



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



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

# Tension sur les ressources : TRANSFORMER LE MODÈLE PRODUCTIF

*9 janvier 2025, CentraleSupélec*

*Loïc Pérochon*



« Parce que la Technique constitue son nouvel environnement et qu'il n'a jamais cessé de sacraliser son environnement, l'homme sacralise désormais la Technique »

*Le Système technicien, Jacques Ellul, 1977*





Il est temps (et sage) de faire le

**CHOIX DE COMPOSER AVEC LES CONTRAINTES**

pour une économie robuste face à l'inconnu,  
au service de modes de vie durables.



# COMPOSER AVEC la variabilité

# Et si la solution était de produire avec des énergies variables ?

## Transformer les organisations avec la méthode TELED

- S'adapter durablement à un monde où l'accès aux énergies sera de plus en plus difficile
- Moins subir la fluctuation des prix de l'énergie
- Réduire ses impacts environnementaux
- Sécuriser sa production en période de pénurie

# De Neoloco, l'artisanat solaire, à TELED une innovation méthodologique



**Neoloco**  
Culture locale, Changement total

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

Produits périssables :



Restauration



Marachage



Produits laitiers



Pâtisserie

Diviser l'économie productive en 2 catégories pour déployer une démarche TELED adéquate

Produits de conservation :



Bâtiment



Menuiserie



Textile



High Tech





# Démarche pour les produits de conservation

1. Lister les tâches
2. Identifier les tâches énergivores
3. Prioriser les tâches énergivores les jours d'énergie « facile »
4. Gérer l'activité par le stock

TELED  
TELED

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

# Point de bascule économique

Ratio à partir duquel l'entreprise équilibre les coûts de stockage avec les économies d'énergie.

**Le stock n'est plus un gaspillage mais une sécurité.**

$$\text{point de bascule} = \frac{\text{€ surcoûts liés au stock}}{\text{€ économie d'énergie}}$$

Exemple sur les boissons torréfiées au solaire par Neoloco

| FOR 1 KG OF GREEN PRODUCT                                 | CARBON FOOTPRINT*         | INVENTORY COVERAGE | ENERGY COST | BANK COST TO FINANCE 80% OF INVENTORY** |
|-----------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------|-------------|-----------------------------------------|
| Small scale industrial coffee roasting activity in France | 113,2 gCO <sub>2</sub> eq | 68,8 days          | 0,078 €     | 0,009 €                                 |
| Neoloco green lentils roasting activity                   | 2,6 gCO <sub>2</sub> eq   | 234,2 days         | 0,007 €     | 0,032 €                                 |

\* Scopes 1 and 2 according to the GHG protocol.

\*\* Extra storage costs are not included (warehouse renting, extra-packing costs, etc.); Bank cost is directly linked to the interest rates applied.

TELED  
TELED

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

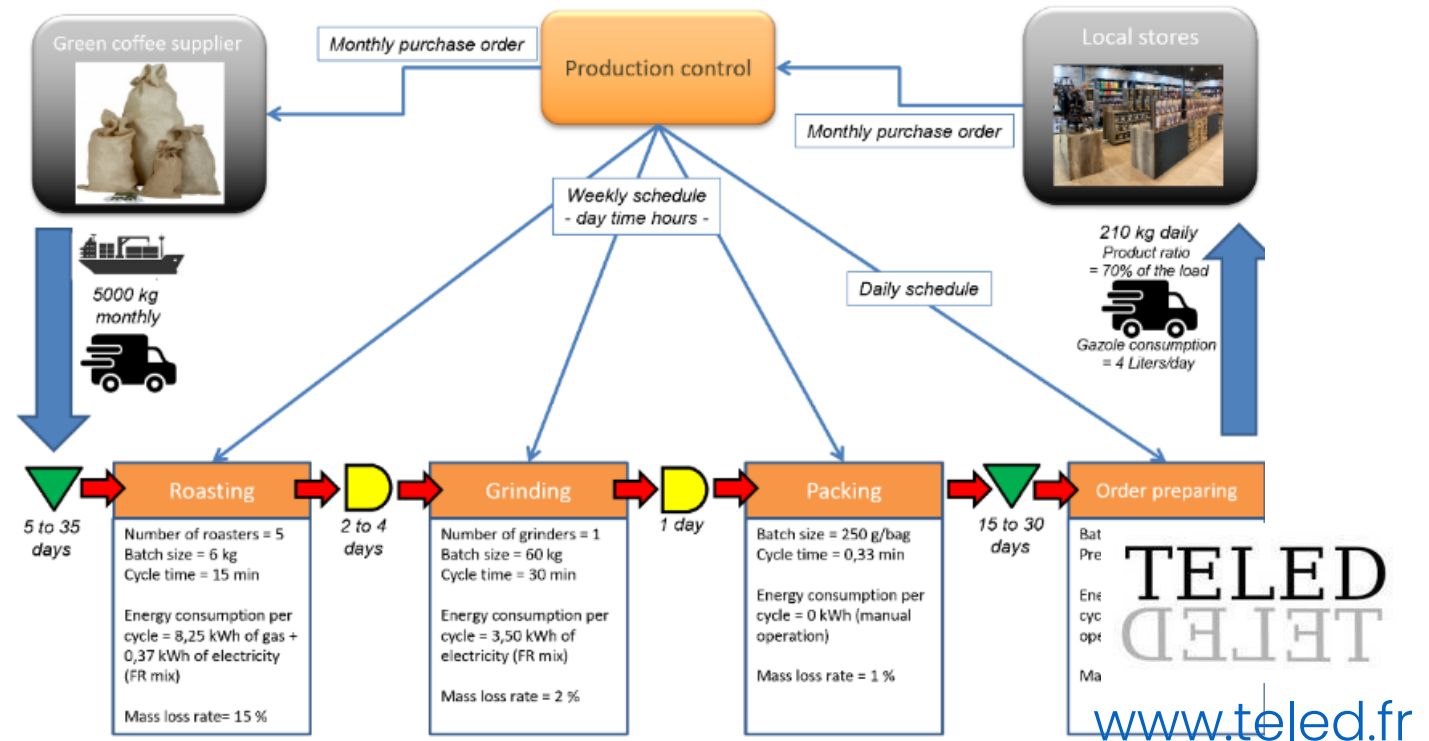
# TELED en langage industriel

Les principes :

- Intégrer l'énergie comme facteur clé dans l'organisation du travail
- Pousser le flux de production lorsque l'énergie est disponible et moins chère
- Stocker l'énergie dans le produit

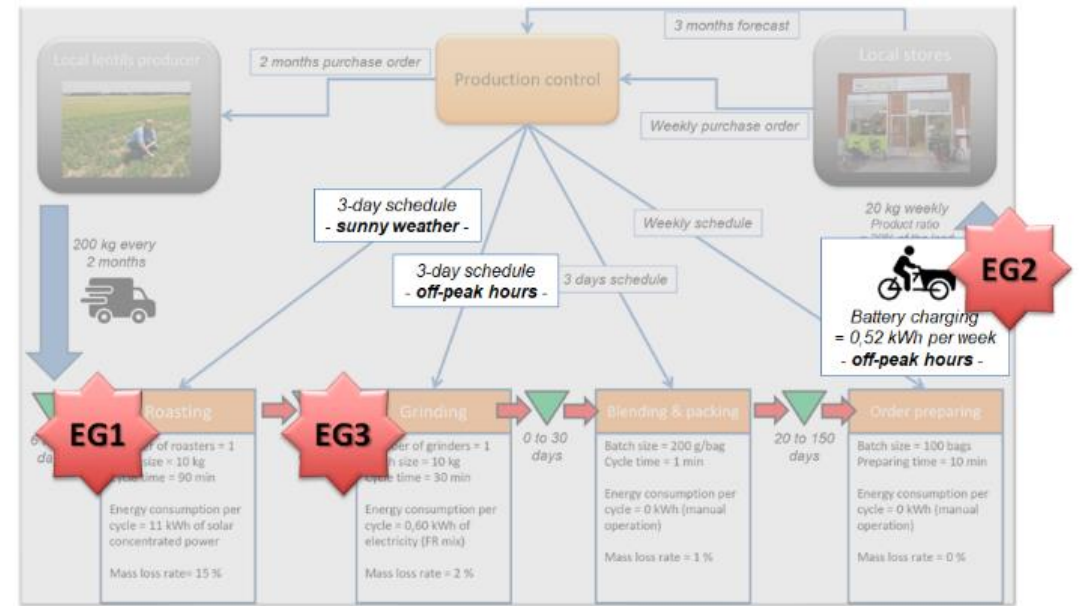
|                                                        | Batch size | Energy consumption | Cycle time |
|--------------------------------------------------------|------------|--------------------|------------|
| □ - Process Step or Operation (White)                  |            |                    |            |
| ◐ - Delay (Yellow)                                     |            |                    |            |
| ● - Measurement, Quality Check, or Inspection (Yellow) |            |                    |            |
| ▼ - Storage (Green)                                    |            |                    |            |
| ◆ - Decision (Blue)                                    |            |                    |            |
| ➔ - Handling, Transport or Movement of Material (Red)  |            |                    |            |

- 1 → INVENTORIER les opérations de production et énergies.
- 2 → CARTOGRAPHIER les flux de production et d'informations.

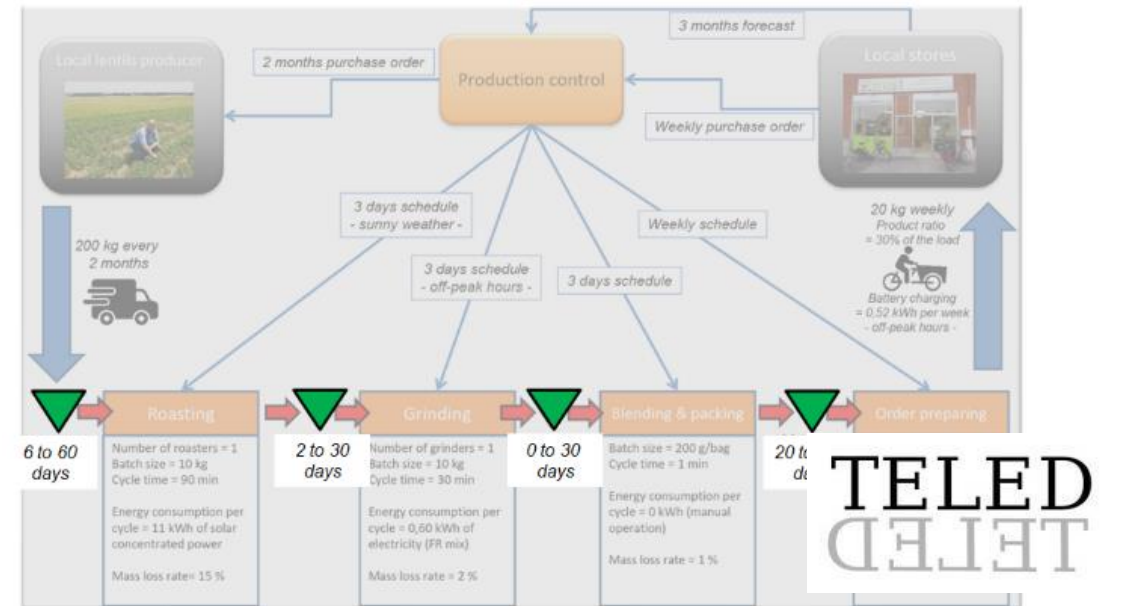


# TELED en langage industriel

3 → PLANIFIER les tâches énergivores lorsque l'énergie est disponible ou moins chère.



4 → CALCULER les niveaux de stocks pour compenser la variabilité.



# Exemple de diagnostic TELED



PREMIER FABRICANT FRANÇAIS DE PACKAGING BOIS

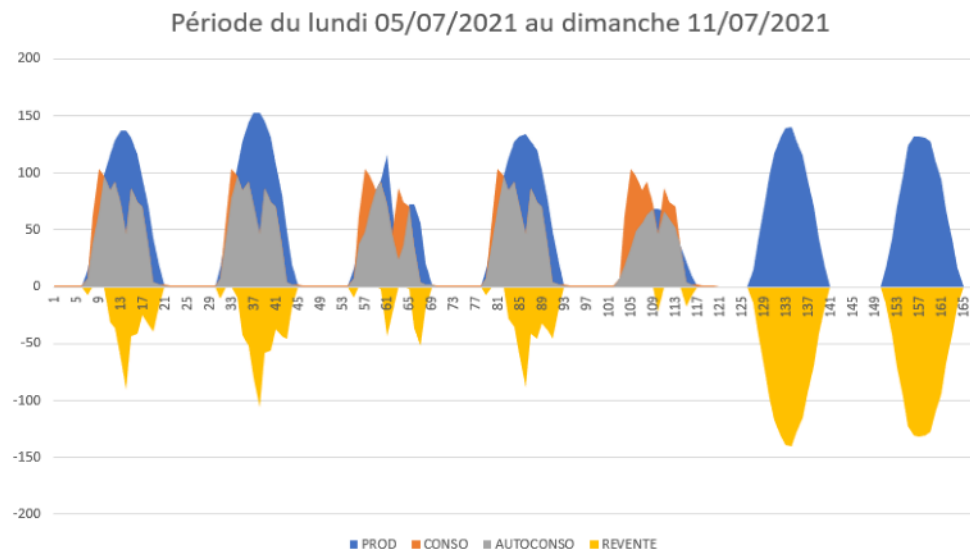


Illustration 5: Autoconsommation d'un semaine d'été

|                  |                            |
|------------------|----------------------------|
| Fiche d'identité | ADAM                       |
| Marché           | Vins et spiritueux / B2B   |
| Activité         | Production de caisses bois |
| Énergie          | Electricité                |
| CA               | > 12 000 k€                |
| ETP sur site     | ~ 90                       |
| Création         | 1880                       |
| Diag TELED       | Juin 2024                  |



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

# Collectif TELED le 11 octobre 2024



TELED  
TELED

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

2

# COMPOSER AVEC les moyens disponibles et les ressources locales

# Design Sprint pour professionnaliser une low-tech

| Étapes                                                                                                                                                              | Outils                                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| 1. Déterminer la valeur d'usage de la solution low-tech ;                                                                                                           | QQOQCCP                                          |
| 2. Choisir un territoire d'expérimentation, identifier les partenaires, étudier le marché ;                                                                         | Benchmark, PESTEL                                |
| 3. Etudier les impacts environnementaux sur le cycle de vie de la solution envisagée ;                                                                              | ACV simplifiée                                   |
| 4. Programmer l'acceptation socio-culturelle de l'innovation low-tech par techno-discernement graduel ;                                                             | Enquête usagers, ajout de briques technologiques |
| 5. Etudier la modularité et les fonctions secondaires de la solution low-tech pour augmenter sa rentabilité, son efficacité et sa durée d'usage ;                   | Analyse fonctionnelle, éco-conception            |
| 6. Développer des savoir-faire professionnels et expérimenter l'organisation métier autour de la solution low-tech ;                                                | TELED, analyse de déroulement, VSM               |
| 7. Créer des services locaux exploitant la solution low-tech, inspirés de l'économie de la fonctionnalité et promouvant la collaboration, l'inclusion, le partage ; | EFC, EIT, ESS                                    |
| 8. Déterminer le schéma industriel pour un déploiement collaboratif à grande échelle et tenant compte des spécificités des territoires ;                            | Open source, usine distribuée                    |



*Le rocket stove autoconstruit de Barnabé Chaillot*



*Le Mushu de La Belle Tech*

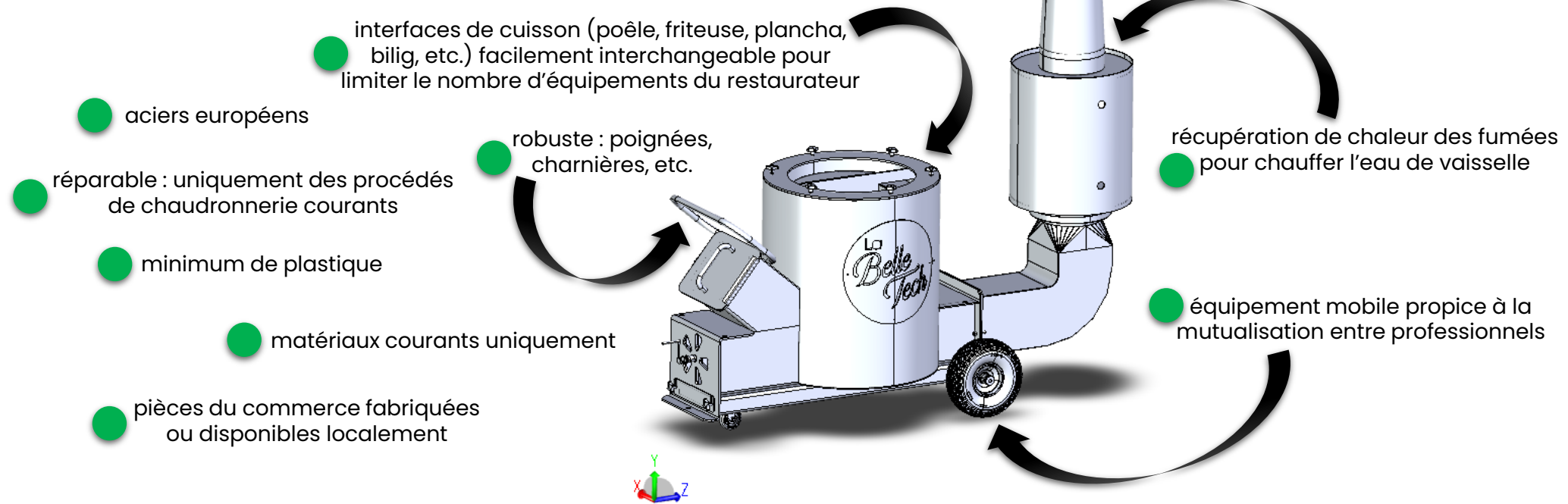
# Design Sprint pour professionnaliser une low-tech

| Étapes                                                                                                                                                              | Outils                                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| 1. Déterminer la valeur d'usage de la solution low-tech ;                                                                                                           | QQOQCCP                                          |
| 2. Choisir un territoire d'expérimentation, identifier les partenaires, étudier le marché ;                                                                         | Benchmark, PESTEL                                |
| 3. Etudier les impacts environnementaux sur le cycle de vie de la solution envisagée ;                                                                              | ACV simplifiée                                   |
| 4. Programmer l'acceptation socio-culturelle de l'innovation low-tech par techno-discernement graduel ;                                                             | Enquête usagers, ajout de briques technologiques |
| 5. Etudier la modularité et les fonctions secondaires de la solution low-tech pour augmenter sa rentabilité, son efficacité et sa durée d'usage ;                   | Analyse fonctionnelle, éco-conception            |
| 6. Développer des savoir-faire professionnels et expérimenter l'organisation métier autour de la solution low-tech ;                                                | TELED, analyse de déroulement, VSM               |
| 7. Créer des services locaux exploitant la solution low-tech, inspirés de l'économie de la fonctionnalité et promouvant la collaboration, l'inclusion, le partage ; | EFC, EIT, ESS                                    |
| 8. Déterminer le schéma industriel pour un déploiement collaboratif à grande échelle et tenant compte des spécificités des territoires ;                            | Open source, usine distribuée                    |

# Systematiser les principes d'économie circulaire et l'écoconception

- documenter les savoir-faire de maîtrise de la température par les usagers expérimentés pour limiter le gaspillage de bois
- encourager les usagers à transporter le juste nécessaire (retirer l'échangeur thermique de la cheminée si pas utilisé)
- mettre les plans en téléchargement libre pour que les utilisateurs puissent réparer eux-mêmes ou avec un chaudronnier local
- organiser la production en usine distribuée pour réduire les transports entre fabricant et utilisateur

légende ● mis en œuvre  
● en cours ou prévu



# Design Sprint pour professionnaliser une low-tech

| Étapes                                                                                                                                                              | Outils                                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| 1. Déterminer la valeur d'usage de la solution low-tech ;                                                                                                           | QQOQCCP                                          |
| 2. Choisir un territoire d'expérimentation, identifier les partenaires, étudier le marché ;                                                                         | Benchmark, PESTEL                                |
| 3. Etudier les impacts environnementaux sur le cycle de vie de la solution envisagée ;                                                                              | ACV simplifiée                                   |
| 4. Programmer l'acceptation socio-culturelle de l'innovation low-tech par techno-discernement graduel ;                                                             | Enquête usagers, ajout de briques technologiques |
| 5. Etudier la modularité et les fonctions secondaires de la solution low-tech pour augmenter sa rentabilité, son efficacité et sa durée d'usage ;                   | Analyse fonctionnelle, éco-conception            |
| 6. Développer des savoir-faire professionnels et expérimenter l'organisation métier autour de la solution low-tech ;                                                | TELED, analyse de déroulement, VSM               |
| 7. Créer des services locaux exploitant la solution low-tech, inspirés de l'économie de la fonctionnalité et promouvant la collaboration, l'inclusion, le partage ; | EFC, EIT, ESS                                    |
| 8. Déterminer le schéma industriel pour un déploiement collaboratif à grande échelle et tenant compte des spécificités des territoires ;                            | Open source, usine distribuée                    |

## FAIRE AVEC L'EXISTANT

### Mutualisation

Mise en commun des infrastructures de production sur un territoire donné, dans une logique d'Ecologie Industrielle et Territoriale (EIT)

### Retrofit

Modernisation frugale de machines et équipements existants

## EXPÉRIMENTER DE NOUVEAUX MODÈLES ÉCONOMIQUES

### Economie de la fonctionnalité et de la coopération

Modèle économique pouvant s'appliquer aux moyens de production et/ou aux produits finis et consistant à mettre à disposition un usage plutôt qu'un bien au sein d'un écosystème donné

## ECO-CONCEVOIR LES NOUVELLES STRUCTURES DE PRODUCTION NÉCESSAIRES

### Eco-conception

Eco-conception de nouvelles structures de production locales, utiles et organisées en réseaux

## 6 champs d'action d'un écosystème industriel low-tech



### Maintenance

Internalisation de la maintenance de ses outils de production

### Auto/co-conception des outils de production

Conception autonome ou collaborative de ses propres outils de production

## GÉRER DE MANIÈRE AUTONOME SON PARC DE MACHINES INDUSTRIELLES



« [...] une transformation sociale ne peut résulter que de la conjugaison de trois efforts : le rapport de force, la présence d'alternatives et l'éducation populaire. »

*Reprendre la Terre aux machines, L'Atelier paysan, 2021*

# L'usine distribuée

La Belle Tech vise à intégrer de façon harmonieuse l'industrie traditionnelle dans un nouveau modèle économique et productif, plus ouvert, plus accessible pour les habitant·es des territoires et pensé pour être répliqué sous contraintes pour faire face à l'inconnu.

[www.labelletech.fr/lusine-distribuee/](http://www.labelletech.fr/lusine-distribuee/)

# L'usine distribuée



Diffusion déclinée en 4 offres :

- Documentation libre pour l'auto-construction sur [vhelio.org](http://vhelio.org)
- Kit industriel à auto-construire
- Atelier de formation à l'auto-construction à partir du kit et des moyens industriels des partenaires
- Objet clé en main



3

**VALORISER LES RÔLES SOCIAUX**  
sur l'ensemble de la chaîne de valeur

La  
*Belle  
Tech*

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



« Au point où nous en sommes, il devient aussi absurde de décrire ce monde de machines en termes de fin et de moyens que de demander à la nature si elle produit la graine pour l'arbre ou l'arbre pour la graine. »

*Condition de l'homme moderne, Hannah Arendt, 1958*

# Une usine distribuée pilote



**CPM**  
INDUSTRIES

« [...] on est à mi-chemin entre la salle de techno et l'atelier de production. »

« Il s'agit de les confronter à l'ambiance d'un atelier de chaudronnerie, avec l'odeur du métal, la meuleuse, les postes de soudure, la découpe laser... »

*Elise Hauters, co-gérante de CPM Industries*

|                  |                             |
|------------------|-----------------------------|
| Fiche d'identité | CPM Industries              |
| Marché           | Outillages pour l'industrie |
| Activité         | Chaudronnerie fine          |
| CA               | > 3 000 k€                  |
| ETP sur site     | ~ 30                        |
| Création         | 1990                        |

# Design Sprint pour professionnaliser une low-tech

| Étapes                                                                                                                                                              | Outils                                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| 1. Déterminer la valeur d'usage de la solution low-tech ;                                                                                                           | QQOQCCP                                          |
| 2. Choisir un territoire d'expérimentation, identifier les partenaires, étudier le marché ;                                                                         | Benchmark, PESTEL                                |
| 3. Etudier les impacts environnementaux sur le cycle de vie de la solution envisagée ;                                                                              | ACV simplifiée                                   |
| 4. Programmer l'acceptation socio-culturelle de l'innovation low-tech par techno-discernement graduel ;                                                             | Enquête usagers, ajout de briques technologiques |
| 5. Etudier la modularité et les fonctions secondaires de la solution low-tech pour augmenter sa rentabilité, son efficacité et sa durée d'usage ;                   | Analyse fonctionnelle, éco-conception            |
| 6. Développer des savoir-faire professionnels et expérimenter l'organisation métier autour de la solution low-tech ;                                                | TELED, analyse de déroulement, VSM               |
| 7. Créer des services locaux exploitant la solution low-tech, inspirés de l'économie de la fonctionnalité et promouvant la collaboration, l'inclusion, le partage ; | EFC, EIT, ESS                                    |
| 8. Déterminer le schéma industriel pour un déploiement collaboratif à grande échelle et tenant compte des spécificités des territoires ;                            | Open source, usine distribuée                    |

# BIOCHAR, un projet social et écologique à Rouen inédit en France



Lutte contre le changement climatique  
 Inclusion de travailleurs d'ESAT en milieu ordinaire  
 Création de valeur et d'emplois locaux accessibles  
 Valorisation de déchets en circuits courts (EIT)  
 Éducation populaire à l'environnement  
 Projet pilote de résilience territoriale




ESAT au 2 rue de la gare, Saint-Pierre-Lès-Elbeuf  
 Loïc Pérochon – [loic.perochon@labelletech.fr](mailto:loic.perochon@labelletech.fr)  
 Sylvain Renault – [sylvain.renault@lepredelabataille.fr](mailto:sylvain.renault@lepredelabataille.fr)


# Intrants


# Usages


 Déchets verts :  
branches,  
rameaux,  
plaquettes

 Sciure de bois

 Résidus  
agricoles  
(pomme de  
terre, noix, etc.)

 Déchets papier  
(carton &  
autres)

 Déchets textile  
(coton & hybride  
polyester)

 Déchets bois  
(meubles,  
palettes, etc.)

Co-compostage



Piège à nutriments  
(effluents agro-  
industriels)



Support de plantation



Amendement de sol



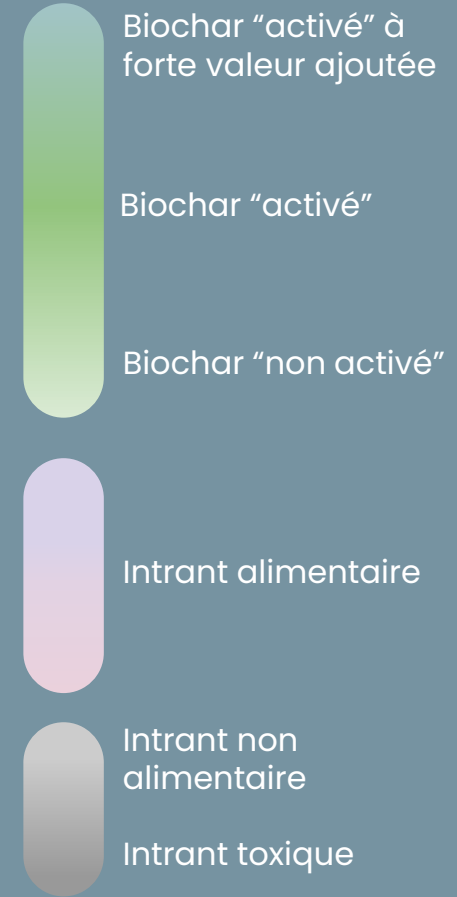
Complément alimentaire



Auxiliaire de méthanisation







Additif pour béton



## CRITÈRES POUR LA BIOMASSE

-  Riche en carbone
-  Pauvre en nutriments
-  Pauvre en eau
-  Sans polluants (selon usage)

## PROPRIÉTÉS DU BIOCHAR

-  Stocke l'eau
-  Fixe le CO2
-  Catalyse l'activité biologique & électrique
-  Fixe les nutriments & polluants



Dans votre quotidien découvrez votre supplément **SENIORS**

SAINT-PIERRE-LÈS-ELBEUF

# Biochar, la belle histoire



Une start-up s'est associée à des travailleurs handicapés pour produire du charbon biologique. Une aventure économique, environnementale, inclusive et sociale. **PAGE 3**

PHOTO STEPHANIE PERON

Mercredi 2 octobre 2024 N° 24861 1,70€



**SEINE-MARITIME**  
Le sort des militants de Greenpeace mis en délibéré  
**PAGE 13**



**FOOTBALL**  
Régional 1 : un ancien joueur du PSG dans le staff de Sotteville !  
**PAGE 17**

VEN.04/10 **STADE ROBERT DIOCHON** 20H00

# ROUEN

## LANGON

#TOUSNORMANDSTOUSRNR

SAINT-PIERRE-LÈS-ELBEUF

# Le biochar, une aventure extraordinaire

La start-up La Belle Tech s'allie à des travailleurs handicapés de l'ESAT du Pré de la Bataille pour produire du biochar. Une entreprise à la fois économique, environnementale, inclusive et sociale pour lutter contre le réchauffement climatique. Épatant.

DELPHINE LETAITURIER

Le biochar était déjà produit par les Incas mais il est en plein essor depuis 2021 », expose, en faisant un grand écart spatiotemporel, Loïc Pérochon, cogérant fondateur de La Belle Tech. La société développe des technologies de la sobriété (low-tech) professionnelles depuis 2022. Parmi elles, un pyrolyseur qui produit du charbon d'origine végétale. Le biochar, donc.

*« On est dans une démarche de partage d'un projet de développement pouvant ouvrir l'ESAT à d'autres métiers »*

Laurent Vassout  
Directeur du pôle des ESAT  
du Pré de la Bataille

Ce dernier est un puits de carbone, reconnu par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (Giec) pour réduire les émissions de CO2 dans l'atmosphère et lutter contre le réchauffement de la Terre. Il est produit à partir de biomasses. « C'est-à-dire des déchets organiques, et de préférence plutôt mal valorisés comme des branchages, des feuilles, des déchets agricoles, des coques de cacao, des os... », énumère l'ingénieur. Les premières productions de biochar ont été lancées fin août, sur le site de l'un des ESAT (établissement et service d'accompagnement par le travail) du Pré de la Bataille, à Saint-Pierre-lès-Elbeuf. Pourquoi ici ? « Je cherchais un bureau dans le coin et suis tombé sur l'espace de coworking du Pré de la Bataille, à Saint-Etienne-du-Rouvray », répond Loïc Pérochon. Et l'ESAT du bassin elbeuvien, qui a une activité espace vert, était ainsi pourvoyeur de matières organiques et de main-d'œuvre. « Nous avons créé l'espace de coworking en 2020, non pas dans une démarche marchande mais dans une démarche de partage d'un projet de développement et pouvant ouvrir les ESAT à de nouveaux métiers, indique



L'entreprise La Belle Tech et l'ESAT du Pré de la Bataille, à Saint-Pierre-lès-Elbeuf, ont lancé les premières productions de biochar. Photo STEPHANIE PERON

Laurent Vassout, directeur du pôle qui comprend quatre ESAT. Avec la production de biochar, on compte maintenant quinze activités. »

**LA RENCONTRE QUI CHANGE TOUT**  
Pour La Belle Tech, c'était aussi important d'intégrer une dimension sociale à son projet économique-environnemental. La collaboration entre la start-up et des travailleurs handicapés de l'ESAT fait la démonstration parfaite de ce qu'est la social-écologie. « Quand on développe des équipements low-tech, on ne veut pas seulement créer des équipements pour la technique, on veut aussi créer des équipements socio-techniques. On veut montrer qu'une logique démondialisée existe à l'échelle de nos territoires. Et, en cela, l'ESAT est un super partenaire », appuie Loïc Pérochon. « Notre slogan, "C'est la rencontre qui change tout",

reste ici tout son sens », complète Laurent Vassout.

**AMENDER ET RÉPARER DES SOLS**  
Reste encore à trouver d'autres intrants récurrents pour produire le charbon végétal. « En plus de l'ESAT, on a eu un contact avec la filière d'équarrissage pour valoriser les os qui sont des déchets mal valorisés ou qui ont du mal à être transformés. » Mais également, dénicher des dé-

bouchés pour le biochar produit. « Le parc naturel régional des boucles de la Seine est intéressé pour tester sur une parcelle expérimentale. » Sans élément toxique, ce charbon est un excellent moyen d'amender les sols. « Comme le biochar est une éponge, il rend les sols plus robustes aux événements climatiques en retenant bien l'eau. Il attire aussi les nutriments du compost qui lui est mélangé et les redistribue de manière prolongée dans la terre. Il permet ainsi de réparer des sols très appauvris », détaille Loïc Pérochon.

## Une solution pour stocker le carbone

La cheminée de la cuve sur roues laisse échapper une fumée blanchâtre. « C'est principalement de la vapeur d'eau », souligne l'ingénieur qui détaille le processus. Parce qu'à l'intérieur, la cuisson se fait par pyrolyse, c'est-à-dire à très haute température (environ 420 °C) et sans oxygène. Le charbon qui est en résulte « est très chargé en carbone et très stable dans le temps », explique Loïc Pérochon.

Une façon d'extraire le carbone des cycles courts qui perturbent le climat pour le réintroduire dans « une forme stable, comme les énergies fossiles qui sont dans le sous-sol depuis des millions d'années ». Le biochar peut être intégré à la formulation du béton pour y piéger le carbone et ainsi éviter son émission dans l'atmosphère. Il peut aussi amender les sols. Ou encore être utilisé pour le traitement des fumiers, des litières et toilettes sèches...

Une délégation des Mines de Paris est venue s'intéresser, début septembre, à l'initiative normande, dans le cadre de ses travaux sur le développement d'une nouvelle culture de gestion adaptée aux transitions et aux défis contemporains. Rien que ça !

« [...] pire que le totalitarisme politique :  
une totalisation sociale, rendue  
inévitable par l'accélération du  
progrès technique »

*Par la force des choses, Bernard Charbonneau, 1947*



Imagine

**UNE INDUSTRIE APPROPRIÉE**



La  
Belle  
Tech

TELED  
TELED

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

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

