



Accroissement de la capacité de production de pommes de terre de semence de première génération pour répondre à la demande croissante de l'industrie québécoise.

Projet 12-1-014

Dans le cadre du  
Programme de soutien aux stratégies sectorielles de développement  
(PSSSD)

13 décembre 2013

## Sommaire

1. INFORMATIONS SUR LES PERSONNES RESSOURCES.....	3
2. RAPPEL DES OBJECTIFS.....	3
3. ÉTAPE DU PROJET ET ÉTAT D'AVANCEMENT DES TRAVAUX.....	4
4. FAITS SAILLANTS DU PROJET.....	5
5. RÉSULTATS.....	5
6. APPLICATIONS ET IMPACT DU PROJET POUR L'INDUSTRIE.....	10
7. VISIBILITÉ.....	11
8. INDICATEURS DE PERFORMANCES.....	11
9. CONCLUSION.....	11

## 1. INFORMATIONS SUR LES PERSONNES RESSOURCES

Responsables du projet : M. Pierre Chouinard de Les Semences Élite du Québec. Il est appuyé par MM. Réjean Dubé et André Théberge.

Collaborateurs au projet : M. Jacques Thériault, Serres Innov  
M. Gilbert Bilodeau, Centre d'expertise en horticulture ornementale du Québec (IQDHO)  
M. André Gagnon, Progest2001 inc.

## 2. RAPPEL DES OBJECTIFS

L'objectif principal du projet est d'augmenter la capacité de production de semence de première génération pour répondre à l'augmentation de la demande des producteurs de semence du Québec en semence exempte de virus ainsi qu'à la demande de l'industrie du Québec pour de nouvelles variétés de pommes de terre.

Les objectifs spécifiques du projet sont pour leur part :

1. Abaisser d'une génération les semences vendues au Québec dont les variétés sont sensibles aux virus ;
2. Accroître le nombre de variétés disponibles à l'industrie de la pomme de terre du Québec ;
3. Introduire sur le marché du Québec de nouvelles variétés résistantes ou tolérantes aux virus, et ce, rapidement avec une capacité de production accrue ;
4. Créer des occasions d'affaires pour tous les maillons de la filière ;
5. Limiter les pertes de l'industrie reliées au taux de virus (IRDQ # 400074). Rendre l'industrie du Québec plus compétitive ;
6. Permettre à l'industrie du Québec de répondre à des créneaux de marchés qui se développent et/ou dans lequel l'industrie n'est pas présente actuellement (creamer, couleur, etc.) ;
7. D'appuyer certains acteurs de la filière dans leurs démarches de consolidation et de développement de marché.

Pour ce faire, neuf étapes étaient prévues au protocole. Voici donc les dates de début et de fin pour chaque étape ainsi que l'état d'avancement des travaux.

### 3. ÉTAPE DU PROJET ET ÉTAT D'AVANCEMENT DES TRAVAUX

Tableau 1

Date de début et de fin pour chaque étape ainsi que l'état d'avancement des travaux

ÉTAPE	CALENDRIER PRÉVU		ÉTAT D'AVANCEMENT DES TRAVAUX
	DATE DE DÉBUT	DATE DE FIN	
Aménagement de deux nouvelles serres hydroponiques totalisant près de 1 000 m <sup>2</sup>	15 septembre 2012	Fin février 2013	Complété à 100 %
Conversion de la moitié de la serre terreau en aéroponie totalisant près de 130 m <sup>2</sup>	15 septembre 2012	Fin février 2013	Complété à 100 %
Augmentation de la capacité des équipements dans les chambres de croissance et dans le laboratoire <i>in vitro</i>	15 septembre 2012	31 mars 2014	Complété à 100 %
Achat de boîtes pour l'entreposage de la production supplémentaire de TNU <sup>1</sup> , PE <sup>2</sup> , E <sup>3</sup>	15 septembre 2012	Fin octobre 2013	Complété à 100 %
Démarrage de la production en serre	Mars 2013 (hydroponie) Avril 2013 (aéroponie)	Fin octobre 2013	Complété à 100 %
Achat et installation d'équipements d'instrumentation et de contrôle pour l'entrepôt ainsi que de divers équipements	Mars 2013	Mars 2014	Complété à 100 %
Production	Juin 2013	Octobre 2013	Complété à 100 %
Suivi de l'aménagement ainsi que de la production aéroponique par un consultant tout au long du processus	1 <sup>er</sup> octobre 2012	31 mars 2014	Complété à 100 %
Prise de données afin d'optimiser l'efficacité des systèmes de production	Mars 2013	Mars 2014	Complété à 100 %

<sup>1</sup> TNU; tubercule nucléaire

<sup>2</sup> PE ; Pré-Élite

<sup>3</sup> E1 ; Élite 1

#### 4. FAITS SAILLANTS DU PROJET

Le projet des SEQ s'est très bien déroulé. Toutes les améliorations apportées, l'achat d'équipements et la construction de nouvelles structures, la mise en place de pratiques uniformisées nous permettent d'atteindre l'objectif principal qui est d'augmenter la capacité de production de semence de première génération exempte de virus ainsi qu'à la demande de l'industrie du Québec pour de nouvelles variétés de pommes de terre.

Après une année de production, nous pouvons affirmer que le projet a permis d'augmenter la quantité de tubercules nucléaires (TNU) récoltés, passant de 397 000 en 2012 à plus de 750 000 pour la saison 2013 soit près du double. À elle seule, la quantité de TNU de la variété Goldrush est passée de 95 500 TNU en 2012 à 385 000 TNU cette année. Nous parlons d'une augmentation de plus de quatre fois, et ce, sans affecter les autres variétés. Ces résultats indiquent que pour la saison de production 2014, c'est tout près de 15 hectares de TNU qui seront plantés dans les champs des SEQ. Pour la Goldrush uniquement, nous parlons d'une superficie de plantation, en TNU, de 1,74 ha en 2013 et de 7,00 ha en 2014. La possibilité d'abaisser d'au moins une génération les pommes de terre de semences dans les variétés plus sensibles aux virus devient réalisable.



De plus, l'augmentation des superficies de plantation en serres, combiné à l'optimisation des conditions de croissance dans le laboratoire et les chambres de croissance permet de multiplier beaucoup plus rapidement les nouvelles variétés qui présentent un intérêt pour les producteurs québécois.

#### 5. RÉSULTATS

Les améliorations effectuées au niveau du laboratoire ont permis de doubler, et même un peu plus, la superficie d'entreposage des plantules *in vitro*. Nous avons maintenant beaucoup plus de tablettes avec un éclairage adéquat. Les répercussions sont que les plantules poussent beaucoup plus rapidement et que nous pouvons multiplier un plus grand volume. En ayant un éclairage vraiment adapté à la croissance *in vitro*, les plantules poussent à un rythme impressionnant. Les multiplications se faisaient aux trois à quatre semaines alors que maintenant, il faut environ dix jours pour procéder à un nouveau bouturage. La multiplication est plus rapide par conséquent, plus de plantules en moins de temps.

En plus, nous disposons maintenant d'une superficie d'entreposage plus grande alors nous ne sommes plus contraints d'attendre avant de multiplier, faute de place. Comme le prévoyait son mandat, M. Gilbert Bilodeau de l'IQDHO a apporté son soutien technique afin d'optimiser la chambre de croissance et le laboratoire. Son expertise concernant la croissance des boutures en chambres de croissance a permis de gagner encore du temps à cette étape de la chaîne de production. L'achat d'un système d'eau distillée a permis d'être autonome sur ce plan.



**Serres hydroponiques :** les travaux d'aménagement se sont très bien déroulés. Les échéanciers ont été respectés, ce qui nous a permis de procéder aux plantations dans les serres hydroponiques et dans la serre aéroponique dans les délais prévus.

Les deux nouvelles serres hydroponiques étaient prêtes pour la plantation dès le mois de mars. Malgré quelques petites corrections qui ont dû être apportées en début de production, les résultats ont été excellents. M. Jacques Thériault, agr. des Serres Innov. a fourni un soutien technique au projet

quant à l'aménagement des serres et la régie de la production aéroponique. Son expertise a permis d'augmenter le rendement, surtout pour la deuxième production, qui a débuté en juin 2013. Pour la première production, les rendements ont été bons, mais puisque les correctifs ont été apportés après cette dernière, nous n'avons pas pu valider les nouvelles méthodes.

Depuis la création des serres hydroponiques aux SEQ, nous avons toujours eu des difficultés avec la deuxième production. Les raisons peuvent être nombreuses : chaleur extrême dans la serre, température de l'eau trop élevée, augmentation de certaines pourritures des tubercules en raison de l'eau trop chaude et plants qui mettent beaucoup trop d'énergie à développer son feuillage et non des tubercules. Avec les correctifs apportés par M. Thériault, nous avons eu une deuxième production presque équivalente à la première. Par exemple, pour la variété Goldrush, nous avons récolté 117 000 TNU en première production et 110 000 TNU pour la seconde. La diminution est de seulement 6 %, du jamais vu. Ces chiffres sont pour une serre complète de Goldrush. Nous ne pouvons pas comparer ce chiffre avec l'année 2012 puisque nous n'avons pas de serre complète de Goldrush en deuxième production et que les serres disponibles l'année dernière étaient plus petites que les deux nouvelles serres de cette année, par contre, nous pouvons comparer les rendements par plant (tableau 2).

**Tableau 2**

**Comparaison des rendements (en TNU/plant) entre les saisons de production 2012 et 2013**

SAISON 2012		SAISON 2013	
1 <sup>ÈRE</sup> PRODUCTION	2 <sup>E</sup> PRODUCTION	1 <sup>ÈRE</sup> PRODUCTION	2 <sup>E</sup> PRODUCTION
27	7	24	22

La première production ne donne pas de différence significative, mais avec les corrections que nous avons mises de l'avant, nous serons en mesure de voir une différence à la saison de production en 2014. La deuxième production, quant à elle, démontre clairement que les discussions et les essais que nous avons faits avec sont concluants. La deuxième production de 2013 a donné un rendement nettement supérieur à celui enregistré en 2012. De plus, la donnée qui est la plus intéressante est que la deuxième production de 2013 donne un rendement presque identique à celui de la première production. Bref, en plus d'avoir augmenté la superficie de plantation en serre avec la construction des deux nouvelles serres, nous sommes maintenant en mesure d'envisager une deuxième production à la hauteur de la première.

Toujours en ce qui concerne les serres hydroponiques, la saison 2012 a permis de récolter 269 626 TNU alors que pour la saison 2013, c'est 602 803 TNU qui ont été récoltés. L'augmentation est de l'ordre de 2,5 fois plus que pour la saison 2012.

Au cours de la deuxième production, la chaleur de l'eau dans les dalles était un facteur néfaste très difficile à contrôler. Une température trop élevée pouvait amener comme problèmes : des dommages permanents aux racines et un risque phytosanitaire plus élevé. Ce facteur a pu être corrigé par l'achat d'un refroidisseur d'eau. Pour la deuxième production de la saison 2013, la température de l'eau s'est maintenue sous 27 °C alors que dans les années précédentes, nous avons déjà observé une température dépassant les 35 °C. L'achat du refroidisseur d'eau contribue certainement à la réussite de la deuxième production.





**Serres aéropoiques :** en ce qui a trait à la serre aéropoique, elle a été plantée comme prévu au début du mois d'avril. La culture aéropoique étant une technique complètement nouvelle aux SEQ, les employés ont dû se familiariser avec le processus et surtout, comprendre le fonctionnement des plants dans ce type de culture. La première production, bien qu'elle ait donné de bons rendements (tableau 3), a été difficile. Nous avons perdu le contrôle sur la croissance des plants et la tubérisation a été très longue à débiter. En discutant avec M. Thériault, nous avons appliqué la même méthode de contrôle que pour la culture hydroponique (engrais) et la technique s'est avérée

efficace pour la culture aéropoique également. De plus, le temps d'arrosage des racines a été diminué, passant d'un ratio temps d'arrosage/temps sans arrosage de 50/50 en première production à un ratio de 20/80 en deuxième production. La différence entre la première et la deuxième production a été surtout marquée pour le temps d'initiation de la tubérisation. Pendant la première production, nous avons attendu près de 8 semaines avant de récolter alors qu'à la deuxième production, c'est 4 semaines qui séparent la plantation de la première récolte. Il faut cependant faire attention puisque la période de l'année est un facteur important alors il est possible que les observations faites entre la première et la deuxième production soient dues, en partie, à ce facteur.

Comme pour la culture hydroponique, les rendements sont extrêmement variables en fonction des variétés. Aux SEQ, nous devons relever tout un défi afin d'essayer d'appliquer des techniques qui vont satisfaire les quelque 50 variétés avec lesquelles nous travaillons. En comparant avec la culture hydroponique, nous pouvons affirmer que les rendements, à l'exception de quelques variétés, se ressemblent. Il est entendu que la culture aéropoique vient de faire ses débuts aux SEQ. La saison de production 2013 était surtout expérimentale. Le but étant de développer une expertise québécoise pour la culture aéropoique.

En terminant la section des tubercules nucléaires, nous aimerions mentionner qu'avec les améliorations apportées aux procédés, aux achats effectués, aux nouvelles constructions, aux manuels de procédures, le département des serres aux SEQ s'attend à produire entre 750 000 et 850 000 TNU annuellement. Pour la première année d'opération des nouvelles serres, malgré les petits pépins de démarrage, nous avons récolté un peu plus de 750 000 TNU alors qu'à la saison 2012 nous avait permis de récolter 397 000 TNU.

**Tableau 3**

**Rendement (TNU/plant) de la première production en culture aéropoique**

VARIÉTÉ	RENDEMENT	VARIÉTÉ	RENDEMENT
Chieftain	23	Kennebec	9
Envol	8	Keuka Gold	30
Goldrush	21	Lamoka	9
Hilite Russet	15	Péribonka	8
HZC01-6087	18	Primevère	14
HZC06-6117	33	Roselys	23
Jemseg	10	Snowbird	19

**Rendement moyen : 17 TNU/plant**



Le projet permettait également d'améliorer certains aspects de la production en champ. Pour ce faire, plusieurs équipements ont été achetés comme un planteur à TNU. La durée de cette opération a été diminuée de façon importante. Nous nous sommes également dotés d'un remplisseur automatique pour la récolte. Les chargements de pommes de terre à la récolte furent déchargés beaucoup plus rapidement qu'auparavant. Ces achats ont permis d'optimiser les opérations de façon substantielle. Étant situé sur la Côte-Nord, il est important de disposer d'équipements qui nous permettent de gagner du temps en raison de l'été écourté et aussi avec une production de TNU plus importante.

L'entreposage des tubercules est un facteur crucial dans la production de pommes de terre. Avec l'augmentation du nombre de TNU produit aux SEQ, nous avons besoin d'augmenter la capacité des équipements dans les chambres de croissance par conséquent, des modifications ont été apportées comme le prévoit le projet avec la modification de la ventilation, de l'éclairage, l'installation de hotte supplémentaire, d'eau distillée et de pulvérisation. Notre capacité d'entreposage des TNU est donc passée de 500 000 TNU à 1 000 000. L'acquisition de boîtes supplémentaires a permis pour sa part répondre à l'augmentation de la production, que ce soit en termes de quantité ou de nombre de variétés. Les entrepôts ont également été améliorés par un système d'instrumentation et de contrôle plus récent, ceci dans le but de mieux contrôler la ventilation, l'humidité et la température assurant ainsi qu'une conservation optimale des pommes de terre.

Afin d'assurer une croissance durable, l'organisation devait de s'assurer de mettre à la disposition des responsables et employés des manuels de procédures optimaux, à la fine pointe de la technologie, et qui répondent aux besoins des clientèles. Ces outils de référence serviront à la fois à des fins opérationnelles et pédagogiques. La révision et l'optimisation des procédures en place répondaient aux objectifs suivants :

- fournir un cadre formel d'exécution des opérations conformes,
- mettre en œuvre un contrôle interne efficace,
- permettre de capitaliser le savoir-faire de l'entreprise,
- faciliter l'adaptation des employés et l'embauche de nouvelles ressources humaines.

M. André Gagnon de Progest2001, a donc révisé et d'optimisé les manuels de procédures comprenant l'ensemble des activités dans les serres, dans les champs et dans le laboratoire ce qui permettra d'augmenter l'efficacité et l'efficacités des systèmes. Une observation sur place des pratiques (en champs et en serres) s'est effectuée tout au long de la saison, de la plantation aux récoltes afin de réviser les procédures. Par ces manuels, les SEQ voulaient s'assurer que les opérations sont uniformisées, peu importe la personne qui les exécute. Les manuels existants ont été révisés et adaptés aux nouvelles pratiques de production (serre aéroponie et hydroponie), mais également d'un point de vue agronomique.

## 6. APPLICATIONS ET IMPACT DU PROJET POUR L'INDUSTRIE

L'objectif principal du projet était d'augmenter la capacité de production de semence de première génération pour répondre à l'augmentation de la demande des producteurs de semence du Québec en semence exempte de virus ainsi qu'à la demande de l'industrie du Québec pour de nouvelles variétés de pommes de terre. Nous avons atteint cet objectif en récoltant, pour l'année de production 2013, au-delà de 750 000 TNU. Les retombées qui étaient envisagées, par objectif, sont :

1. **Accroître la qualité phytosanitaire des pommes de terre, notamment par le contrôle des virus :**
  - 1.1. Moins de pertes économiques reliées au déclassement chez les producteurs.
  - 1.2. Avantage concurrentiel important en ayant des semences saines.
  
2. **Diversifier l'offre de variétés disponibles au Québec :**
  - 2.1. Répondre rapidement aux nouvelles demandes des consommateurs.
  - 2.2. Reprendre les parts de marché dans des créneaux peu exploités (creamer, goût, etc.).
  - 2.3. Diminution des pertes associées à certaines maladies internes dont les variétés présentes sont sensibles en trouvant des variétés de remplacement plus résistantes.

Bien que nous sommes seulement à la fin de la première saison de production depuis les améliorations, nous pouvons dire qu'il y aura un impact certain aux SEQ et à l'industrie. En produisant une quantité beaucoup plus importante de TNU, nous allons, par ricochet, produire beaucoup plus des classes PE et E1. Il sera donc possible, pour les variétés sensibles aux virus, d'abaisser d'une génération les pommes de terre de semences vendues au Québec. Les producteurs de semences du Québec pourront offrir, sur le marché local ou à l'exportation, des semences en E2 au lieu d'offrir de l'E3 ou de l'E4. En offrant comme semences la classe E2, l'acheteur et le vendeur sont gagnants. L'acheteur aura une semence de très grande qualité tandis que le vendeur court beaucoup moins de risque de se retrouver avec des taux de virus importants l'obligeant à déclasser ses lots et ainsi, diminuer ses retombées économiques. Du côté des SEQ, en augmentant nos superficies en PE et E1, nous allons diminuer au maximum les risques phytosanitaires et par le fait même, maintenir nos standards de qualité à un très haut niveau.

Afin de permettre aux producteurs de semences du Québec de demeurer compétitifs, il devenait très important de diversifier l'offre de variétés disponibles pour eux. Les consommateurs deviennent de plus en plus sensibles à l'attrait de la nouveauté et des informations sur leur santé. C'est pourquoi des variétés nouvelles de type creamer, grelot, couleur, goût, etc., commencent à prendre de plus en plus de place dans les parts de marché. Le fait de permettre aux producteurs de bénéficier plus rapidement de nouvelles variétés attrayantes permettra certainement à ceux-ci de reprendre cette partie du marché qu'ils n'ont pas, car la plupart des variétés nouvelles proviennent de l'extérieur du Québec. Dans les années passées, les SEQ se sont toujours fait un devoir d'aider les producteurs de semences quand ils voulaient introduire une nouvelle variété. Par contre, ce qui nous manquait, c'était le pouvoir de multiplication important. Faute de place et de temps, nous ne pouvions pas fournir rapidement une quantité suffisante de semences d'une nouvelle variété à un producteur. Autant dans le laboratoire que dans les serres, la place était insuffisante pour répondre à la demande des producteurs. Avec les améliorations apportées dans le laboratoire et la construction des deux nouvelles serres, nous serons en mesure de répondre rapidement aux demandes des producteurs de semences. Ainsi, des occasions d'affaires seront davantage présentes pour l'ensemble des maillons de la filière (semences, table ou transformation) rendant ainsi l'industrie plus compétitive.

De plus, nous croyons qu'il devient important de développer rapidement de nouvelles variétés qui pourront éventuellement remplacer des variétés soient très sensibles aux virus ou ayant des défauts internes importants. Ces problèmes se traduisent par des pertes économiques importantes pour tous les producteurs de pommes de terre. Avec le pouvoir de multiplication accru dont nous nous sommes dotés, nous pourrions aider l'industrie à regagner certaines parts de marché et ainsi, augmenter les gains économiques.

Mentionnons également l'impact économique direct de ce projet pour la région de Baie-Comeau. La construction des serres et d'autres travaux ont permis d'offrir un emploi temporaire à quatre personnes qui s'est soldé à quatre emplois saisonniers pour les opérations.

## 7. VISIBILITÉ

Les retombées du projet étant très intéressantes pour les SEQ, mais également pour toute la filière pommes de terre au Québec, il est important que l'information soit diffusée. Pour ce faire, le site internet des SEQ est mis à profit via ses inventaires de production. Les SEQ produisent plus de 60 variétés différentes et en ajoutent de nouvelles chaque année. La publication des variétés et volumes disponibles permettent aux producteurs de prendre des décisions stratégiques quant à leur marché. L'information est également diffusée à travers les organisations et comités existants (FPPTQ, associations, etc.).

## 8. INDICATEURS DE PERFORMANCES

À ce titre, nous pouvons dire que pour les SEQ :

- augmentation du nombre de TNU produit pour une saison est passée de 350 000 à 750 000
- augmentation de la capacité de production de Pré-Élite est passée de 6,16 à 13,20 ha
- augmentation de la capacité de production d'Élite 1 est passée de 61,60 à 132,00 ha
- en termes de volume récolté en Pré-Élite, la production va passer de 3 043 à 6 500 quintaux
- en termes de volume récolté en Élite 1 la production va passer de 30 800 à 70 000 quintaux

## 9. CONCLUSION

Le projet « Accroissement de la capacité de production de pomme de terre de semence de première génération pour répondre à la demande croissante de l'industrie québécoise », avait comme objectif principal d'augmenter la capacité de production de semence de première génération pour répondre à l'augmentation de la demande des producteurs de semence du Québec en semence exempte de virus ainsi qu'à la demande de l'industrie du Québec pour de nouvelles variétés de pommes de terre. Les résultats attendus et livrés sont :

- ✓ Aménagement de 2 nouvelles serres ce qui permet de doubler la capacité de production de TNU
- ✓ Conversion de la moitié de la serre terreau en aéroponie, ceci dans le but d'augmenter le nombre de TNU produit dans cette serre et de développer une expertise québécoise dans le domaine
- ✓ Augmentation de la capacité des chambres de croissance et du laboratoire. Multiplier par deux la capacité de bouturage et de plants *in vitro*
- ✓ Augmentation et amélioration des capacités d'entreposage et de conservation des tubercules
- ✓ Augmentation du nombre de TNU récoltés à partir de l'été 2013
- ✓ Augmentation des superficies en TNU plantées aux SEQ pour atteindre 15 hectares en 2014
- ✓ Augmentation des superficies en PE plantées aux SEQ pour atteindre 30 hectares en 2015
- ✓ Augmentation des superficies totales plantées au Québec (en partie aux SEQ et en partie chez d'autres producteurs) en E1 pour atteindre 300 hectares en 2016
- ✓ Manuels de procédures au laboratoire, en chambre de croissance, en entreposage et en champs

L'aménagement des deux nouvelles serres a permis de récolter 750 000 TNU. C'est près du double de la récolte 2012. Cette récolte a également été rendue possible grâce à l'augmentation de la capacité du laboratoire et des entrepôts. La superficie en TNU plantée aux SEQ pour la saison de production 2014 sera donc d'au moins 15 hectares. Si nous prenons comme exemple la variété Goldrush, nous avons produit près de 400 000 TNU pour l'été 2013 alors que la saison précédente, c'est 96 000 TNU de Goldrush qui avait été récolté. Ceci va augmenter de façon significative la quantité de Goldrush en PE récoltée. Il deviendra donc possible pour l'industrie d'abaisser d'au moins une génération les semences de Goldrush vendues au Québec et ainsi, diminuer les risques phytosanitaires. Nous croyons que le projet a permis de livrer tout ce qui avait été prévu. Les retombées seront importantes pour les SEQ (augmentation de la production, développement d'une expertise en culture aéroponique, uniformisation des procédures et création de 4 emplois au département des serres), mais également pour toute l'industrie de la pomme de terre au Québec. Les producteurs seront en mesure d'être plus compétitifs avec des semences ayant un très haut standard phytosanitaire et de nouvelles variétés introduites plus rapidement dans la chaîne de production.