulot en fin d'équipe ; étude d'une cellule de palettisation robotisée avec plans de palettisation par format, convoyeur d'accumulation en amont et zone sécurisée d'évacuation. **Enseignement** : l'accumulation amont est aussi importante que le robot pour absorber les variations de cadence.

Exemple B — Alimentation d'une ligne de conditionnement pharmaceutique

Situation : des opérateurs ouvrent des cartons de composants pour alimenter une machine. **Démarche** : analyse de la variabilité des cartons fournisseurs, travail avec les achats pour standardiser l'emballage entrant, puis étude d'un décartonnage automatisé. **Enseignement** : la standardisation de l'emballage fournisseur conditionne la faisabilité.

Exemple C — Atelier industriel multi-références à faible cadence

Situation : beaucoup de références, petites séries, peu de place. **Démarche** : la robotisation complète est écartée ; un convoyeur d'amenée à bonne hauteur, une table élévatrice pour la palette et un poste de mise en carton ergonomique traitent l'essentiel de la pénibilité. **Enseignement** : l'automatisation ciblée et l'ergonomie sont souvent la meilleure première étape.

Chapitre 9 : Les erreurs fréquentes

01	Partir de la technologie Choisir un robot avant d'avoir cartographié la fin de ligne et identifié la vraie contrainte.
02	Sous-estimer la variabilité Cartons fournisseurs irréguliers, produits mal orientés, palettes déformées : ce que l'humain corrigeait doit être traité.
03	Oublier les changements de format Une cadence élevée ne compense pas des changements de format longs et complexes.
04	Négliger l'accumulation Sans tampon, chaque micro-arrêt d'un poste arrête toute la ligne.
05	Ignorer les flux humains Approvisionnement en cartons, évacuation des palettes, accès maintenance non prévus.
06	Promettre des gains non mesurés Un dossier économique sans données terrain ne résiste pas à la première question de la direction.
07	Exclure les opérateurs du projet Ils connaissent les aléas réels et conditionnent l'adoption de la solution.

Chapitre 10 : Check-list et questions à poser à son intégrateur

10.1 Check-list de préparation

- ☐ Les postes de fin de ligne et d'amont de ligne sont cartographiés.
- ☐ Les cadences nominales et de pointe sont mesurées.
- ☐ La liste des formats produits, cartons et palettes est établie.
- ☐ La fréquence des changements de format est connue.
- ☐ Poids, dimensions et fragilité des produits sont mesurés sur échantillons.
- ☐ Les arrêts liés à la fin de ligne sont relevés.
- ☐ Les corrections manuelles réalisées par les opérateurs sont identifiées.
- ☐ Les tâches sont priorisées selon gain et complexité.
- ☐ La place disponible et les accès sont relevés sur le terrain.
- ☐ Les interfaces avec les équipements existants sont listées.
- ☐ Les opérateurs et la maintenance ont été consultés.
- ☐ Le dossier économique est construit avec des données réelles.

10.2 Questions à poser à votre intégrateur

- 1. Quelle est, selon vous, la contrainte principale de notre fin de ligne ?
- 2. Quelle solution plus simple avez-vous écartée, et pourquoi ?
- 3. Comment votre solution gère-t-elle nos formats et nos changements de format ?
- 4. Que se passe-t-il quand un produit ou un carton est hors tolérance ?
- 5. Quelle accumulation prévoyez-vous, et pour absorber quels arrêts ?
- 6. Comment se fait l'installation sans arrêter notre production ?
- 7. Quels essais réalisez-vous avant livraison, avec nos produits ?
- 8. Qui assure la maintenance et dans quels délais d'intervention ?

Chapitre 11 : Questions fréquentes

Une PME peut-elle rentabiliser une automatisation de fin de ligne ?

Oui, lorsque le projet est dimensionné à ses volumes et à sa variété de formats. La rentabilité se calcule avec ses propres données ; une solution modulaire et ciblée est souvent plus adaptée qu'une ligne entièrement robotisée.

Faut-il obligatoirement un robot pour palettiser ?

Non. Selon les formats et la cadence, un palettiseur couche par couche, un robot en cellule ou un cobot peuvent convenir. Pour de faibles volumes, une aide à la manutention peut suffire.

Un cobot peut-il travailler sans protection ?

Pas automatiquement. La sécurité dépend de l'application complète et doit être démontrée par une analyse de risques. Des protections ou des dispositifs de détection peuvent rester nécessaires.

Peut-on automatiser une ligne qui change souvent de produit ?

Oui, à condition d'intégrer dès la conception la gestion des formats : réglages repérés, recettes, préhension adaptable. C'est un critère central du cahier des charges.

Combien de temps dure un projet de ce type ?

Cela dépend du périmètre. L'étude, la fabrication, les essais en atelier et l'installation par phases sont à planifier avec l'intégrateur selon vos fenêtres d'arrêt.

Que deviennent les opérateurs ?

Dans la plupart des cas, ils sont réaffectés à des tâches à plus forte valeur : surveillance de la ligne, approvisionnement, contrôle, réglages. Les associer au projet facilite cette évolution.

Synthèse et conclusion

Automatiser sa fin de ligne est souvent le premier projet d'automatisation le plus rentable et le moins risqué pour une PME, à condition de le conduire avec méthode :

- Cartographier la situation réelle, y compris les corrections manuelles invisibles.
- Prioriser les tâches selon le gain attendu et la complexité technique.
- Choisir la solution la plus simple qui traite le problème, robot ou non.
- Anticiper les interfaces, les changements de format et l'installation en site actif.
- Bâtir un dossier économique sur ses propres données, avec une hypothèse prudente.

Ce type de projet demande un partenaire capable à la fois de concevoir, de fabriquer, d'intégrer et de rester proche du terrain : c'est précisément l'intérêt d'une structure à taille humaine dotée de son propre bureau d'études et de ses propres ateliers.

À propos de PRIMAPLAST

Depuis 1993, PRIMAPLAST conçoit, fabrique et installe des solutions d'automatisation et de manutention pour les industriels, avec une forte présence dans l'agroalimentaire et la pharmacie. Basée à Libercourt, dans les Hauts-de-France, l'entreprise dispose de son propre bureau d'études, fabrique elle-même les équipements qu'elle conçoit et en assure le montage.

Pour la fin de ligne, PRIMAPLAST conçoit et fabrique les convoyeurs de liaison et d'accumulation, intègre les solutions robotisées (décartonnage, dépalettisation, palettisation) et les postes de travail ergonomiques, et raccorde l'ensemble à vos équipements existants.

Un interlocuteur unique, de l'étude à la mise en service

01	Étude Bureau d'études intégré : études mécaniques, études d'automatisme et électriques, conception sur mesure adaptée au besoin.
02	Fabrication Fabrication en propre des équipements : convoyeurs, systèmes de manutention en continu, navettes, postes de travail ergonomiques, métallerie industrielle et fabrication spécifique.
03	Intégration Intégration robotique, raccordement aux équipements existants, respect des exigences d'hygiène et de sécurité des secteurs exigeants.
04	Installation et suivi Montage sur site, mise en service, maintenance et interventions sur site.

Parmi les réalisations présentées sur primagroup.fr figurent notamment une ligne automatisée de lavage de conteneurs IBC, une ligne robotisée de décartonnage, un dépalettiseur automatique, des convoyeurs inox réglables, élévateurs ou squelettiques pour environnements hygiéniques, et des convoyeurs à bande modulaire avec poste de travail intégré.

Parlons de votre projet

Vous souhaitez automatiser votre fin de ligne ? Décrivez vos produits, vos formats et vos cadences à l'équipe PRIMAPLAST : elle vous proposera une visite terrain pour étudier la solution adaptée.

Convoyeurs et ligne de production : primagroup.fr/automatisation-industrielle-et-optimisation-des-process/convoyeurs-et-ligne-de-production/

Robot industriel et automatisation industrielle : primagroup.fr/automatisation-industrielle-et-optimisation-des-process/robot-industriel-et-automatisation-industrielle/

Poste de travail ergonomique : primagroup.fr/automatisation-industrielle-et-optimisation-des-process/poste-de-travail-ergonomique/

Contact et demande de devis : primagroup.fr/contact

PRIMAPLAST — ZI Les Portes du Nord, 1 rue Georges Charpak, 62820 Libercourt — 03 21 08 93 40

PRIMAPLAST, une expertise du groupe PRIMAGROUP

Repris en 2022 par Matthieu Guérault et Philippe Devaux, PRIMAGROUP est un groupe industriel français dont la mission est de concevoir et fabriquer des solutions sur mesure pour **automatiser, identifier et sécuriser les flux et les produits**, en France et à l'international.

Automatiser les flux est le premier verbe de la mission du groupe. PRIMAPLAST en porte l'expertise industrielle : concevoir et intégrer les équipements qui font circuler les produits, de la sortie de machine jusqu'à la palette.

Entité	Expertise
PRIMAPLAST	Intégration de machines et lignes de process automatisées
PRIM'INJECTION	Fabrication de pièces plastiques techniques par injection
MORIN GRAVURE	Gravure industrielle et marquage (fondée en 1842)
LIGAREX	Solutions de serrage inox (spécialiste depuis 1939)
ETIGO	Scellés de sécurité, colliers de serrage, solutions d'identification professionnelle et événementielle

Toutes les entités du groupe partagent une même exigence : des solutions conçues et fabriquées en France, avec rigueur, pour durer.

Découvrez le groupe et l'ensemble de ses expertises : www.primagroup.fr

Pour aller plus loin : les livres blancs PRIMAGROUP

[Choisir son convoyeur](#)

[Réussir un projet de convoyage sans arrêter sa production](#)

[Automatisation dans les industries agroalimentaires](#)

Sources et note méthodologique

Ce livre blanc présente des principes généraux et des bonnes pratiques. Il ne contient volontairement aucun chiffre de performance ou de retour sur investissement générique : ceux-ci dépendent de chaque situation. Les exemples du chapitre 8 sont illustratifs. Les informations relatives à PRIMAPLAST et PRIMAGROUP proviennent de leurs supports officiels.

- Directive 2006/42/CE relative aux machines (EUR-Lex) et règlement (UE) 2023/1230 sur les machines, applicable à compter du 20 janvier 2027.
- Série ISO 10218 — Robotique : exigences de sécurité pour les robots industriels et leur intégration.
- ISO/TS 15066 — Robots et dispositifs robotiques : robots collaboratifs.
- Série NF EN 415 — Sécurité des machines d'emballage, dont la partie relative aux palettiseurs et dépalettiseurs.
- PRIMAGROUP — page d'accueil et pages « Automatisation industrielle et optimisation des process » : www.primagroup.fr (consulté en octobre 2026) ; plaquette de présentation PRIMAPLAST.