

Etude d'opportunités sur la filière régionale paille PACA à destination du bâtiment



Rapport de synthèse


PRÉFET
DE LA RÉGION
PROVENCE-ALPES-
CÔTE D'AZUR
Liberté
Égalité
Fraternité

Direction régionale de l'environnement,
de l'aménagement et du logement

envirobat 


MOSAÏQUE
Coopérative d'Activités
et d'Entrepreneurs


le
champ
des
artisans

coop'action


TECO-ÉTUDES

Révision

Auteurs	Date	Révision
Clara JONAS, Pierre DELOT, Luc FLOISSAC	23/03/2023	Version présentée à la réunion de restitution
Nicolas GUIGNARD	03/10/2023	Version validée

Contact

Nicolas Guignard / EnvirobatBDM
04 95 04 30 44
nguignard@envirobatbdm.eu

Pierre Delot - CAE Mosaïque / Le Champ des Artisans
06 25 05 81 04
contact@lechampdesartisans.fr

Luc Floissac – Coop'Action / Eco-Etudes
06 47 41 07 55
luc.floissac@gmail.com

Table des matières

Introduction	7
Rappel du contexte de la mission	7
Rappel des objectifs	8
Définition des ressources entrant dans le périmètre	8
Ressource en paille exportables des fermes	9
Méthodologie	9
Surfaces cultivées (valeurs moyennes et évolution)	9
En région PACA.....	9
Surfaces cultivées : répartition par département (moyennes sur 5 ans)	9
Surfaces cultivées : répartition par type de céréales (moyennes sur 5 ans)	10
Surfaces cultivées : détails pour chaque département (moyennes sur 5 ans).....	11
Surfaces cultivées : détails par type de céréales (évolution sur 5 ans).....	15
Départements limitrophes.....	23
Rendements en grains (valeurs moyennes et évolution)	24
En région PACA.....	24
Dans les départements limitrophes	29
Estimation des rendements en paille (PACA)	30
Détermination des indices de récolte	30
Ratio de paille récupérable	32
Estimation des fréquences d'exportation des pailles des fermes de PACA (tous usages)	35
Paille "récoltable" et paille "non récoltable"	35
Pourcentage de paille "récoltable" par région.....	36
Estimation plus fine des pourcentages de paille "récoltable" en région PACA.....	36
Estimation de la possibilité / rentabilité de l'exportation de paille des champs	37
Paille de riz	37
Autres pailles	37
Estimation de la perte par manque de qualité de la paille	37
Estimation de la quantité de paille produite en PACA et départements alentours	38
Quantité de paille produite, par habitant.....	40
Quantité de paille mobilisée pour la litière animale, par habitant.....	41
Type de paille utilisée par les éleveurs	48
Localisation des gros centres de production de paille en PACA	49
Présélection des couples "commune/céréale" potentiellement pertinents	49
Liste des couples "commune/céréale" potentiellement pertinents	51
Synthèse cartographique.....	54
Estimation des quantités de pailles potentiellement valorisables en isolation	55
Par céréales	55
Par département	56
Par zone	56
Détail par couples "commune/céréale".....	56
Communes sur lesquelles s'est focalisée notre attention pour identifier les interlocuteurs à interviewer	58
Interviews réalisés	60
Secteur agricole	60

Secteur de l'écoconstruction	61
Enseignements tirés des interviews	62
Trames d'entretiens	62
Typologie des fermes produisant de la paille et des "botteleurs"	64
Zones "Polyculture / élevage"	64
Zones de maraîchage "grande surface".....	65
Zones d'élevage équin	65
Zones "petit épeautre"	65
Zones "grandes cultures"	66
Evolution des productions céréalières au sein des fermes	66
Réponse à la hausse du prix des intrants et des carburants	66
Semi direct, intercultures et méthanisation	66
Réponses au manque d'eau chronique.....	67
Réponses aux sécheresses / irrigation	67
Réponses au dépérissement des cultures de lavandes / lavandins.....	67
Réponses au prix du marché des céréales	67
Réponses à la hausse du prix du bois énergie	67
Réponses au développement des agrocarburants	67
Réponses aux aides de la PAC.....	67
Production de céréales à paille longue.....	68
Impact du manque de fourrage sur les cours de la paille	68
Impact des conditions météorologiques en Camargue.....	68
Impact de la montée des eaux en Camargue	69
Moissonner les céréales	71
Technologies.....	71
A quelle heure de la journée moissonner ?	71
Scénario	71
Botteler la paille	71
Rentabilité du bottelage	71
Prix de la paille en andain.....	72
A quelle heure de la journée botteler ?	72
Auto charger les bottes	72
Grouper/rassembler proprement les bottes au champ	73
Faire des paquets de bottes au champ	74
Typologie et matériels utilisés par les presseurs de paille "moyenne densité"	75
Rentabilité d'un pressage en bottes MD au champ.....	76
Délai entre la moisson et le pressage	77
Investissement	77
Stocker la paille	77
Déficit de capacité de stockage localement	77
Période de déstockage.....	77
Question assurantielle avec les hangars photovoltaïques.....	78
Difficultés supplémentaires pour les négociants en paille/fourrage.....	78
Transporter la paille	78
En inter région	78
En intra région	79
Proximité fournisseur/client.....	79
Capacité de déchargement de la paille par le client.....	79
Commercialiser la paille	80
Qualité de paille.....	80
Présence d'un pont bascule à proximité ?.....	80
Préférence sur le type de valorisation	80
Transport de la paille	81

Préférence sur le type de client	81
Sécuriser ses achats de paille	81
Mentions sur les devis / factures	81
Prix du marché	81
Taux de TVA à appliquer	81
Investir aujourd'hui ?	82
Communication	82
Différents types de bottes de paille produites en PACA	82
Presses Haute Densité / petit format	82
Etat des lieux des presses moyenne densité	83
Bottes reconditionnées	84
Fournisseurs de paille "construction" référencés par le RFCP	85
Fournisseurs de paille identifiés	88
Fournisseurs actuels	88
Fiches fournisseurs	89
Propositions de stratégies à adopter pour valoriser la paille de riz de Camargue.....	91
Etat de l'art et du marché	91
Reconditionnement de bottes de paille en atelier	92
Objectifs	92
Lignes de fabrication de bottes	92
Investissement	93
Avantages	93
Inconvénients	93
Offre	93
Exemples de bottes de paille produites en atelier	93
Préfabrication de parois avec remplissage paille	95
Objectifs	95
Lignes de fabrication de parois	95
Avantages	104
Inconvénients	104
Prix	104
Investissement	104
Augmenter l'offre « Construction en paille »	105
Scénarios pour développer la construction paille en PACA.....	106
Quelles pailles privilégier ?	106
Blé : Analyse SWOT	106
Petit épeautre : Analyse SWOT	106
Riz : Analyse SWOT	106
A court terme	107
Faire connaître les fournisseurs potentiels de paille auprès du secteur du bâtiment	107
Accompagner les nouveaux arrivants dans la construction paille	107
Faire se rencontrer les producteurs/fournisseurs et les constructeurs	107
Communiquer sur la construction de bâtiments agricoles en paille	107
Présenter les conclusions de l'étude aux acteurs présents dans les zones de production de paille de riz et de petit épeautre	107
Retour d'expérience de chantier sur les bâtiments paille de riz/petit épeautre	109
Définir un prix de référence indicatif pour la paille « isolation » en bottes MD	109
Analyse SWOT	109
A moyen terme	110
Augmenter les quantités de paille "moyenne densité" produites en PACA	110
Augmenter les capacités de stockage en PACA	111

Rémunérer les prestations de stockage de paille.....	111
Ecrire un cahier des charges “paille de riz”	112
Analyse SWOT.....	112
A long terme	112
Reconditionnement de bottes de paille en atelier (riz, épautre).....	112
Production de paille hachée	113
Préfabrication de parois avec remplissage paille	114
Analyse SWOT.....	114
Besoins en termes d'isolation.....	115
En région PACA.....	116
Bâtiments résidentiels.....	116
Bâtiments non résidentiels.....	119
Surfaces par type de construction et par département.....	119
Hors région PACA (départements voisins possiblement fournisseurs de paille)	120
Bâtiments résidentiels.....	120
Bâtiments non résidentiels.....	122
Surfaces par type de construction et par département.....	123
Surfaces par type de construction et par département (PACA et hors PACA)	124
Besoins théoriques en isolation “paille” par département	124
Taux de couverture réel estimé du besoin isolation “paille” par département.....	126
Conflits d'usages actuels et futurs	128
Paille “énergie”	128
Paille “amendement organique”	129

Introduction

Rappel du contexte de la mission

EnvirobatBDM est une association loi 1901 dont l'objet est de participer à la généralisation de la prise en compte du développement durable dans l'acte de construire, de réhabiliter et d'aménager, en région Provence-Alpes-Côte d'Azur. En 2021, elle comptait environ 280 structures adhérentes, professionnels et futurs professionnels de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur.

EnvirobatBDM porte notamment la démarche BDM (Bâtiments Durables Méditerranéens), qui est une démarche de qualité environnementale des projets de construction neuve et de rénovation. Appliquée dès les phases amont du projet, elle a pour objectif d'améliorer leur qualité globale. Parmi les questions centrales traitées par EnvirobatBDM, celle des matériaux biosourcés figure en bonne place.

L'association est historiquement engagée pour inciter au recours à des matériaux renouvelables, avec un impact environnemental réduit, et impliquant le moins de transport possible. Ce sujet est intégré dans la démarche BDM depuis 2008. En parallèle, EnvirobatBDM a mis en place en 2014 un groupe de travail intitulé Fibraterra. Ce groupe rassemble des professionnels des filières de la production de matériaux et des professionnels du bâtiment. Il vise à appuyer le développement des filières locales de matériaux biosourcés et géosourcés, au travers de différentes actions : organisation d'évènements (rencontres, visites, webinaires, ...), rédaction de ressources (guides, fiches, articles, études, ...), animation d'une liste de discussion, envoi d'une newsletter mensuelle, etc.

Depuis quelques années, on constate une montée en puissance de la question des matériaux biosourcés dans le domaine de la construction. Partout en France, des filières se structurent, avec parfois des investissements industriels conséquents. La région Provence-Alpes-Côte d'Azur dispose de gisements de bioressources qui sont non négligeables, et qui lui sont également spécifiques, comme le liège, la paille de lavande, la paille de riz ou la balle de riz. Ces ressources sont parfois sous-valorisées et peuvent constituer une contrainte, autant qu'un potentiel.

Concernant la paille de blé, la région dispose de volumes qui pourraient être potentiellement mobilisés pour un usage dans le bâtiment, comme l'indique le Schéma Régional Biomasse (SRB PACA). Toutefois, ce gisement est mal connu. Des projets d'autoconstruction voient régulièrement le jour, mais pour des bâtiments de type ERP, ou logements collectifs, il existe peu de réalisations et celles-ci se font toujours via des approvisionnements ponctuels.

La présente étude d'opportunités sur la filière paille PACA à destination du bâtiment a été lancée par l'association EnvirobatBDM, avec le soutien de la DREAL PACA.

La région bénéficie par ailleurs d'une dynamique autour de la construction paille, impulsée par l'association le Gabion, qui est reconnue au niveau national sur ce thème. Le Gabion est le représentant du Réseau Français de la Construction Paille (RFCP) en région. Cette association porte les formations Pro-paille et organise des assises régionales de la construction paille depuis de nombreuses années.

Rappel des objectifs

La connaissance actuelle du gisement et de la filière paille n'est pas suffisante pour imaginer un usage plus développé et structuré dans le domaine de la construction. La finalité de l'étude est d'aider à identifier les pistes de développement les plus pragmatiques pour la filière paille construction en région Provence-Alpes-Côte d'Azur. On vise donc à mieux connaître le gisement régional de paille et la façon dont il pourrait être mobilisé dans le domaine de la construction.

Cette étude est centrée sur une approche plus qualitative que quantitative, pour définir quels seraient les modèles de structuration de filières qui pourraient être déployés dans un délai relativement court. Concernant la production, le périmètre de l'étude est volontairement restreint à des bassins pré-identifiés, qui concentrent le plus de surfaces agricoles dédiées aux cultures du blé et du riz. Concernant la mise en œuvre de la paille, les techniques de mise en œuvre prises en compte seront également limitées, afin de se concentrer sur celles qui portent le plus d'opportunités.

Les objectifs peuvent être résumés de la sorte :

- Mieux connaître la filière de production de la paille et ses débouchés actuels en région PACA.
- Connaître les possibilités de mobilisation de ce gisement dans le domaine de la construction.
- Aider à définir les stratégies de structuration de filière les plus adaptées aux besoins du bâtiment.

Définition des ressources entrant dans le périmètre

La paille est la tige de certaines graminées cultivées en agriculture : paille de blé, de riz, d'avoine, de petit épeautre, d'orge... Ce terme est également employé pour d'autres types de cultures comme celle de la lavande.

La région dispose de gisements estimés à plusieurs dizaines de milliers de tonnes, notamment pour les pailles suivantes : blé, riz et lavande.

Cette étude se concentre sur les pailles de blé et de riz. L'usage de la paille de blé dans le domaine de la construction bénéficie d'un cadre reconnu, celui des règles professionnelles pilotées par le RFCP et constitue donc la ressource la plus évidente. La paille de riz quant à elle, ne rentre pas encore dans ce cadre, mais cela pourra être progressivement le cas. La paille de riz constitue également un coproduit qui était très mal valorisé jusqu'à peu. Il est maintenant utilisé dans le domaine de la construction par un fabricant de panneaux d'isolants semi-rigides. Des projets l'utilisant sous forme de bottes voient également le jour.

Ressource en paille exportables des fermes

Méthodologie

Pour chaque type de céréale, la ressource en paille mobilisable en dehors des usages agricoles régionaux est calculée à partir des données suivantes :

- Surfaces cultivées sur les communes ayant un réel potentiel
- Rendements en grains sur ces communes
- Indices de récoltes recalés (pertes "barre de coupe de la moissonneuse" & pertes "menue paille") afin de passer des rendements en grains au rendement en paille "bottelable"
- Correction liée à l'accessibilité aux champs (dans le cas du riz)
- Correction liée à la qualité de la paille
- Correction liée à la fréquence d'exportation des pailles pour maintenir la fertilité des sols

Le travail réalisé sur chacune de ces données est détaillé dans les paragraphes qui suivent.

Surfaces cultivées (valeurs moyennes et évolution)

En région PACA

Toutes céréales confondues, les surfaces cultivées en région ont fortement diminué de 2017 à 2020, avant de réaugmenter en 2021. Nous verrons plus tard que ceci est essentiellement dû au désintérêt temporaire pour la culture du blé dur¹, qui représente la plus grande part de céréale cultivée en région PACA.

Toutes céréales	Surface (ha)
2017	73 665 (max sur 5 ans)
2018	65 240
2019	57 809
2020	53 600 (min sur 5 ans)
2021	60 610
Moyenne sur 5 ans	62 185

Surfaces cultivées : répartition par département (moyennes sur 5 ans)

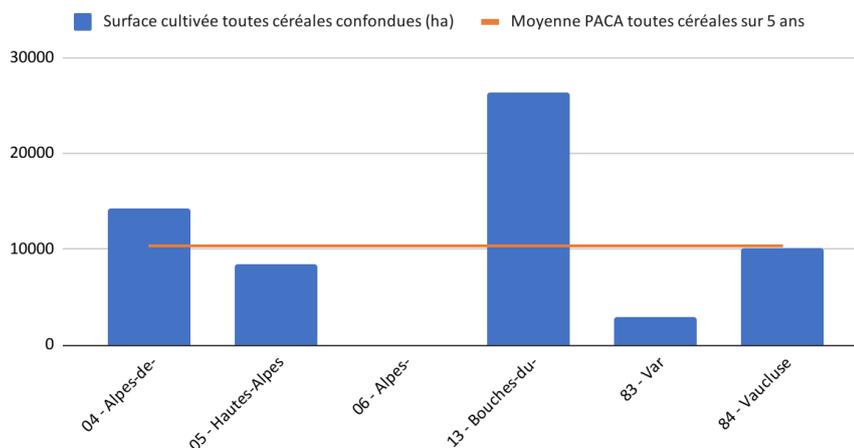
L'évolution des surfaces cultivées des grandes céréales en région PACA, montre une disparité entre départements et entre types de céréales. On note ainsi en moyenne sur 5 ans les surfaces cultivées par département, toutes céréales confondues, que les 2 départements qui cultivent le plus de céréales sont :

1. Les Bouches-du-Rhône.
2. Les Alpes de Haute-Provence

Le Vaucluse se trouve dans la moyenne régionale de surfaces cultivées, tandis que les Hautes-Alpes et le Var sont en dessous. Enfin, les Alpes Maritimes représentent une partie très peu significative en termes de culture de céréales : moins de 0,1 % de la surface régionale.

¹ https://www.franceagrimer.fr/content/download/70027/document/20221209_BILAN_BLE_DUR_2021_22.pdf

Surfaces cultivées par département, données moyennes sur 5 ans



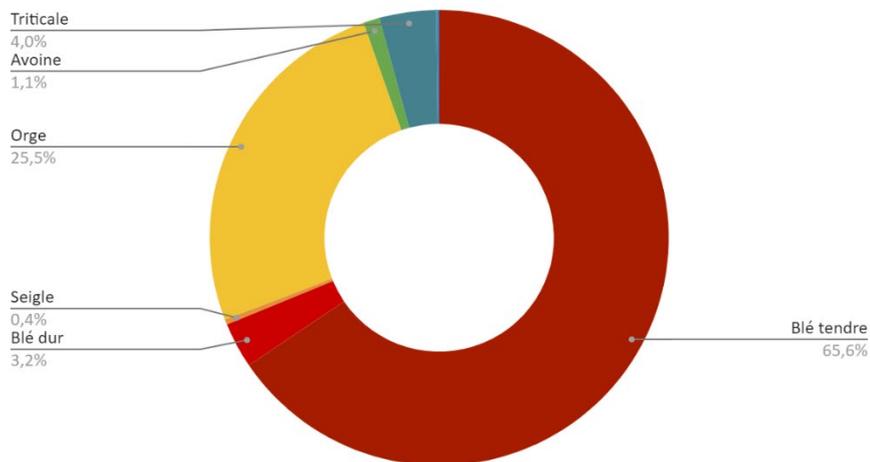
Surfaces cultivées par département de la région PACA, moyenne sur 5 ans (2017-2021)

Surfaces cultivées : répartition par type de céréales (moyennes sur 5 ans)

Les données régionales permettent de voir quelles sont les céréales les plus cultivées, et de comparer avec les valeurs nationales.

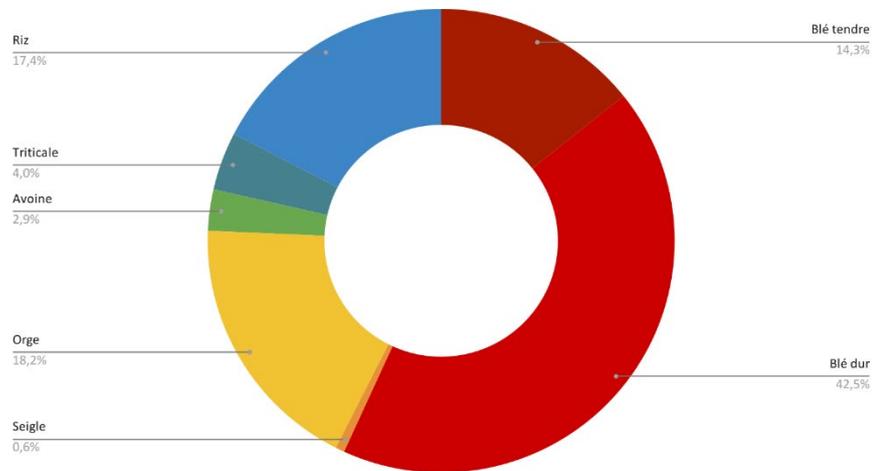
Comme sur le reste du territoire national, le blé constitue une grande part des surfaces cultivées : plus de la moitié de la surface. En région PACA, le blé représente 57% de la surface cultivée (tendre et dur réunis).

Proportion des surfaces cultivées de céréales à paille en France, 2019



Proportion des surfaces cultivées de céréales à paille en France, hors riz (2019)

Proportion des surfaces cultivées de céréales à paille en PACA, moyenne sur 5 ans



Proportion de surfaces cultivées de céréales à paille en région PACA,
moyenne sur 5 ans (2017-2021)

La grande différence réside dans la proportion blé dur / blé tendre : en France le blé tendre est largement plus cultivé, alors qu'en région PACA c'est le blé dur qui est le plus représentatif.

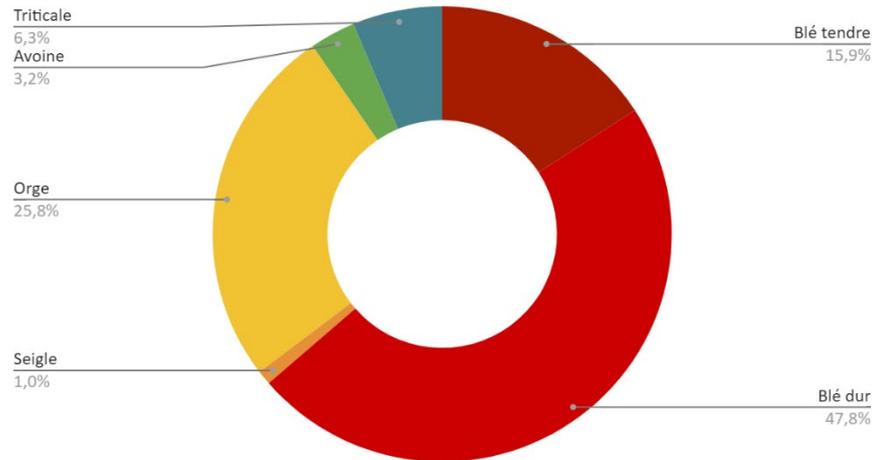
Ensuite, en France comme en PACA, l'orge prend la place de deuxième céréale la plus cultivée : 25% en France et 18% en PACA. Les céréales les moins cultivées sont dans les deux cas le seigle, l'avoine et le triticale : à elles trois, elles représentent moins de 10% des surfaces cultivées en France comme en PACA.

La différence notable entre les parts régionales et nationales cultivées est la place du riz : en région PACA la culture du riz représente 17% de la surface de culture. En France, le riz représente moins de 0,2% de la surface cultivée. En effet, la majorité du riz français est cultivé dans le delta du Rhône et plus précisément dans les Bouches-du-Rhône (région PACA) et dans le Gard (région Occitanie).

Surfaces cultivées : détails pour chaque département (moyennes sur 5 ans)

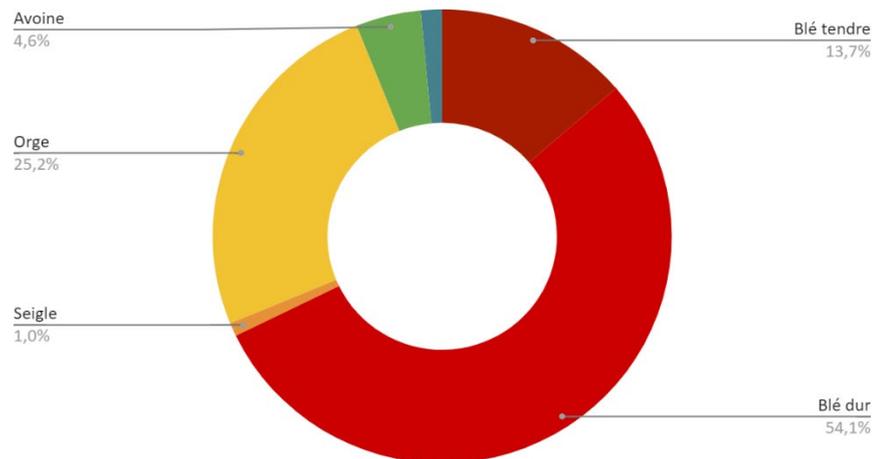
Les graphiques qui suivent montrent la répartition des surfaces de céréales par département (en moyenne sur 5 ans). En comparant les proportions de chaque département avec les proportions régionales, on peut observer les tendances céréalières. Le 04, le 83 et le 84 ont une répartition céréalière assez proche de la répartition régionale : plus de 50% de la surface cultivée est semée en blé, avec une prédominance pour le blé dur. On retrouve ensuite une grande part d'orge, puis le triticale, l'avoine et le seigle, qui représentent à eux trois moins de 10% de la surface cultivée. Le riz n'est pas significatif dans le graphique représentant la région PACA car il est cultivé dans un seul département, le 13.

Proportion des surfaces cultivées dans le 04, moyenne sur 5 ans



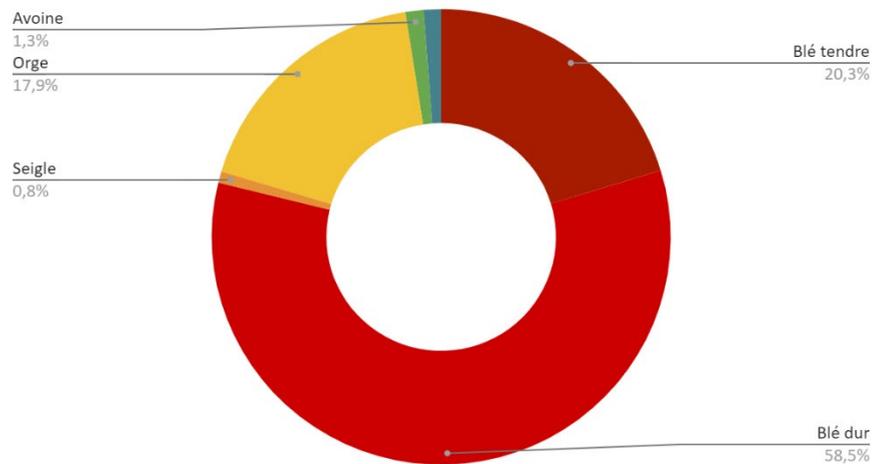
Proportion des surfaces cultivées dans le 04, moyenne sur 5 ans (2017-2021)

Proportion des surfaces cultivées dans le 83, moyenne sur 5 ans



Proportion des surfaces cultivées dans le 83, moyenne sur 5 ans (2017-2021)

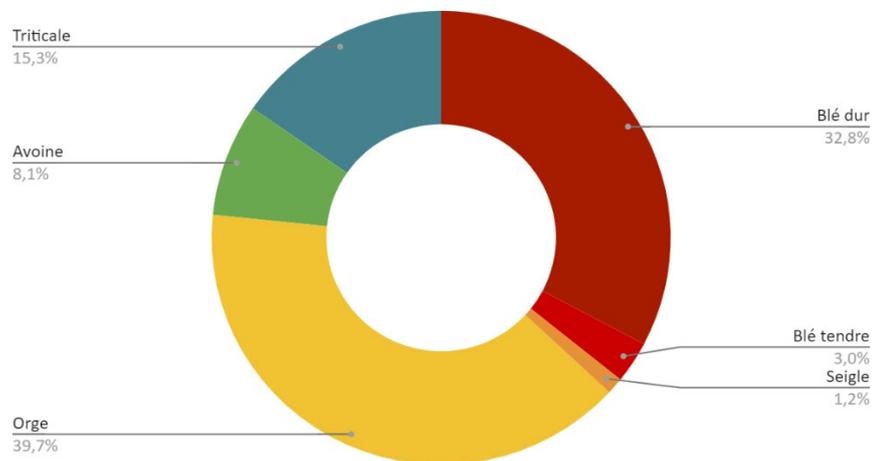
Proportion des surfaces cultivées dans le 84, moyenne sur 5 ans



Proportion des surfaces cultivées dans le 84, moyenne sur 5 ans (2017-2021)

Dans les Hautes-Alpes (05), c'est surtout de l'orge qui est cultivée : l'orge représente presque 40% de la surface totale de céréales. Ceci est certainement lié à la prédominance d'une agriculture en "polyculture/élevage". Viennent ensuite le blé dur et le blé tendre, avec une très forte part pour ce dernier. On y retrouve aussi des plus grandes parts cultivées d'avoine (8%) et de triticales (16%) par rapport au reste de la région, et toujours aussi peu de seigle (1%).

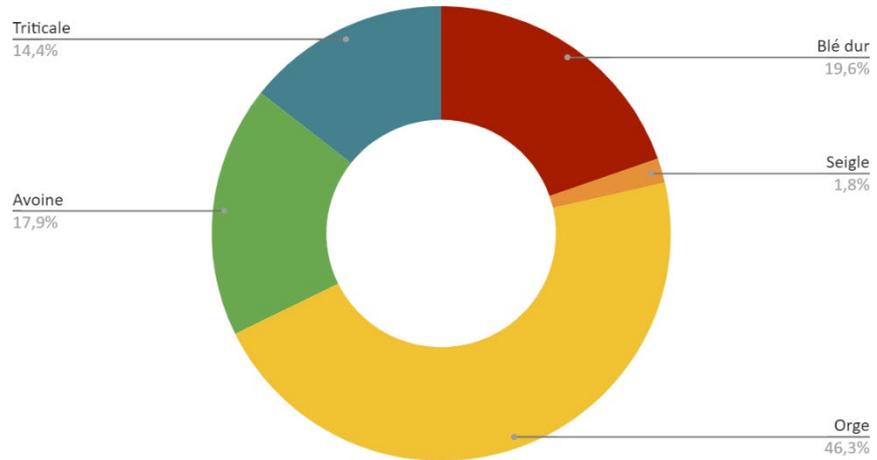
05 - Hautes-Alpes, moyenne sur 5 ans



Proportion des surfaces cultivées dans le 05, moyenne sur 5 ans (2017-2021)

Dans les Alpes Maritimes (06), (département peu représentatif car on y cultive seulement une soixantaine d'hectares par an), l'orge constitue près de 50% de la surface de céréale cultivée, puis on compte entre 15 et 17% de triticales, avoine et blé. Encore une fois, peu de blé y est cultivé.

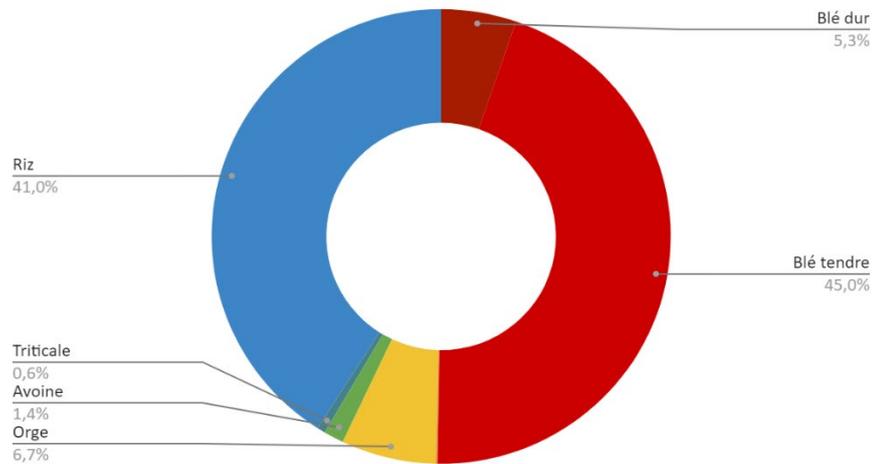
06 - Alpes-Maritimes, moyenne sur 5 ans



Proportion des surfaces cultivées dans le 06, moyenne sur 5 ans (2017-2021)

Dans les Bouches-du-Rhône, les proportions varient complètement : on observe que deux cultures sont très présentes : le blé (50%) et le riz (41%). Les autres céréales (triticale, avoine, orge et seigle) sont moins cultivées, et elles représentent environ 9% de la surface totale de culture des céréales.

13 - Bouches-du-Rhône, moyenne sur 5 ans

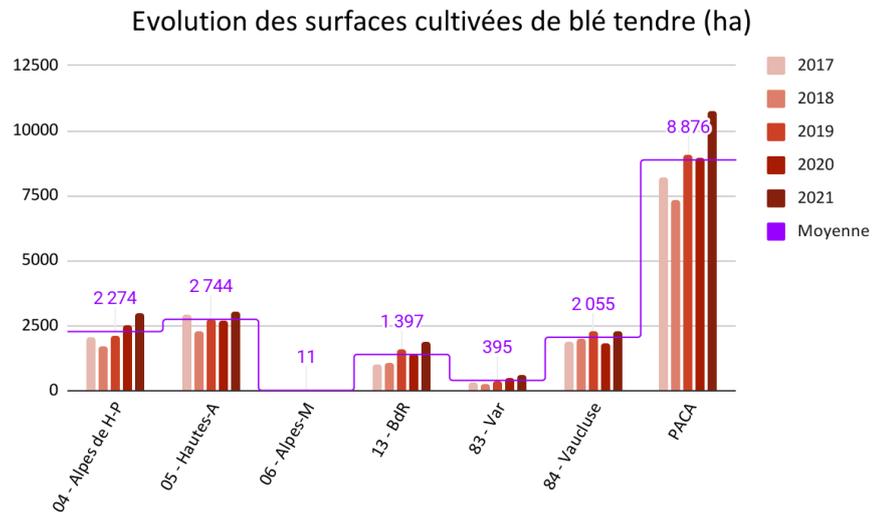


Proportion des surfaces cultivées dans le 13, moyenne sur 5 ans (2017-2021)

Surfaces cultivées : détails par type de céréales (évolution sur 5 ans)

En regardant maintenant en détail les données par type de céréales :

- Blé tendre



Evolution des surfaces cultivées de blé tendre, moyenne sur 5 ans (2017-2021)

Le blé tendre est la troisième céréale la plus cultivée dans la région derrière l'orge, avec 8 876 ha cultivés en moyenne sur 5 ans. La culture de blé tendre (qui sert à la production de farine) est en augmentation sur les 3 dernières années. Sur cette céréale, on constate un écart plus faible entre les départements : le 04 et le 05, ainsi que le 13 et le 84 ont cultivés en moyenne entre 1 300 ha et 2 800 ha de blé tendre. Ce sont le 83 et le 06 qui cultivent le moins cette céréale.

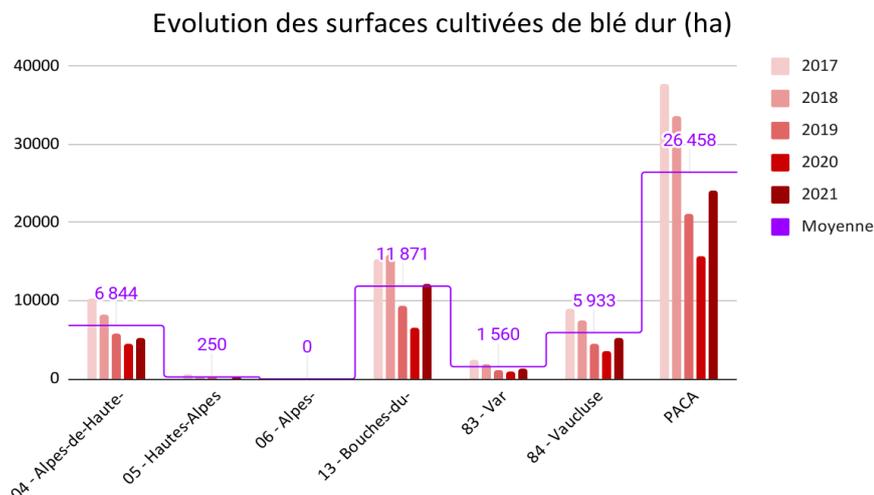
Le graphique suivant présente l'évolution du prix du blé dur au fil des années et les causes de ces changements. Les agriculteurs réagissent à ces évolutions et aux aides de la PAC pour orienter leur production vers les marchés rémunérant au mieux leur travail. La hausse du prix du blé tendre sur ces dernières années peut en expliquer l'augmentation de surface.

La variation des surfaces cultivées en blé tendre est modérée : -18% / +21% en PACA, avec une moyenne à 8 876 ha cultivés sur 5 ans. C'est à dire que par rapport à la moyenne sur 5 ans, on retrouve -1 526 ha une année (en 2018 : 7 350 ha) et +1 893 ha une autre année (en 2021 : 10 769 ha).



Evolution du prix du blé tendre entre 2007 et 2021

○ Blé dur



Evolution des surfaces cultivées de blé dur, moyenne sur 5 ans (2017-2021)

Le blé dur est la céréale la plus cultivée avec, en moyenne sur 5 ans, 26 458 hectares cultivés en région PACA. On observe cependant de 2017 à 2020 une réduction importante et graduelle des surfaces cultivées, avec un rebond en 2021. Sur les 5 dernières années, on observe une réduction de la surface cultivée d'environ 35%. La diminution des surfaces cultivées est due à plusieurs facteurs :

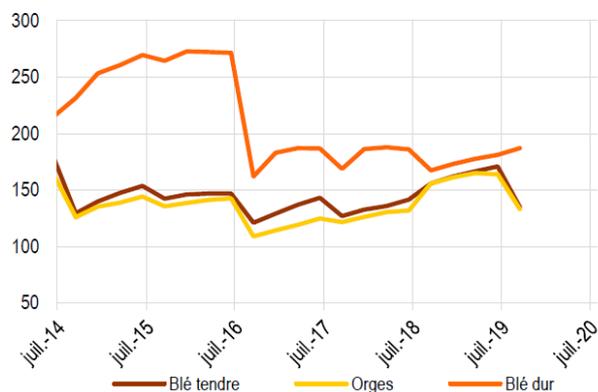
- Des automnes très pluvieux entraînant le report ou l'annulation des semis d'automne, au profit de semis de printemps,
- Une tendance baissière des prix de vente au profit d'autres cultures comme les plantes aromatiques et médicinales, fourrages, légumes de plein champ, colza... (Rapport "Chiffres-clés 2019/2020" de la rencontre céréalière PACA).

Le blé dur (qui sert à la production de pâtes, semoule...) est principalement cultivé dans le 13, le 04 et le 84. C'est la céréale avec la plus grande fluctuation des surfaces cultivées : -41% / +42%, avec une moyenne à 26 458 hectares cultivés sur 5 ans.

L

Évolutions nationales des prix à la production des céréales

Blés, orges : évolution des prix d'achat en €/t

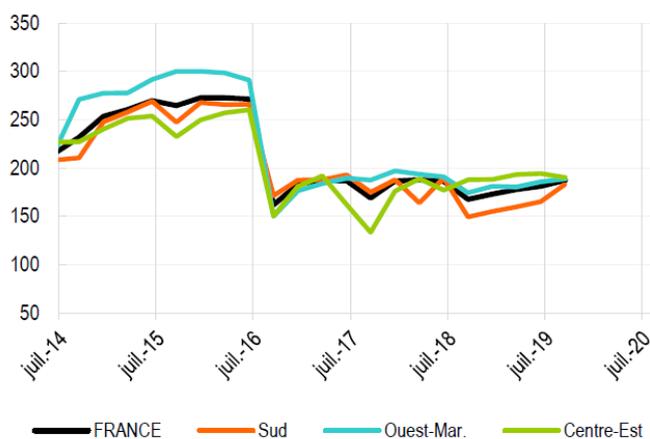


Source : FranceAgriMer / Enquête trimestrielle prix à la production

Evolution nationale des prix à la production des céréales (blé tendre, blé dur et orges)

<https://publications.intercereales.com/dossier-thematique/comment-expliquer-evolutions-des-prix-des-cereales>

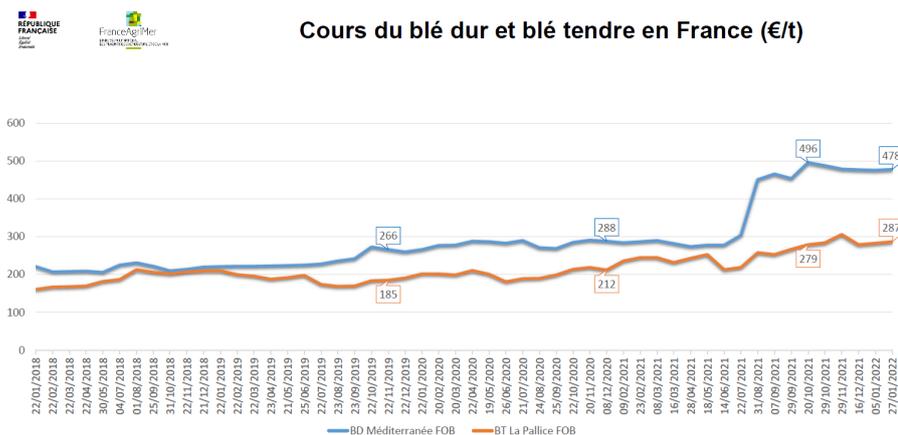
Blé dur : évolution des prix d'achat en €/t



Source FranceAgrimer / Enquête trimestrielle prix à la production

Evolution des prix d'achat du blé dur (2014 à 2020)

Source 1 : <https://publications.intercereales.com/dossier-thematique/comment-expliquer-evolutions-des-prix-des-cereales>

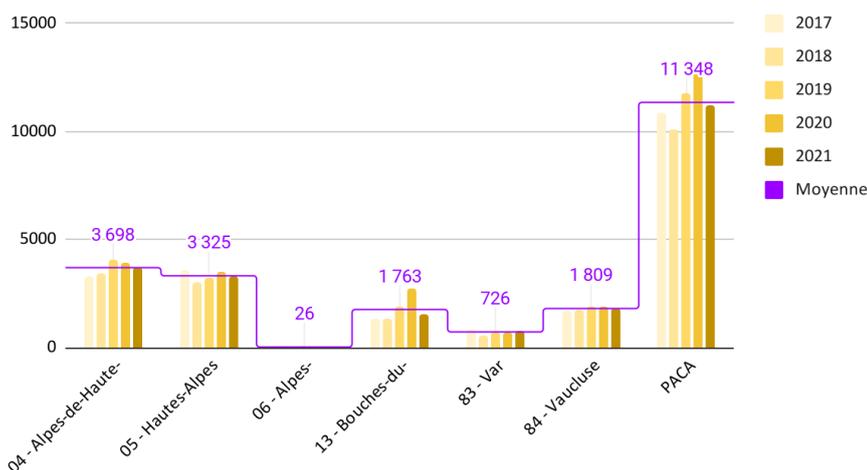


Evolution des prix d'achat du blé dur et du blé tendre (2018 à 2022)

Source 2 : FranceAgriMer / DRAAF PACA - Sce territorial FranceAgriMer - Aides aux entreprises et appui aux filières Grandes Cultures / Rencontres Inter Régionales 2021/2022 Grandes Cultures / 10 février 2022

o Orge

Evolution des surfaces cultivées d'orge (ha)



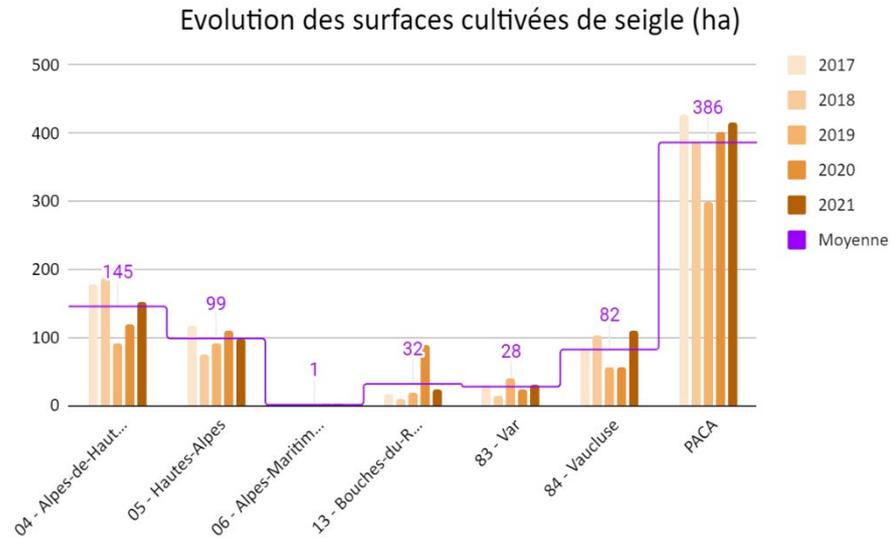
Evolution des surfaces cultivées d'orge, moyenne sur 5 ans (2017-2021)

L'orge est une céréale dont les surfaces cultivées augmentent légèrement au fil des années. Comme pour le blé dur, les surfaces de cultures sont assez bien réparties dans la région : on ne note pas un grand écart de superficie entre départements. On retrouve également le même classement des départements en termes de surface de culture : le 04 et le 05 sont en tête, suivis du 13 et du 84, puis le 06 et le 83 qui ont très peu de surfaces (même si c'est la céréale la plus produite dans le 06 !). Les surfaces cultivées en orge varient assez peu : -11% / +12% sur 5 ans, sur une moyenne PACA de 11 348 ha.

Un agriculteur qui achète de la paille en andain en dehors de sa ferme, sur plusieurs centaines d'hectares, nous indique que ce sont surtout les éleveurs qui produisent et utilisent sur leur ferme la paille d'orge, et qu'il est difficile pour lui d'en trouver. C'est une paille qui souffre moins au battage et dont la récolte est plus précoce que les autres céréales (dès fin mai), avant les grosses chaleurs (plus la paille est sèche, plus elle est hachée par les moissonneuses batteuses).

○ Seigle

Le seigle est la céréale la moins cultivée de la région. Dans tous les départements, elle représente moins de 2% de la surface de culture totale des céréales à paille. Sur les 5 années, la surface cultivée est assez stable, avec une année tout de même plus faible en 2019. On observe cela dans les évolutions des surfaces régionales cultivées en seigle par rapport à la surface moyenne : -23% (correspond à 2019) / +10%.



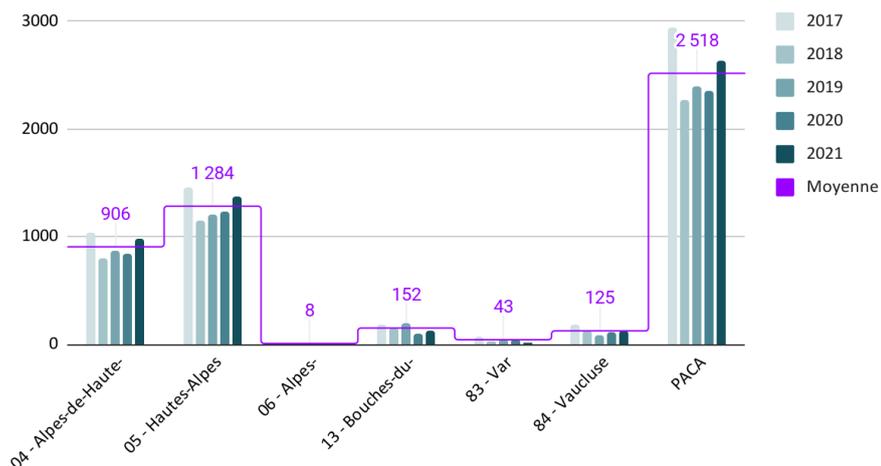
Evolution des surfaces cultivées de seigle, moyenne sur 5 ans (2017-2021)

Un agriculteur des Hautes Alpes nous donne son explication sur la faible abondance du seigle dans la région. C'est selon lui lié aux périodes des semis, dès la fin de l'été. Dans la région, le manque d'eau à cette période peut ruiner une tentative de semis. Si les semis ratent, les agriculteurs sèment à la place d'autres céréales deux mois plus tard. Le manque d'eau dissuade les tentatives.

○ Avoine et triticale

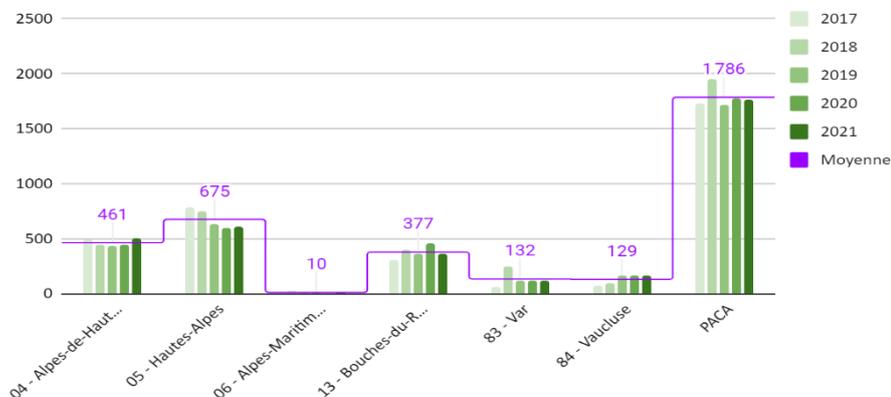
L'avoine et le triticale sont les deux céréales les moins cultivées après le seigle. Les surfaces cultivées d'avoine et de triticale sont principalement situées dans le 04 et le 05. Le 13 a une surface de culture d'avoine un peu plus haute que la moyenne régionale (présence forte de chevaux). Quant au 06, 83 et 84, on y retrouve très peu d'avoine ou de triticale. Les variations de surfaces sont assez faibles : pour l'avoine -5% / +9% pour une moyenne de 1 786 ha dans la région et pour le triticale -10% / +16% pour une moyenne de 2 518 ha sur 5 ans.

Evolution des surfaces cultivées de triticale (ha)



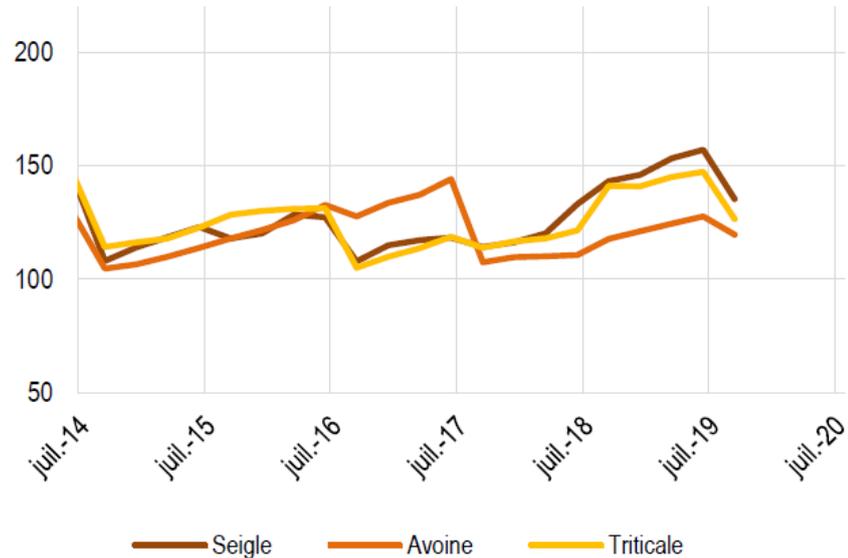
Evolution des surfaces cultivées de triticale, moyenne sur 5 ans (2017-2021)

Evolution des surfaces cultivées d'avoine (ha)



Evolution des surfaces cultivées d'avoine, moyenne sur 5 ans (2017-2021)

Seigle, Avoine, Triticale : évolution des prix d'achat en €/t

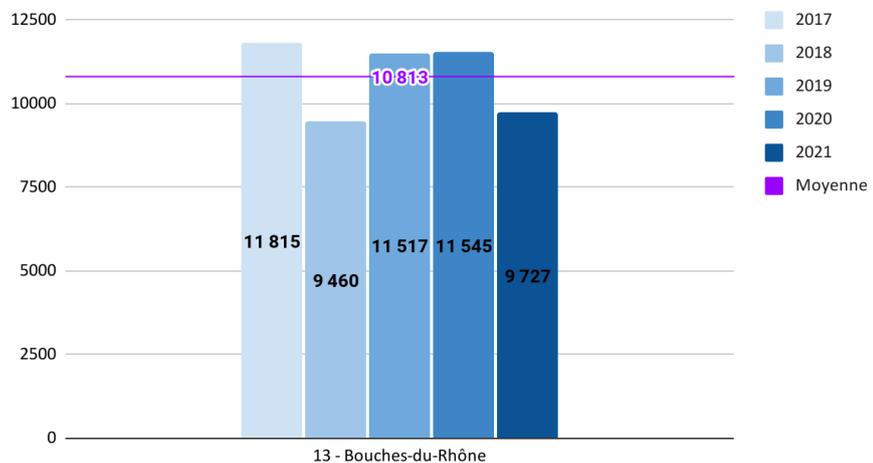


Source FranceAgrimer / Enquête trimestrielle prix à la production

Evolution des prix d'achat des céréales (seigle, avoine et triticale)

○ Riz

Evolution des surfaces cultivées de riz (ha)

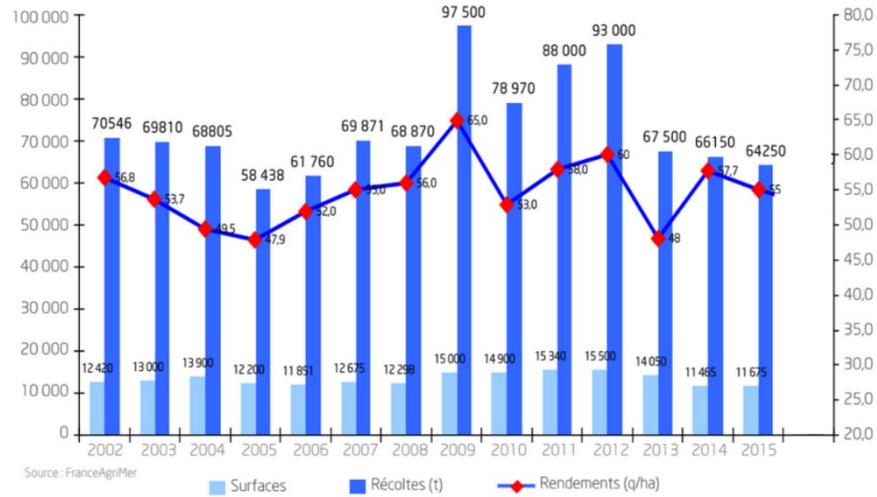


Evolution des surfaces cultivées en riz, moyenne sur 5 ans (2017-2021)

Le riz n'est cultivé en PACA dans les Bouches-du-Rhône. Sur 5 ans, la plage de variation des surfaces est de -13% / +9%, pour une moyenne de 10 813 ha.

Les graphiques ci-dessous présentent l'évolution des surfaces cultivées sur une plage temporelle plus grande (depuis 2002). En Camargue, le niveau de salinité des sols est directement lié à la culture du riz. Un déficit de surface cultivée en riz correspond à une augmentation de la salinité. Les surfaces mises en culture varient davantage sur le temps long que ce qu'on peut observer sur une plage de 5 ans.

Production rizicole évolution en PACA



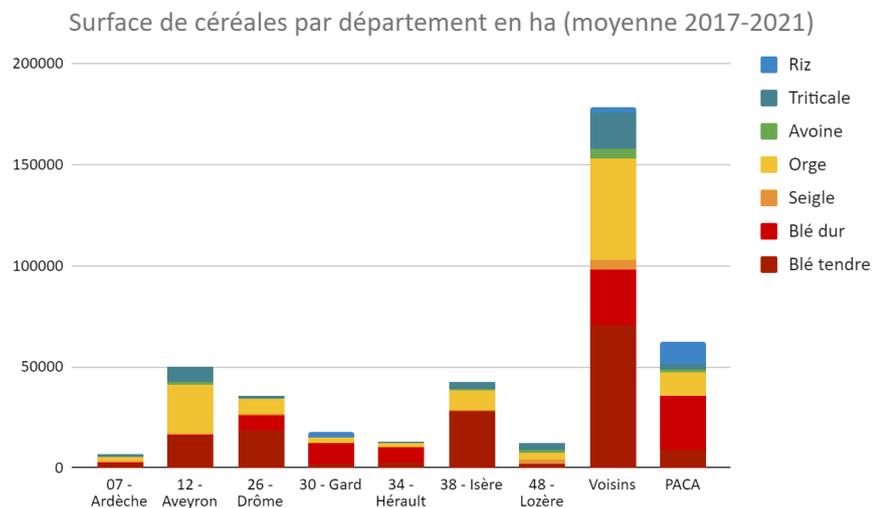
Evolution des surfaces cultivées en riz sur 13 ans (2002 – 2015)

Selon FranceAgriMer, sur la saison 2021/2022, les surfaces cultivées (Bouches du Rhône + Gard) étaient d'environ 12 000 ha, en net repli (-15 à 20%), au profit de cultures telles que le melon, les tomates, les pommes de terre, le blé dur, ... La part des surfaces cultivées en agriculture biologique continue de croître pour atteindre 24% du total des semis.

Départements limitrophes

Dans le cadre de cette étude et puisque la production de paille est très modeste en région PACA, il est intéressant d'observer les productions de céréales dans les départements directement voisins de la région PACA (Ardèche, Drôme, Gard, Isère), et les départements voisins des voisins (Aveyron, Hérault, Lozère), qui pourraient éventuellement alimenter en paille les gros bassins de vie en et hors PACA (comme Montpellier, Nîmes).

Sans rentrer plus dans le détail, voici un diagramme qui représente les surfaces cultivées (en ha) par céréales à paille pour l'ensemble des départements voisins, en comparaison avec les surfaces de la région PACA. On observe que ces départements cultivent deux fois plus de surface de céréales que l'ensemble des 6 départements réunis de la région PACA. L'orge et le blé sont les céréales les plus cultivées, avec une plus grande proportion de blé tendre que de blé dur (contrairement à la région PACA).

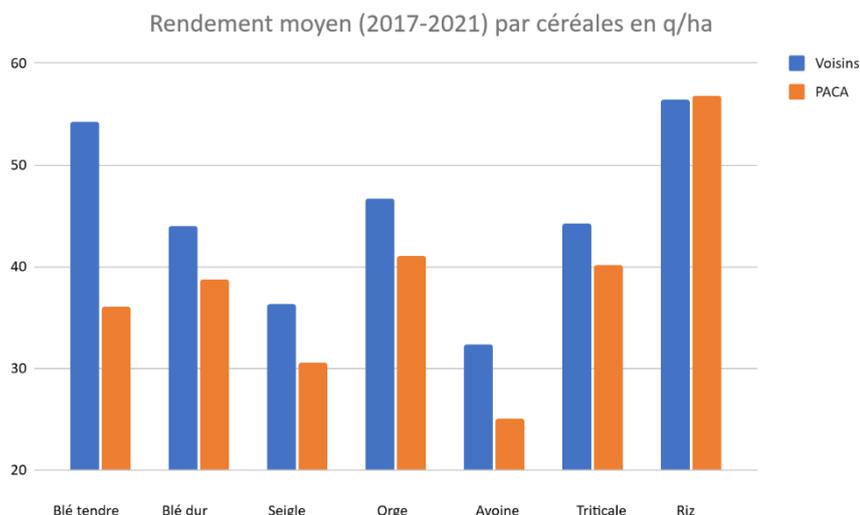


Surface de céréales par département voisins de la région PACA, moyenne sur 5 ans (2017-2021)

Les surfaces cultivées sont un bon indicateur quant à la quantité de paille qui peut être récoltée, mais une autre donnée est importante, c'est le rendement en paille à l'hectare. Celui-ci n'est pas directement accessible dans les statistiques agricoles. Il doit être estimé à partir du rendement en grain, que l'on détaille dans la partie suivante. Ce rendement est lui aussi supérieur dans les régions voisines.

Rendements en grains (valeurs moyennes et évolution)

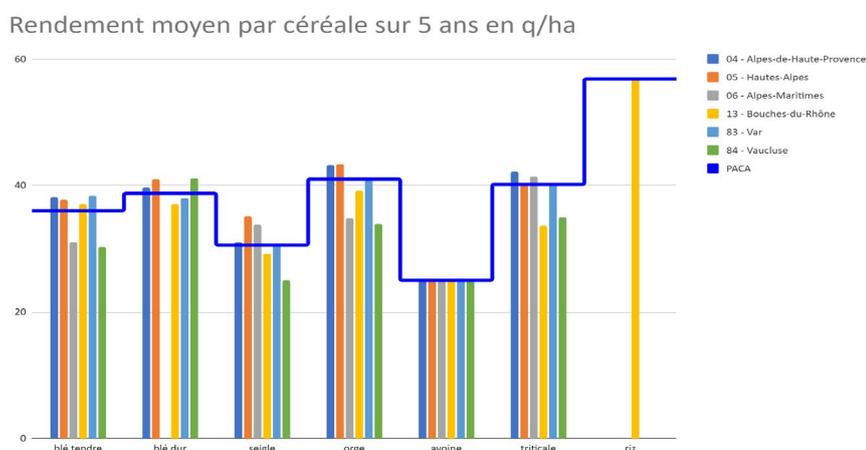
Les statistiques sur les productions agricoles ne portent que sur les surfaces et les rendements en grains, mais pas sur la production de paille. La production de paille est classiquement évaluée à partir de la production de grains et d'un indice appelé "indice de récolte". Chaque céréale a un indice de récolte différent, qui varie d'une source d'information à l'autre. Pour évaluer la production de paille, nous devons donc d'abord estimer la production de grains en quintaux par hectare.



Rendement moyen pour chaque céréale en région PACA et dans les départements voisins, moyenne sur 5 ans (2017-2021)

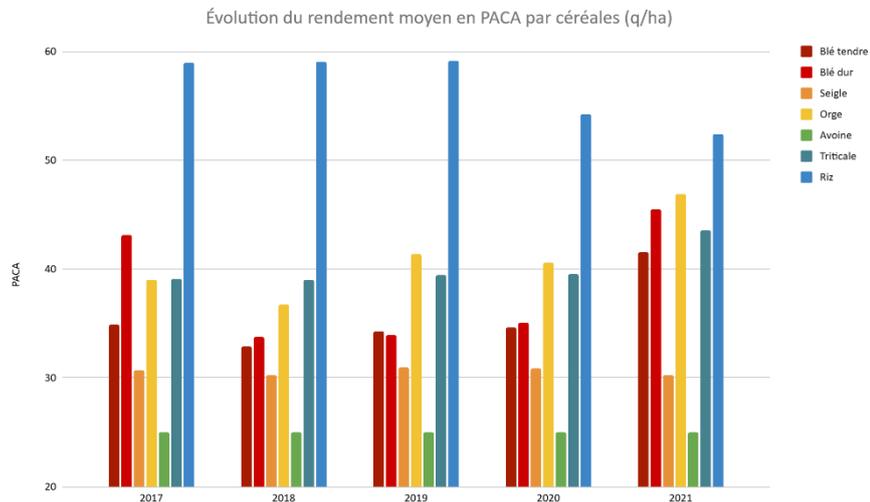
Observer le rendement en grains par région, département ou commune permet de repérer les zones les plus productives en paille. Le rendement en grain diffère selon divers facteurs : le climat, la météo, la qualité de la terre, le moment de mise en terre des semis, la quantité d'eau... c'est pourquoi il est différent selon le lieu et l'année observés. Ce rendement diffère aussi selon les céréales et variétés de céréales : certaines céréales ont naturellement un rendement moins élevé (comme le seigle et l'avoine).

En région PACA



Rendement moyen pour chaque céréale en région PACA et pour chaque département, moyenne sur 5 ans (2017-2021)

Nous présentons ci-après le rendement par céréales dans la région PACA sur 5 ans, puis le rendement par département et par céréale. On notera que dans les graphiques qui suivent, le département des Alpes Maritimes a été volontairement retiré, car les surfaces cultivées sont trop faibles pour obtenir des données statistiques significatives.



Evolution du rendement moyen pour chaque céréale en région PACA, moyenne sur 5 ans (2017-2021)

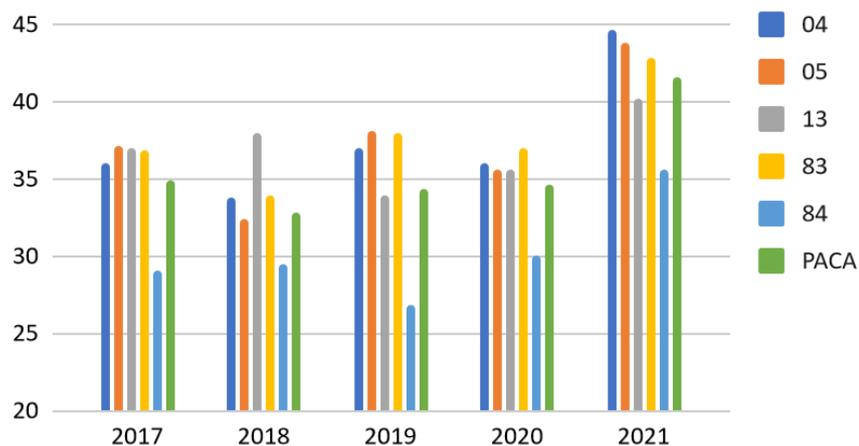
De 2017 à 2021, on observe que le rendement de plusieurs céréales est resté assez constant (avoine, seigle, triticale) tandis que d'autres céréales ont un rendement plus fluctuant. Le riz a le meilleur rendement de manière générale, et son évolution est en opposition avec les rendements des autres céréales : on observe une baisse du rendement après 2019. Au contraire, pour le blé et l'orge, le rendement augmente depuis 2019/2020.

Il y a plusieurs explications à la baisse des rendements : la baisse des précipitations entraînant du stress hydrique, le gel tardif d'avril, le retard des semis... (voir [Chiffres-clés 2016/17 PACA / Corse - FranceAgriMer](#))

○ Blé tendre

Le rendement moyen du blé tendre dans la région PACA sur les 5 années observées est de 36,0 quintaux/ha. On observe que tous les départements ont un rendement proche de la moyenne régionale (noté "PACA" en vert dans le graphique ci-dessous), excepté le Vaucluse, qui a un rendement plus bas. De manière plus générale, le rendement du blé tendre en PACA est en baisse de 2017 à 2018, puis en augmentation malgré une légère baisse en 2020. En 2021, on retrouve un rendement aussi bon qu'en 2016 (qualifié d'exceptionnel par l'Agreste).

Rendement en q/ha pour le blé tendre

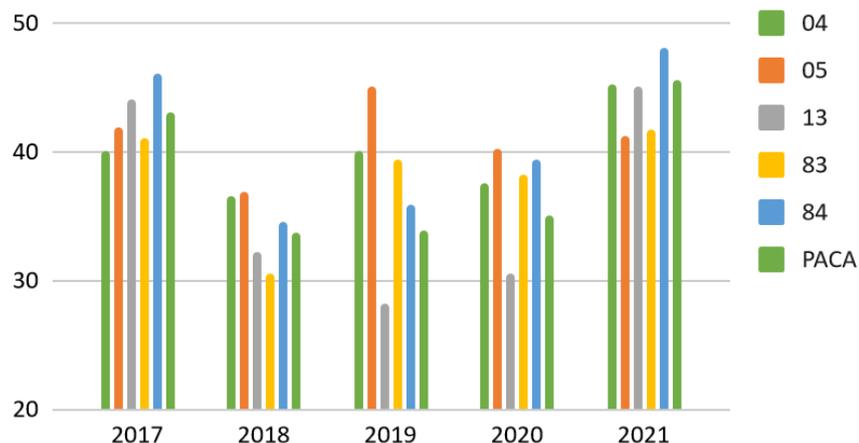


Rendement moyen en blé tendre en région PACA et pour chaque département, moyenne sur 5 ans (2017-2021)

o Blé dur

Le rendement moyen du blé dur dans la région PACA sur les 5 années observées est de 38,7 quintaux/ha. Les Bouches-du-Rhône, département qui cultive le plus, est aussi celui avec le taux de rendement le plus bas. De manière plus générale, le rendement du blé dur a été relativement faible entre 2018 et 2020. En 2021, on retrouve un rendement aussi bon qu'en 2016 (qualifié d'exceptionnel par l'Agreste), de 45,5 quintaux/ha.

Rendement en q/ha pour le blé dur

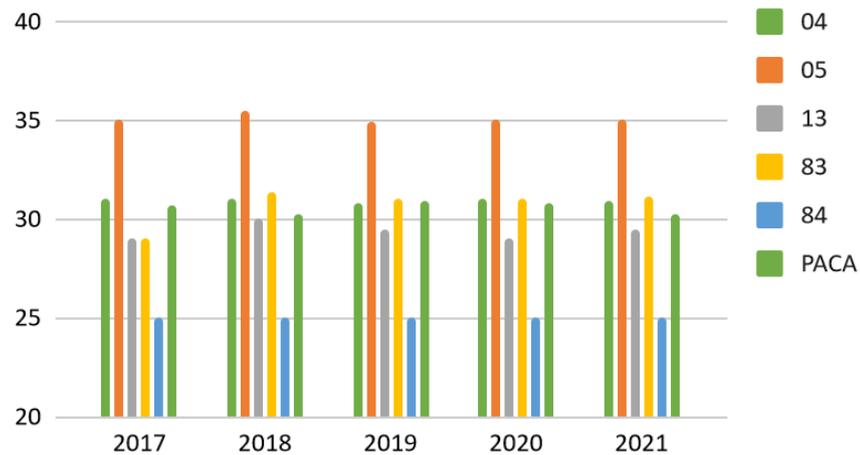


Rendement moyen en blé dur en région PACA et pour chaque département, moyenne sur 5 ans (2017-2021)

o Seigle

Le rendement moyen du seigle dans la région PACA sur les 5 années observées est de 30,6 quintaux/ha. C'est l'un des rendements céréaliers les plus bas avec l'avoine. Le rendement est resté relativement stable sur les 5 dernières années, avec un rendement assez bas dans le Vaucluse et un rendement assez haut dans les Hautes-Alpes. La stabilité des chiffres annoncés traduit sans doute un moins bon suivi statistique des récoltes.

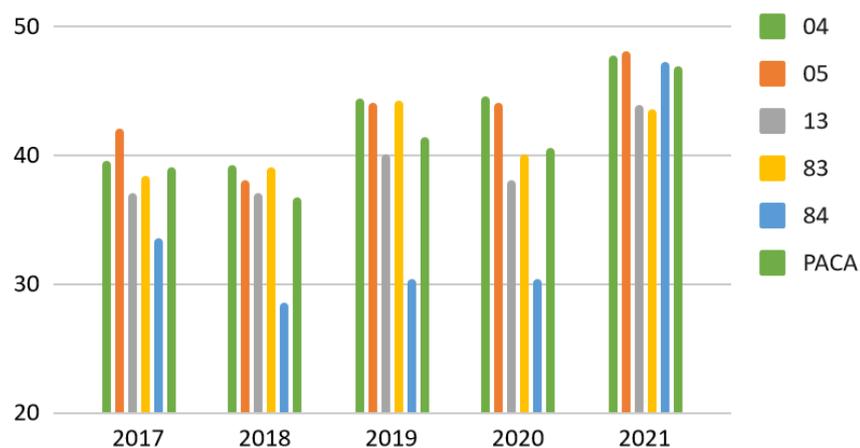
Rendement en q/ha pour le seigle



Rendement moyen en seigle en région PACA et pour chaque département, moyenne sur 5 ans (2017-2021)

o Orge

Rendement en q/ha pour l'orge



Rendement moyen en orge en région PACA et pour chaque département, moyenne sur 5 ans (2017-2021)

Le rendement moyen de l'orge dans la région PACA sur les 5 années observées est de 41,0 quintaux/ha. Encore une fois, c'est le 84 qui a le rendement le plus faible, tandis que les autres départements se trouvent dans la moyenne PACA. Les rendements sont assez fluctuants selon les années.

o Avoine

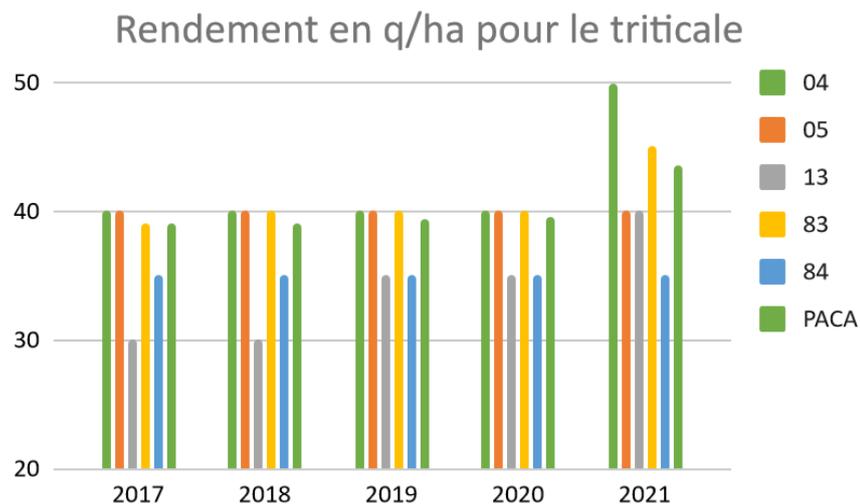
Pour l'avoine, le rendement est très stable : pour chaque département et chaque année, les données indiquent un rendement d'environ 25 quintaux/ha. La stabilité des chiffres annoncés traduit sans doute un moins bon suivi statistique des récoltes.

La paille d'avoine est une paille intéressante pour le monde agricole puisqu'elle peut servir d'alimentation en cas de manque de foin. Certains cultivent l'avoine en interculture,

parfois en mélange avec une légumineuse (ndlr : et la récoltent avant maturité du grain). Elle constitue un couvert végétal compatible avec les critères de la PAC. La paille d'avoine cultivée de la sorte est vendue/présentée comme du "foin d'avoine" (Source : Doulière Hay France).

○ Triticale

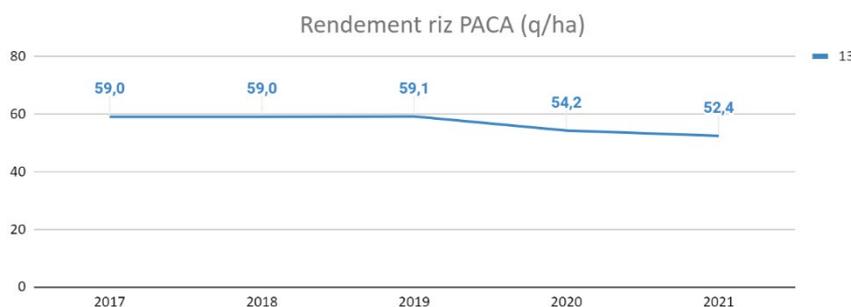
Le rendement moyen du triticale dans la région PACA sur les 5 années observées est de 40,2 quintaux/ha. Le 84 et le 13 sont les départements avec les rendements les plus faibles. Le rendement est relativement stable, avec une petite hausse en 2021.



Rendement moyen en triticale en région PACA et pour chaque département, moyenne sur 5 ans (2017-2021)

○ Riz

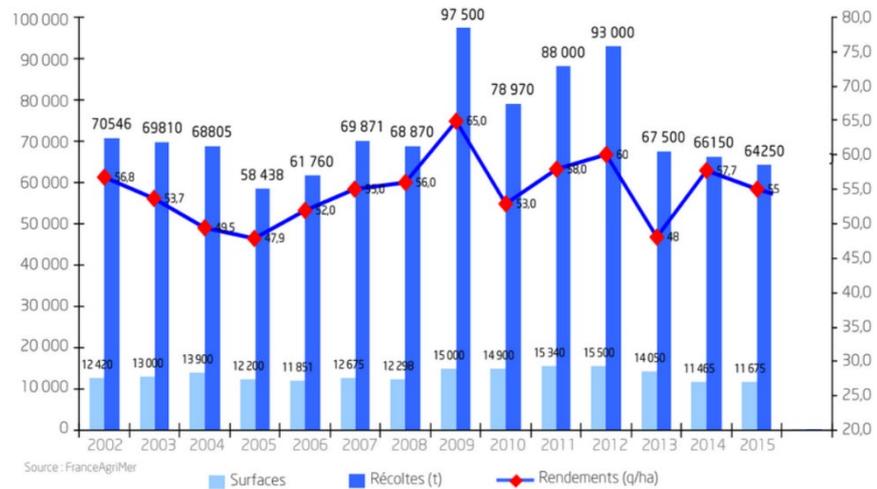
Le rendement moyen du riz dans la région PACA sur les 5 années observées est de 56,8 quintaux/ha. Le rendement correspond à du riz paddy (riz encore enrobé de sa balle). La balle de riz représentant 20% du poids du riz paddy, les rendements annoncés doivent être multipliés par 0,8.



Rendement moyen en riz en région PACA et pour chaque département, moyenne sur 5 ans (2017-2021)

Sur une échelle de temps plus large, on observe que les rendements en riz paddy oscillent entre 45 et 65 quintaux/ha. Sur la campagne 2021/2022, selon FranceAgriMer, les rendements moyens ont oscillé entre 55 et 60 quintaux/ha (à priori en riz paddy).

Production rizicole évolution en PACA



Evolution des rendements en riz sur 13 ans (2002-2015)

Le rendement retenu pour l'étude n'est pas calculé sur une plage de 5 ans, mais sur une plage temporelle élargie. Le rendement considéré est 47 quintaux/ha.

○ Petit épeautre

Dans les statistiques nationales, le petit épeautre est classé parmi les "autres céréales". Le rendement en grains et son évolution ne peuvent donc pas être suivis avec la même méthode que les autres céréales.

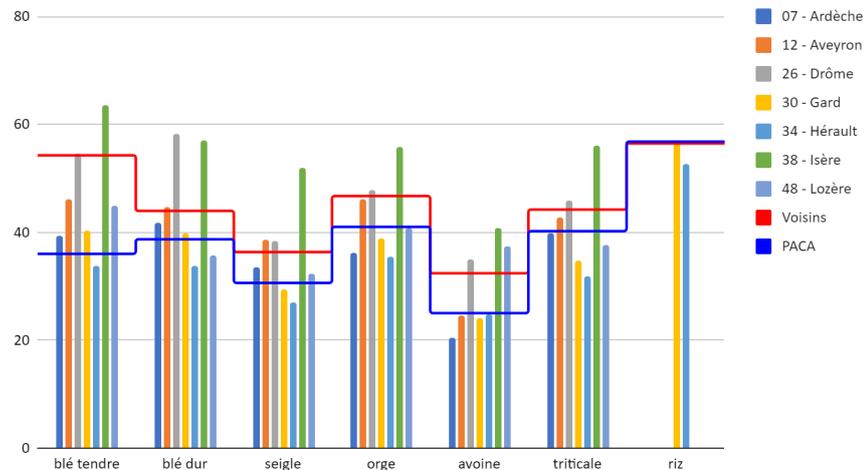
Le rendement en grains (vêtus, à savoir avant décortilage, le grain encore dans sa balle) moyen est de l'ordre de 15 quintaux/ha. On se basera sur cette valeur pour estimer la quantité de paille à l'hectare.

La paille de petit épeautre est une paille qui n'est pas plébiscitée par les éleveurs pour la litière des moutons. En effet, les brebis ne la mangent pas. Les producteurs de petit épeautre qui ne broient pas leur paille cherchent à la valoriser, et utilisent de la paille de blé pour leur élevage de brebis.

Dans les départements limitrophes

Les rendements en grains dans les départements voisins sont globalement supérieurs à ceux de la région PACA, excepté pour le riz. Une raison qui explique le rendement plus faible en région PACA, est la fréquence des événements climatiques extrêmes comme les épisodes de sécheresse. La céréale avec le plus grand écart de rendement est le blé tendre, avec un rendement de 36,0 q/ha en PACA contre 54,2 q/ha en moyenne dans les départements limitrophes.

Rendement moyen sur 5 ans par céréale en q/ha



Rendement moyen dans les départements voisins de la région PACA, pour chaque département, moyenne sur 5 ans (2017-2021)

Estimation des rendements en paille (PACA)

Détermination des indices de récolte

L'indice de récolte est un ratio qui compare la masse de grain par rapport à la totalité de la biomasse aérienne de la plante. Cet indice est propre à chaque plante et dépend des conditions dans lesquelles la plante a grandi, en particulier du stress hydrique. C'est donc une mesure imparfaite mais qui présente l'avantage d'être synthétique.

Dans le tableur Excel de FranceAgriMer ("FranceAgriMer_STA-MUL-ONRBAgriRcaPaillesCereales-A20"), des indices de récoltes nationaux sont donnés pour plusieurs types de céréales : blé tendre & épeautre, blé dur, orge, avoine, seigle et triticale. Pour une même céréale, toutes les régions possèdent le même indice de récolte. Ces indices proviennent de l'étude suivante : GIE GAO (Arvalis, Terres Univia, Terres Inovia), "Étude portant sur la fourniture de paramètres techniques permettant la quantification régionale de la production et de la valorisation des pailles", 2018.

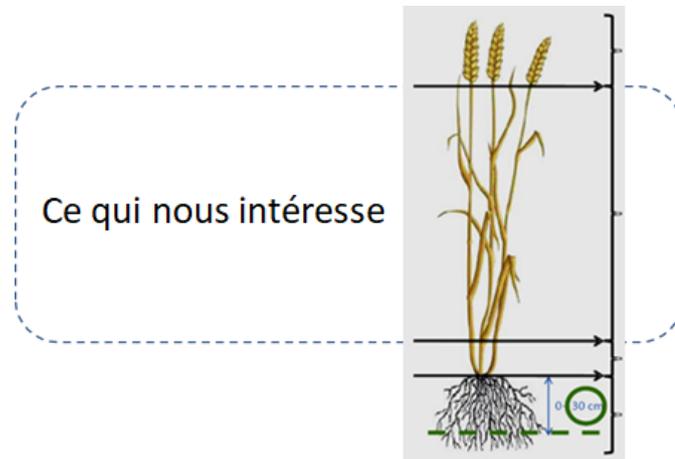
Ces indices ont été comparés à ceux d'autres sources pour définir les indices de récoltes utilisés dans cette étude. Notre approche sur les indices de récolte est une approche prudente, qui considère les indices haut des fourchettes bibliographiques ("haut" = en proportion "plus de grains/moins de paille").

- Riz
 - Les entreprises de travaux agricoles assurant le pressage du riz en Camargue ont une vision fine de la quantité de paille réellement récoltable, ce qui nous permet de confirmer l'indice de récolte du riz issu de la bibliographie : 0.49 (Comifer 2013 / Document-methodologique).
L'indice retenu pour cette étude (approche prudente) est estimé à **0.49**.
- Blé tendre et blé dur
 - Valeur bibliographique
 - Selon FranceAgriMer, l'indice est 0.44 pour le blé dur et 0.48 pour le blé tendre

- D'autres sources d'informations nous annoncent un indice théorique situé dans la plage 0.35 à 0.59. La valeur théorique retenue de ces sources d'informations (approche prudente) est 0.59. :
 - 31483
 - https://www.researchgate.net/publication/356841138_Etude_technico-economique_de_quatre_cultures_d%27automne_pour_l%27alimentation_d_es_ovins_dans_l%27Est_du_Quebec_-_Rapport_d%27etape_2021
 - LBC_Methode GC_Annexe04_referentiel culturess
 - 4-3-507148258720720602
 - Comifer 2013 (Document-methodologique)
 - a1ba2_Beaudoin_PIREN_2017
- Valeur issue des interviews
 - Un agriculteur cultivant du blé dur dans le Vaucluse nous a fait part de ses rendements pour 2022 : 5 tonnes de grains pour 1.5 tonnes de paille sortie des champs. Selon lui, cette année-là, "la paille ne pesait pas".
- L'indice réel retenu est **0.66**.
- Seigle
 - Valeur bibliographique
 - Selon FranceAgriMer, l'indice est 0.48
 - D'autres sources d'informations nous annoncent un indice théorique situé dans la plage 0.49 à 0.55 :
 - https://www.researchgate.net/publication/356841138_Etude_technico-economique_de_quatre_cultures_d%27automne_pour_l%27alimentation_d_es_ovins_dans_l%27Est_du_Quebec_-_Rapport_d%27etape_2021
 - LBC_Methode GC_Annexe04_referentiel
 - La valeur théorique retenue de ces sources d'informations (approche prudente) est 0.55
 - L'indice réel retenu est **0.60**.
- Orge
 - Valeur bibliographique
 - Selon FranceAgriMer, l'indice est 0.52
 - D'autres sources d'informations nous annoncent un indice théorique situé dans la plage 0.50 à 0.53, suivant le type d'orge (printemps, hiver) :
 - LBC_Methode
 - GC_Annexe04_referentiel culturess.
 - La valeur théorique retenue de ces sources d'informations (approche prudente) est 0.53.
 - L'indice réel retenu est **0.60**.
- Avoine
 - Valeur bibliographique
 - Selon FranceAgriMer, l'indice est 0.52
 - D'autres sources d'informations nous annoncent un indice théorique situé dans la plage 0.43 à 0.49 :
 - https://www.researchgate.net/publication/356841138_Etude_technico-economique_de_quatre_cultures_d%27automne_pour_l%27alimentation_d_es_ovins_dans_l%27Est_du_Quebec_-_Rapport_d%27etape_2021
 - LBC_Methode GC_Annexe04_referentiel culturess
 - 4-3-507148258720720602.

- La valeur théorique retenue de ces sources d'informations (approche prudente) est 0.49.
- L'indice réel retenu est **0.56**.
- Triticale
 - Valeur bibliographique
 - Selon FranceAgriMer, l'indice est 0.44
 - L'indice théorique est situé dans la plage 0.33 à 0.46 suivant les sources :
 - [https://www.researchgate.net/publication/356841138 Etude tecnico-economique de quatre cultures d'automne pour l'alimentation d es ovins dans l'Est du Quebec - Rapport d'etape 2021](https://www.researchgate.net/publication/356841138_Etude_technico-economique_de_quatre_cultures_d%27automne_pour_l%27alimentation_d_es_ovins_dans_l%27Est_du_Quebec_-_Rapport_d%27etape_2021)
 - LBC_Methode_GC_Annexe04_referentiel_culturess
 - a1ba2_Beaudoin_PIREN_2017
 - Document-methodologique
 - La valeur théorique retenue de ces sources d'informations (approche prudente) est 0.46.
 - L'indice réel retenu est **0.53**.
 - Petit épeautre
 - Le petit épeautre est une céréale vêtue. Le grain récolté est encore recouvert de sa balle (40% de son poids).
 - Valeur bibliographique
 - L'indice de récolte du petit épeautre n'est pas disponible dans la bibliographie.
 - Valeur issue des interviews
 - Un producteur nous indique son ratio de paille pressée (3 tonnes/ha pour une production de grain brut (non décortiqué) de 2.5 tonnes/ha environ). Ceci nous amène à un indice de **0.45**. Nous retiendrons cette valeur dans nos estimations.

Ratio de paille récupérable



Partie aérienne et partie souterraine d'une céréale

Source : 5-Colloque_SoleBIOM-AMG_Session2_JC-MOUNY_vf

La paille réellement récupérable par les agriculteurs ne représente qu'une partie de la partie aérienne. Toute la paille au-dessous de la barre de coupe de la moissonneuse batteuse reste au champ. La menue paille (paille hachée + balle) est elle aussi restituée au champ au moins partiellement. On considérera ici qu'elle l'est totalement. Dans les cas particuliers du petit épeautre et du riz (grain "vêtu"), la moissonneuse batteuse ne sépare pas le grain de sa balle et le grain est exporté des champs dans sa balle.

Avec de forts coups de vent, les céréales peuvent se coucher (verser) avant récolte. Dans ce cas, en cas de verse, la barre de coupe de la moissonneuse est abaissée pour récupérer les grains près du sol, ce qui limite aussi indirectement les pertes en paille. A contrario, ces pailles peuvent être de moins bonne qualité.

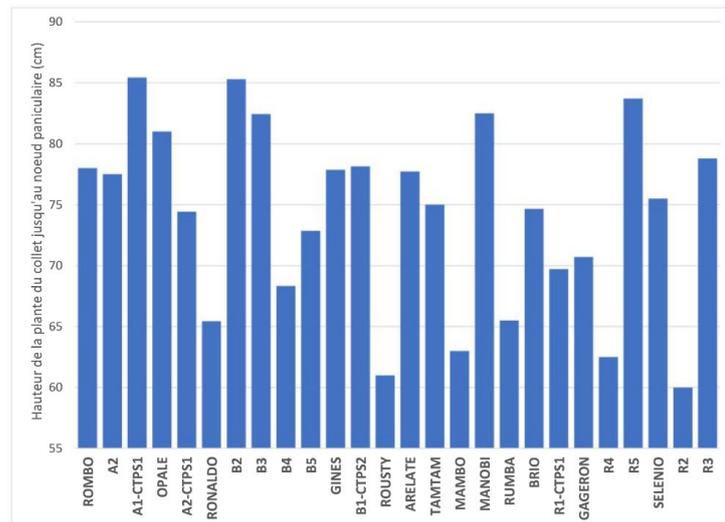
Pertes liées à la hauteur de la barre de coupe de la moissonneuse-batteuse

Dans les régions de silex (hors PACA), le risque incendie est élevé si on abaisse trop la barre de coupe des moissonneuses batteuses. La hauteur peut être relevée jusqu'à 20 à 25 cm du sol.

Nous considérerons que la paille produite en PACA est coupée à 10 cm du sol par la barre de coupe des moissonneuses batteuses. Toutes les pailles n'ayant pas la même hauteur, la perte en paille (en pourcentage) n'est pas la même.

Riz

Pour le riz, nous avons considéré 14% de pertes (hauteur moyenne considérée = 72 cm).
Source : "Centre Français du Riz / Bilan de la campagne 2021"



Hauteurs des plants à maturité dans le réseau d'essais CFR en 2021
La hauteur des plants est mesurée à maturité entre le sol et la base de la panicule.

Hauteur des plants de riz à maturité (CFR 2021)

Petit épeautre

Pour le petit épeautre, un agriculteur nous indique que les bonnes années, il peut avoir des tiges de 1m50. Le document "Fiche-Petit-épeautre" nous indique des valeurs inférieures (1,03 à 1,14m). Nous considérons la valeur 1,14 m comme représentative de la production.

Synthèse

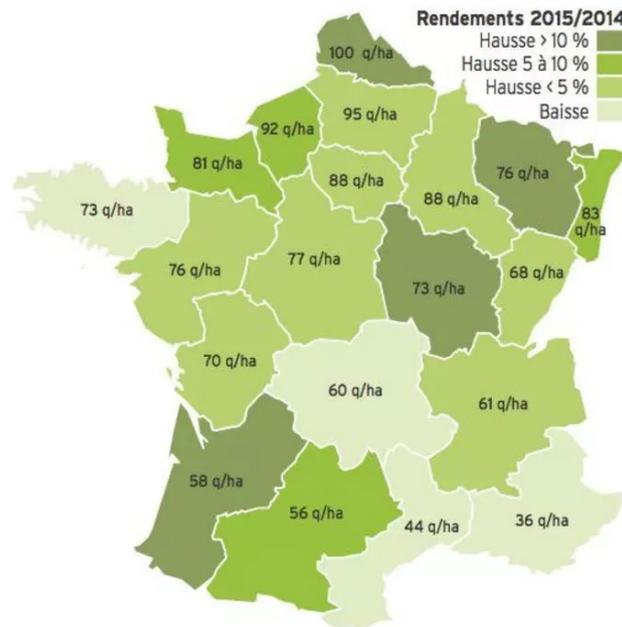
Céréale	Hauteur de paille (cm)	Perte / hauteur de coupe (%)
Petit épeautre	114	9
Blé tendre / dur	90	11
Triticale	102	10
Avoine	106	9

Seigle	175	6
Orge	86	12
Riz	72	14

Pertes sous forme de menue paille

Selon les sources, on estime que la quantité de menue paille est comprise entre 800 kg et 2.5 tonnes par ha, avec une moyenne de 1.5 tonnes/ha.

Ces données, issues de régions comme les Hauts de France (à savoir des régions de grandes cultures avec de forts rendements), sont bien évidemment à mettre en rapport avec les rendements plus faibles dans le sud-est de la France. Nous considérerons par conséquent que la quantité de menue paille est proportionnelle aux rendements en grains (menue paille = 15% de la production de grains). Cette valeur est appliquée à tous les types de céréales.



Rendements moyens en grains, par région, pour le blé tendre (récolte 2014/2015)

Source : <https://www.reussir.fr/grandes-cultures/hausse-des-rendements-du-ble-dans-toutes-les-regions-traditionnelles>

Céréale	Perte / menue paille (%)
Petit épeautre	15
Blé tendre / dur	15
Triticale	15
Avoine	15
Seigle	15
Orge	15

Riz	15
-----	----

Perte sous forme de menue paille pour chaque céréale considérée (%)

Vérification de l'approche

- Riz
 - Cette approche nous amène pour le riz à une moyenne de 4.5 tonnes de paille par ha pour un rendement en grain moyen de 5.6 tonnes par ha. Ces valeurs sont réalistes. Une ETA (Entreprise de Travaux Agricoles) nous indiquait sa règle : 8 tonnes de grains pour 4 tonnes de paille, ce qui donnerait un indice de récolte - après corrections - de 0.66, contre 0.55 avec cette approche). Notre approche n'est finalement pas aussi prudente pour estimer la production de paille.

Estimation des fréquences d'exportation des pailles des fermes de PACA (tous usages)

Paille "récoltable" et paille "non récoltable"

Toute la paille produite dans un champ n'est pas "récoltable". Par "non récoltable", il faut distinguer :

- La partie de la paille qui échappe aux opérations de moissonnage/battage/pressage (partie de la tige située en dessous de la barre de coupe de la moissonneuse batteuse + menue paille + pertes au pressage). Cette paille permet d'amender directement les sols en matière organique.
- La partie de la paille qui reste sur l'exploitation agricole / ferme pour servir de litière animale (en polyculture/élevage) et ensuite être restituée au champ sous forme de fumier.

La partie de la paille "récoltable" est celle qui est classiquement exportée des champs dans un modèle conventionnel dans lequel les engrais chimiques compensent la paille sortie des champs pour de multiples usages et n'y revenant pas. Les agriculteurs peuvent choisir de laisser une partie de la paille au champ pour amender les sols en matière organique et limiter les apports d'engrais. Cette part augmente quand le prix des engrais augmente. Dans le cas du riz, une partie de la paille est volontairement brûlée quand elle ne peut pas être exploitée.

Une grosse partie de la paille sortant des fermes excédentaires en paille (exemple : zone de grande culture) est utilisée dans d'autres fermes déficitaires en paille, dans la même région mais aussi en dehors de la région d'où est issue la paille.

100% = partie aérienne (tige)			
Techniquement « non récoltable »		Techniquement « récoltable »	
Usages internes à l'économie de la ferme			Usages externes
Pertes à la récolte	Autoconsommation (polyculture – élevage, ...)	Broyée au champ (grande culture)	Exportable du champ & de la ferme
Menue paille Verse Coupe à 10 cm du sol ... ↓ Amendement des sols	Litière animale → Fumier → Amendement des sols OU Compostage / Énergie (lavande/lavandin)	Amendement des sols	Élevage Paillage horticole Compostage Ecoconstruction ...

Notions de « techniquement récoltable / non récoltable »

Pourcentage de paille “récoltable” par région

Le tableur ci-dessous donne pour chaque région la fréquence de récolte moyenne ne pénalisant pas la fertilité des sols (Pour les pailles de céréales suivantes : blé tendre et épeautre, blé dur, orge, avoine, seigle, triticale). Le riz n'est pas considéré.

Définition : Il s'agit de la part de biomasse techniquement récoltable qui est retournée au sol, de façon à assurer le maintien de la fertilité de ce dernier. La fréquence de récolte, ou fréquence "d'exportation" détermine la part de biomasse techniquement récoltable qui est effectivement récoltée, ou "exportée". Elle est déterminée en fonction des types de sol, leur teneur en matière organique, les successions culturales et le climat.

Régions administratives	Orientations mixte polyculture-élevage (MPE)	Orientations grandes cultures strictes (GCS)
	Fréquence de récolte des pailles ne pénalisant pas la fertilité des sols (*)	Fréquence de récolte des pailles ne pénalisant pas la fertilité des sols
	%	%
Auvergne-Rhône-Alpes	58%	29%
Bourgogne-Franche-Comté	36%	18%
Bretagne	64%	32%
Centre-Val-de-Loire	48%	24%
Corse	0%	0%
Grand Est	68%	34%
Hauts-de-France	30%	15%
Île-de-France	20%	10%
Normandie	42%	21%
Nouvelle-Aquitaine	48%	24%
Occitanie	100%	59%
PACA	8%	4%
Pays de la Loire	46%	23%
France		

(*) Selon Arvalis, le taux d'exportation des pailles en polyculture-élevage, après usage litière, est 2 fois supérieur à celui pratiqué en orientation grandes cultures stricte.

Pourcentage de paille récoltable par région

Source : FranceAgriMer_STA-MUL-ONRBAgriRcaPaillesCereales-A20

Estimation plus fine des pourcentages de paille “récoltable” en région PACA

On le verra plus tard, à partir des statistiques par commune, nous avons classé les communes en plusieurs catégories :

- Par défaut, sur toutes les communes non passées au travers du filtre de présélection des communes/céréales (plus d'explications dans les paragraphes suivants) intéressantes

pour la valorisation en écoconstruction, nous considérons que les usages agricoles en place ne permettent pas une exportation de paille pour l'isolation de bâtiments dépassant le cadre de l'autoconstruction. Sur toutes ces communes, on considère que le volume de paille disponible et récoltable est **nul**.

- Par défaut, nous considérons qu'en moyenne, en région PACA, sur toutes les communes et pour toutes les céréales (hors riz), la paille est en moyenne récoltable (exportable des champs pour des usages non agricoles sur ou hors de l'exploitation) **une année sur 6**, ce qui correspond à une fréquence de 16% (deux fois la moyenne régionale).
- Sur les communes pour lesquelles nous avons pu interroger au moins un agriculteur qui ne voit pas qui sur la commune pourrait commercialiser de la paille en dehors des besoins en élevage, nous avons considéré une fréquence d'exportation d'**une année sur 12**.
- **La paille de riz** aujourd'hui sortie des champs est toujours exportée des fermes. Elle est pressée par des ETA qui la stockent localement ou pas, qui la commercialisent en direct, à destination de la litière animale et de l'isolation (panneaux de paille de riz FBT Isolation). **La fréquence d'exportation considérée est donc de 1 année**. Une grande partie de cette paille est transportée en dehors de la région PACA.

Estimation de la possibilité / rentabilité de l'exportation de paille des champs

Paille de riz

Les entreprises de travaux agricoles assurant le pressage du riz en Camargue ont une vision fine des surfaces réellement récoltables, ce qui permet de corriger les surfaces mises en culture du simple fait de la rentabilité de l'exportation de paille dans une partie des rizières.

Ceci est nécessaire pour tenir compte du fait que la récolte du riz se fait à l'automne (météo changeante) et qu'une partie des rizières sont situées dans des parcelles peu praticables après la récolte et/ou nécessitant plus de manutention des bottes. Les agriculteurs utilisent par exemple des aérateurs pour accélérer le séchage des andains avant bottelage de la paille. Les surfaces récoltables actuelles, selon cette même entreprise, représentent environ 70 à 75% des surfaces cultivées. Ce chiffre est cohérent avec la valeur de 71% considéré dans une étude précédente (document_572265). Nous retenons la valeur de **70%**.

La moitié (ordre de grandeur) de la paille de riz exportée des champs ne l'est pas à l'issue de la récolte mais l'est en hiver, en début d'année suivante, lorsque les rizières deviennent praticables parce que sèches.

Un autre riziculteur procède à une analyse de la rentabilité de l'exportation des pailles. Selon lui, ce sont les ruptures de charges (chargement des bottes de paille sur plateforme puis camion puis stockage, etc.) qui sont à l'origine d'une absence de rentabilité de l'exportation de paille de certaines rizières. Si les cours de la paille augmentent, ces gisements de paille deviendront exploitables.

Autres pailles

Toutes les autres céréales (hors riz) étant récoltées en été, on considère ici que l'accessibilité aux champs est assurée dans 100% des cas dans des conditions qui limitent le nombre de manipulations des bottes de paille.

Estimation de la perte par manque de qualité de la paille

Le RFCP a émis un cahier des charges précisant ce qu'est une paille de qualité. Par défaut et de manière arbitraire, on considère que 5% de la paille pressée n'a pas la qualité requise pour devenir un matériau d'isolation, et 10% dans le cas du riz.

Estimation de la quantité de paille produite en PACA et départements alentours

La quantité de paille produite, est ici entendue comme la paille que l'on peut sortir des champs avec les techniques actuelles, sans aucune considération des équilibres des sols et des usages qui en sont faits.

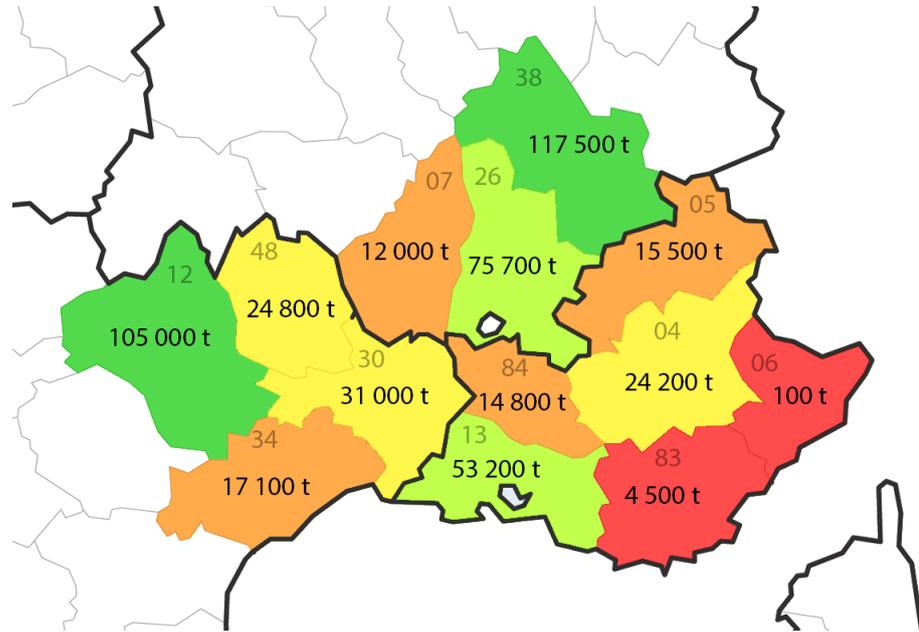
Le tableau suivant donne une estimation de la quantité de paille produite par département et par an (moyenne sur 5 ans), en tonnes, toutes céréales confondues.

Moyennes sur 5 ans (2017-2021)	Paille produite (tonnes)
04 Alpes de Haute Provence	24180
05 Hautes Alpes	15507
06 Alpes Maritimes	95
13 Bouches-du-Rhône	53212
83 Var	4523
84 Vaucluse	14834
PACA	112351
07 Ardèche	11979
12 Aveyron	105005
26 Drôme	75716
30 Gard	30998
34 Hérault	17085
38 Isère	117497
48 Lozère	24846
Départements voisins	371147

Quantité de paille produite annuellement, pour chaque département de la région PACA et pour les départements voisins (tableau)

Valeurs issues du tableur "Surfaces, rendements, production (évolution sur 5 ans) PACA_Clara Jonas" / Onglet "Données surfaces, rendements, récolte, paille".

Une représentation cartographique nous aide à mieux comprendre les distances entre le gisement de paille et les départements de la région PACA.



Quantité de paille produite annuellement, pour chaque département de la région PACA et pour les départements voisins (carte)

Quantité de paille produite, par habitant

En France métropolitaine, on compte environ 9 millions d'hectares de céréales pour environ 68 millions d'habitants. En estimant à 3.5 tonnes/ha la quantité de paille produite, on arrive à une estimation moyenne de 463 kg de paille produite/hab.

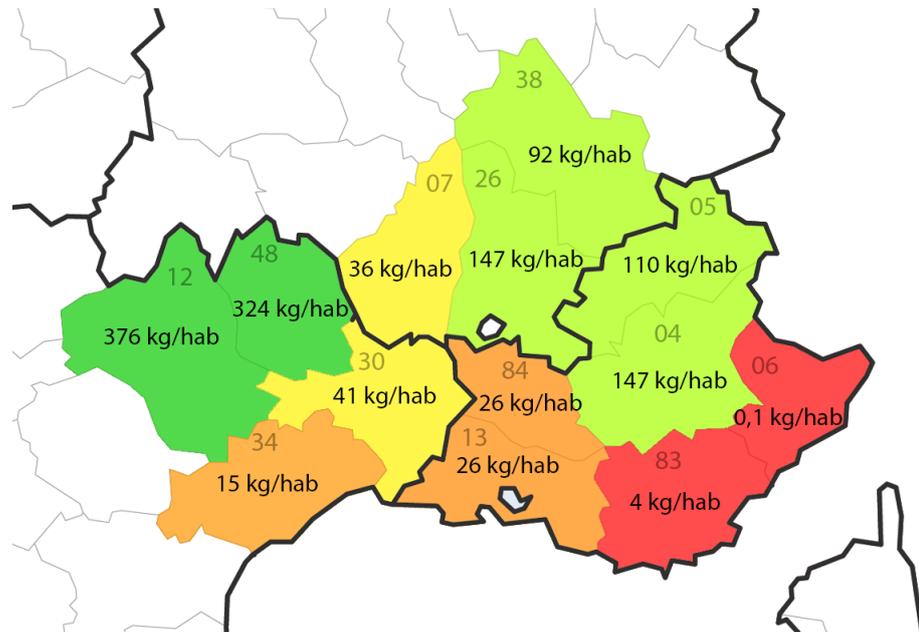
Une maison en paille de 100 m² « consomme » environ 10 tonnes de paille. Si on estime la durée de vie de la paille à 50 ans (valeurs FDES) et un nombre d'habitants moyen de 3 personnes par habitation, pour isoler cette maison en paille, il aura fallu en moyenne 67 kg de paille par an et par habitant. Si toute la maison n'est pas isolée en paille (ex : planchers) et qu'on considère une durée de vie de référence deux fois plus longue (la maison Feuillette à 1 siècle), on aboutit à une trentaine de kg de paille par an et par habitant nécessaire pour que chaque français puisse un jour espérer habiter un logement isolé en paille.

Le tableau et la carte suivante présentent pour chaque département la quantité de paille (tous usages confondus, exportée du champ ou non) par habitant (moyenne sur 5 ans), en tonnes, toutes céréales confondues. Le nombre d'habitants est issu des données de l'INSEE de 2019.

Paille par habitant	Production de paille Moyenne sur 5 ans (tonnes)	Nombre d'habitants (2019)	Paille (2019) kg / hab.
04 Alpes de Haute Provence	24 180	164308	147
05 Hautes Alpes	15 507	141220	110
06 Alpes Maritimes	95	1094283	0,1
13 Bouches-du-Rhône	53 212	2043110	26
83 Var	4 523	1076711	4
84 Vaucluse	14 834	561469	26
PACA	112 350	5081101	22
07 Ardèche	11979	328278	36
12 Aveyron	105005	279595	376
26 Drôme	75716	516762	147
30 Gard	30998	748437	41
34 Hérault	17085	1175623	15
38 Isère	117497	1271166	92
48 Lozère	24846	76604	324
Départements voisins	371147	4068187	91

Quantité de paille produite PAR HABITANT, annuellement pour chaque département de la région PACA et pour les départements voisins (tableau)

La région PACA est moins riche en paille par habitant que les départements voisins (en moyenne 22 kg par habitant, contre 91 kg par habitant dans les départements voisins considérés).



Quantité de paille produite annuellement, PAR HABITANT, pour chaque département de la région PACA et pour les départements voisins (carte)

Seuls deux départements de la région PACA (Alpes de Haute Provence et Hautes Alpes) produisent suffisamment de paille pour permettre à chacun de ses habitants d'habiter dans un logement isolé en paille (sans tenir compte des conflits d'usages mais en considérant que la construction paille représenterait 100% du marché !).

La production moyenne par habitant en France métropolitaine est trois fois plus élevée que celle sur le département des Alpes de Haute Provence, département le mieux pourvu en paille au regard de sa population (et donc des besoins en termes d'isolation).

Quantité de paille mobilisée pour la litière animale, par habitant

Pour savoir s'il reste dans chaque département de la paille valorisable pour l'isolation, il est intéressant de regarder macroscopiquement (au niveau de chaque département) les besoins en paille nécessaire pour la litière animale (équidés, bovins et ovins) et les ramener aux besoins humains, à savoir "par habitant".

Un de nos interlocuteurs estime que la question de la disponibilité de la ressource en paille est comparable et d'une même nature que celle existant déjà sur l'alimentation animale, la région n'étant pas autosuffisante.

En élevage, il existe une unité de mesure de référence, l'UGB (Unité Gros Bétail), permettant d'agréger le bétail de différentes espèces et de différents âges. Nous allons ici agréger les besoins en litière animale, en se rapportant à un animal de référence, le "gros bétail", afin de réaliser une mesure de la quantité de paille mobilisée pour la litière animale, par habitant.

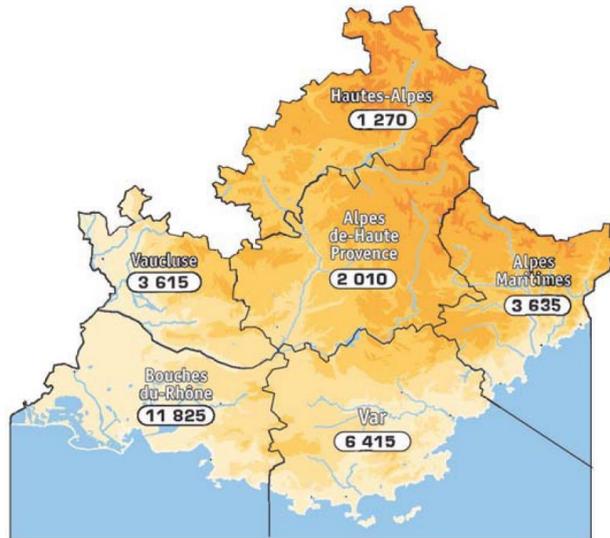
FranceAgriMer estime les "Besoins en litière pour l'élevage de toutes catégories d'animaux" de la région PACA à 76 504 tonnes (Données arrêtées en août 2021). Ces données ne sont pas en phase avec notre analyse. Ces besoins mériteraient d'être mieux connus.

Équidés

Les sources d'informations utilisées pour l'estimation sont les suivantes :

- <http://www.filierechevalpaca.com/index.php?page=41>
- Fichier internet "30.pdf" (document édité par la région PACA en 2007)
- <http://www.agriestelevage.fr/index/page/id/1448462907>

La filière Cheval PACA estime à plus de 36 000 le nombre d'équidés présents sur la région en 2016, contre 28 770 en 2007. La répartition des équidés en 2007 est donnée dans la carte suivante :



Répartition du nombre d'équidés par département (2007)

La profession estime en 2007 à 41 500 tonnes les achats de paille, dont 89% sont internes à la région PACA. Nous ne savons pas si la paille est originaire de PACA ou si ce sont les vendeurs qui sont installés dans la région. Ces chiffres nous amènent à une consommation moyenne annuelle de **1450 kg de paille par équidé**.

La troisième source nous permet de vérifier cette valeur. Les besoins sont estimés à 10 kg par cheval et par jour, ce qui correspond à un ratio réaliste de 40% de temps de présence des chevaux en intérieur.

Notre estimation actualisée du tonnage de paille annuel nécessaire par département est donnée dans le tableau suivant :

Département	Estimation nombre d'équidés (2007)	Estimation nombre d'équidés (2016)	Tonnage annuel de paille par équidé	Estimation du tonnage annuel de paille nécessaire pour les équidés
04	2010	2515	1.45	3647
05	1270	1589	1.45	2304
06	3635	4548	1.45	6595
13	11825	14797	1.45	21455
83	6415	8027	1.45	11639

84	3615	4523	1.45	6559
PACA	28770	36000	1.45	52200

Estimation du tonnage annuel de paille nécessaire pour les équidés de la région PACA

Un propriétaire de centre équestre nous a signifié que la présence du loup allait peut-être un jour modifier les pratiques, en augmentant le taux de présence des chevaux en intérieur, et donc le besoin en litière.

Bovin

La chambre d'agriculture PACA présente des estimations du nombre de bovins pour chaque département (chiffres provenant de l'Agreste Mémento 2020, <https://paca.chambres-agriculture.fr/notre-agriculture/productions-animales/>).

Ces chiffres sont repris dans le tableau situé plus bas.

La consommation de paille par bovin et par jour, pour la litière, dépend de plusieurs paramètres détaillés dans le tableau suivant (Source : <https://www.web-agri.fr/batiments-d-elevage/article/202405/les-elements-a-avoir-en-tete-dans-la-conception-d-une-aire-paillee>) :

	Vaches laitières	Vaches allaitantes	Jeunes bovins	Veaux
Étable entravée en conduite fumier	2 à 3	2 à 4	2,0	1,0
Étable entravée en conduite lisier	0,3 à 0,5	0,3	0,2	0,1
Aire paillée intégrale	10 à 12	7 à 8	5,0	2,0
Pente paillée	5 à 6	5	4	1,0
Aire paillée avec aire d'exercice raclée en fumier	8 à 10	6 à 8	4 à 5	1,2
Aire paillée avec aire d'exercice gérée en lisier (raclé ou caillebotis)	7 à 9	6 à 8	3 à 5	1,0
Logettes paillées raclées en fumier	3 à 5	3 à 4	2,0	1,0
Logettes gérées en lisier (raclé ou caillebotis)	0,3 à 0,5	0,3	0,2	0,1

Consommations de paille indicatives par catégorie de bovins et par type de logement (en kg/animal/j)

©Idele

L'évolution des pratiques vers un élevage "non entravé avec ramassage des excréments matin et soir" a globalement conduit à une augmentation des besoins en paille "litière". Cette technique ancienne facilitait la récupération des fourrages non consommés pour s'en servir de litière, réduisant d'autant plus les besoins en paille.

Une autre source ("Guide élevage biologique en Bourgogne Franche-Comté - 2019/2020") estime la consommation à 8 à 10 kg par jour et par couple veau-mère, annualise la consommation de paille et l'estime à 1,2 à 1,5 tonnes par hiver par couple mère-veau, soit 600 à 750 kg en moyenne.

Nous considérerons une consommation annuelle de paille de **600 kg par bovin dans les Hautes Alpes et la moitié (300 kg) dans les autres départements** (climat plus clément), ce qui nous amène aux chiffres suivants :

Département	Estimation nombre de bovins (2020)	Tonnage annuel de paille par bovin	Estimation du tonnage annuel de paille nécessaire pour les bovins
04	14088	0.3	4226
05	31996	0.6	19198
06	2218	0.3	665
13	18744	0.3	5623
83	1210	0.3	363
84	633	0.3	190
PACA	68889	0.44	30266

Estimation du tonnage annuel de paille nécessaire pour les bovins de la région PACA

Ovin

La chambre d'agriculture PACA présente des estimations du nombre d'ovins pour chaque département (chiffres provenant de l'Agreste Mémento 2020) sur leur site internet, à l'adresse suivante : <https://paca.chambres-agriculture.fr/notre-agriculture/productions-animales/>.

Ces chiffres sont repris dans le tableau situé plus bas.

Une source (<https://www.alliance-elevage.com/informations/article/ovins-quelques-normes-pour-les-batiments>) estime les besoins en litière à 0,3 à 0,5 kg paille / ovin adulte / jour. Nous considérons une valeur de 0,3 kg.

Nous considérerons une consommation annuelle de paille de **35 kg par ovin** en considérant que les ovins sont en moyenne 4 mois par an à l'intérieur. Cette valeur est augmentée à **50 kg pour les Hautes Alpes** (rigueur du climat). Un éleveur des Hautes Alpes nous confirme cet ordre de grandeur en nous indiquant que c'est ce qu'il consomme et qu'il fait partie de ceux qui paillent généreusement.

Département	Estimation nombre d'ovins (2020)	Tonnage annuel de paille par ovin	Estimation du tonnage annuel de paille nécessaire pour les ovins
04	193460	0.035	6771
05	271085	0.05	13554
06	54948	0.035	1923
13	235534	0.035	8244
83	62689	0.035	2194
84	30261	0.035	1059
PACA	847977	0.073	33745

Estimation du tonnage annuel de paille nécessaire pour les ovins de la région
PACA

Synthèse

Pour synthétiser les résultats et se recalcr par rapport au cheptel présent en PACA (évalué généralement en UGB), les coefficients d'UGB utilisés ont été les suivants :

- Bovins : 1
- Equidés : 0.8
- Ovins : 0.1

Département	Nombre d'UGB Bovins	Nombre d'UGB Équidés	Nombre d'UGB Ovins	Nombre d'UGB Total	Tonnage de paille nécessaire / litière animale
04	14 088	2 012	19 346	35 446	14 644
05	31 996	1 271	27 108	60 375	35 056
06	2 218	3 638	5 494	11 350	9 183
13	18 744	11 837	23 553	54 134	35 322
83	1 210	6421	6 268	13 899	14 196
84	633	3 618	3 026	7 277	7 808
PACA	68 889	28 797	84 795	182 481	116 211

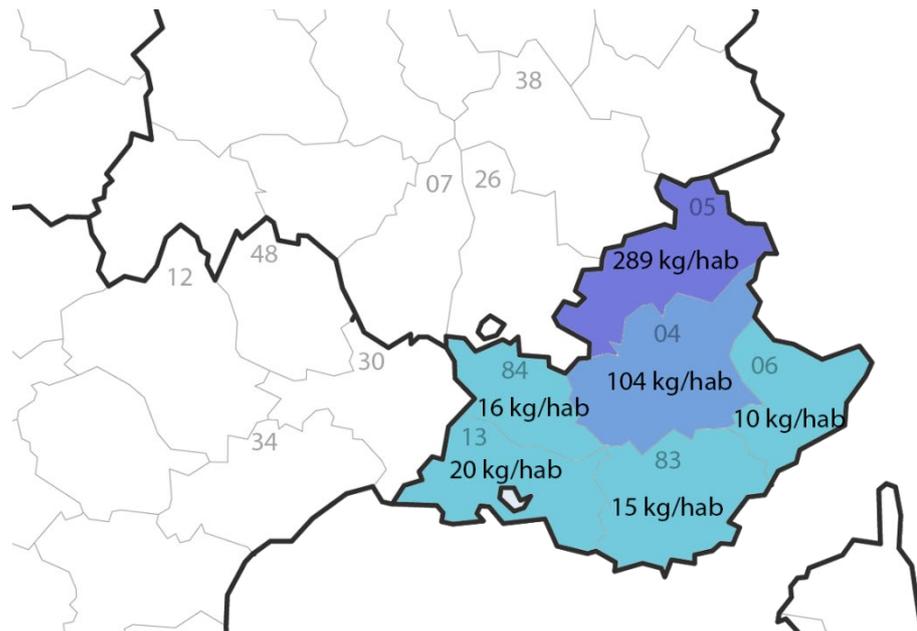
Estimation du tonnage annuel de paille nécessaire pour la litière animale en région PACA

Dans le document "122-RA_Primeur_V31_3_fevrier_22_cle43236d, la DRAAF PACA estime à 212 302 les UGB présents en 2020 sur la région PACA. Le tonnage en besoin de paille a donc été recalé pour correspondre à cette estimation (de manière uniforme pour chaque département)

Département	Tonnage de paille nécessaire / litière animale recalé	Nombre d'habitants (INSEE 2019)	Kg de paille "litière" par habitant
04	17 037	164 308	104
05	40 785	141 220	289
06	10 684	1 094 283	10
13	41 094	2 043 110	20
83	16 516	1 076 711	15
84	9 084	561 469	16
PACA	135 200	5 081 101	27

Estimation du besoin en « paille litière » par habitant, en région PACA (tableau)

La cartographie suivante résume les besoins départements par département.



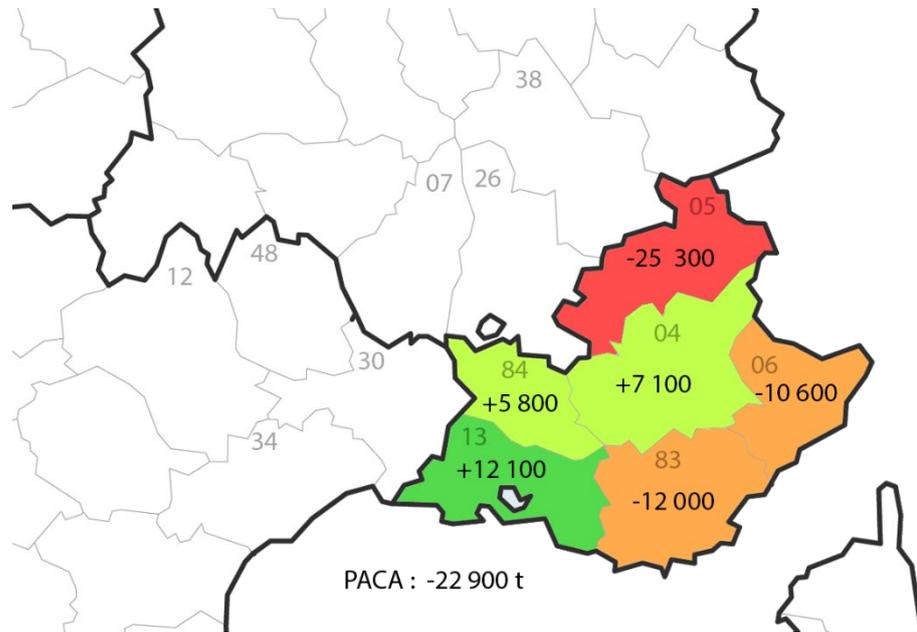
Estimation du besoin en « paille litière » par habitant, pour chaque département de la région PACA (carte)

Population : Données INSEE 2019

Le tableau et la carte suivantes présentent les excédents ou déficits en paille, si tous les besoins en litière animale étaient couverts par un usage de paille locale (sur son département de production).

Département	Production de paille Moyenne sur 5 ans (tonnes)	Tonnage de paille nécessaire / litière animale après recalage	Déficit/excédent de paille (approche litière)
04	24 180	17037	+ 7 143
05	15 507	40785	-25 278
06	95	10684	-10 589
13	53 212	41094	+ 12 118
83	4 523	16516	-11 993
84	14 834	9084	+ 5 750
PACA	112 350	135200	-22 850

Estimation des excédents/déficit de « paille litière », pour chaque département de la région PACA (tableau)



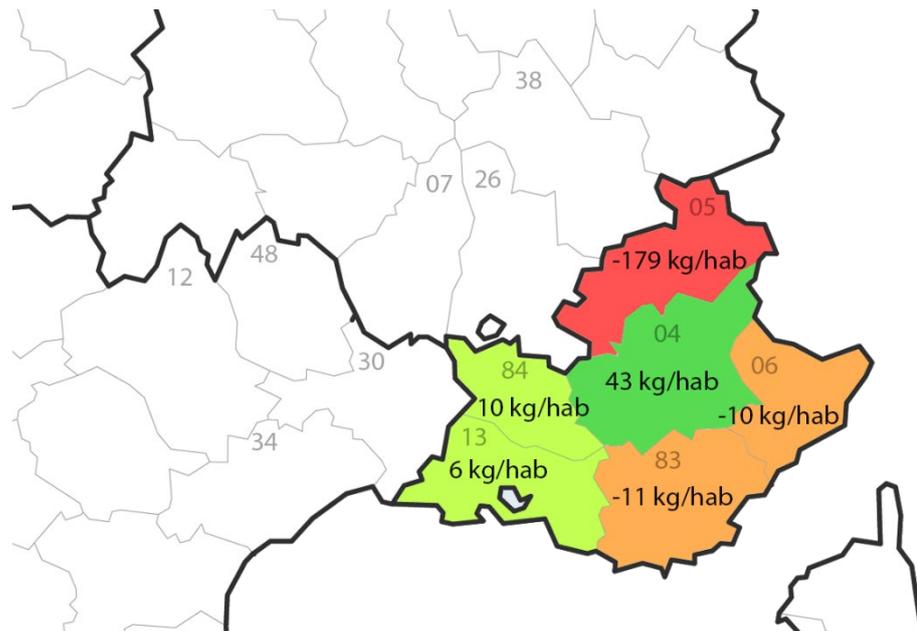
Estimation des excédents/déficits de « paille litière », pour chaque département de la région PACA (carte)

Si seule la paille locale était utilisée pour la litière, on observe que trois des six départements de PACA (04, 13 et 84) seraient légèrement excédentaires. Le 05, le 06 et le 83 sont largement déficitaires.

En comparant les besoins en litière par habitant et la production de paille par habitant, on peut estimer les quantités de paille mobilisable pour des besoins dépendant directement du niveau d'urbanisation du département (besoins comme l'isolation), exprimés par habitant, pour chaque département.

Paille disponible par habitant par an	Paille produite kg / hab / an	Paille litière kg / hab / an	Paille disponible kg / hab / an
04 Alpes de Haute Provence	147	104	43
05 Hautes Alpes	110	289	-179
06 Alpes Maritimes	0,1	10	-10
13 Bouches-du-Rhône	26	20	6
83 Var	4	15	-11
84 Vaucluse	26	16	10
PACA	22	27	-5

Estimation des quantités de paille (par habitant) mobilisables annuellement pour des besoins autres que la litière animale (tableau)



Estimation des quantités de paille (par habitant) mobilisables annuellement pour des besoins autres que la litière animale (carte)

En comparant ces valeurs au 67 kg/hab/an nécessaires (pour imaginer que chaque habitant de la région puisse un jour bénéficier d'un logement isolé en paille), on comprend vite que seul le département des Alpes de Haute Provence se rapproche d'un tel objectif. Au niveau régional, on doit compter sur la paille provenant d'autres départements/régions pour pouvoir remplir les besoins en litière animale.

La paille destinée à l'isolation doit par conséquent être une paille qui n'a pas aujourd'hui d'usage en litière animale. Nous allons voir dans le prochain paragraphe quel type de paille est utilisé pour chaque type d'élevage.

Type de paille utilisée par les éleveurs

Equidés

Le monde équestre utilise prioritairement de la paille longue :

- La paille de seigle est très peu disponible en PACA et plus généralement en France.
- La paille de riz est encore méconnue et est testée à petite échelle par certains éleveurs. Il n'y a pas pour le moment de potentiel conflit d'usage entre la paille de riz "litière pour les chevaux" et la paille de riz "isolation".
- La paille d'avoine est plébiscitée notamment parce qu'elle peut aussi servir d'alimentation (récolte avant maturité du grain) pour les chevaux.
- La paille d'orge est elle aussi recherchée par le monde équestre. C'est la principale paille qui descend dans le sud pour une utilisation "cheval". Un éleveur disposant de paille de seigle la trouve trop abrasive (comme le petit épeautre). Il n'y a donc pas unanimité. Tout dépend de sa paille "de référence". Un usage en isolation reste possible mais se fera avec une paille provenant d'autres régions. Ce n'est donc pas la paille à privilégier.

Les pailles courtes (blé dur/tendre) ne constituent pas une bonne litière pour de gros animaux. Ce sont donc des pailles qui pourraient être valorisées en isolation sans impacter les usages du monde équestre. Les granulats vrac (balle de riz, copeaux de bois fins) sont régulièrement utilisés en litière animale par les centres équestres.

Bovins

Les bovins sont des animaux robustes et tolérants sur le type de paille utilisée en litière.

Brebis

Les bergers préfèrent les pailles courtes comme le blé dur et le triticale. Ils utilisent peu la paille de petit épeautre, trop abrasive et dure pour les petits animaux comme les moutons/brebis/agneaux, et non appétente pour eux.

Un usage de la paille de petit épeautre en isolation est donc envisageable sans perturber les usages en élevage.

La paille d'orge est plébiscitée par les éleveurs. C'est une paille tendre. Un usage en isolation reste possible mais se fera avec une paille provenant d'autres régions. Ce n'est donc pas la paille à privilégier.

Localisation des gros centres de production de paille en PACA

Présélection des couples "commune/céréale" potentiellement pertinents

Afin de localiser les communes qui produisent le plus de céréales, un tableur de l'Agreste indiquant les surfaces de culture en 2020 par commune a été utilisé (tableur = 2022_64donneesdeptgrandescultures). Ce document indique aussi le nombre d'agriculteurs dans chaque commune, et donc par extension le nombre moyen d'hectares par agriculteur. Les communes dans lesquelles il y a un ou deux agriculteurs ne sont pas traitées dans le document (secret statistique).

Il est à noter que par commune, on entend la localisation du siège de l'exploitation et pas la localisation de la parcelle. Un même agriculteur exploite généralement des terres sur plusieurs communes avoisinantes.

La présente étude étant destinée à imaginer une organisation de fourniture de paille pour des chantiers qui dépassent la maison individuelle, pour chaque commune et céréales, le pourcentage que représente la surface cultivée dans la commune par rapport à la surface totale de la céréale a été ajouté au tableur.

Cela a permis d'obtenir trois critères importants par commune :

- Critère 1 : la surface totale d'hectares cultivés
- Critère 2 : le nombre moyen d'hectares par agriculteur
- Critère 3 : le pourcentage de la surface totale cultivée sur la commune par rapport à la surface totale sur la région. Cela pour chaque type de céréale.

Par la suite, ces trois critères ont été soumis à des valeurs minimums. Un filtre a été ajouté pour que s'affichent seulement les communes présentant au moins 2 critères avec des valeurs au-dessus des minimums donnés. Cela a permis de resserrer la liste sur les communes les plus intéressantes. Ce système avec au moins deux critères sur trois qui doivent être validés permet de ne pas passer à côté d'une commune intéressante. En effet, des entreprises de travaux agricoles (ETA) pourraient intervenir sur des communes ayant des surfaces intéressantes, mais peu de surface par agriculteur. Ces ETA peuvent être des interlocuteurs pour le bottelage et la fourniture de paille.

Pour établir une liste des communes intéressantes, l'étude des trois critères s'est faite céréale par céréale. En effet, le choix a été fait de s'adapter à chaque céréale et si nécessaire à faire varier les critères, pour obtenir une liste de communes pertinentes par céréales. Si nous avions établi une liste selon des critères pour toutes les céréales mélangées, nous aurions obtenu seulement les communes produisant du blé dur et du riz, car c'est pour ces céréales que les

gisements sont les plus intéressants. Cependant nous voulons observer le gisement pour chaque céréale, c'est pourquoi l'étude s'est faite céréale par céréale. Une ou plusieurs communes ont été ajoutées à la liste pour chaque céréale, l'objectif étant d'avoir une liste représentant au moins 15% du gisement.

Ensuite, chaque céréale a été passée au crible (dans le but d'obtenir les communes représentant environ 20% du gisement régional total). Les résultats ci-dessous sont présentés ainsi : critère 1 / critère 2 / critère 3 (pourcentage du gisement total obtenu sur l'ensemble des communes présélectionnées à l'issue du processus itératif).

- Blé tendre : 150 ha / 15 ha / 1 % (18% sur 5 communes)
 - La liste de communes produisant du blé étant assez longue, signifiant que la culture est répartie et que l'on aura donc des plus petits pourcentages de la surface totale cultivée, les critères ont tout d'abord été positionnés de cette manière : 100 ha / 10 ha / 3 %. On observe que seulement 1 commune a une surface au-dessus de 3% de la surface totale cultivée, donc on baisse le pourcentage pour s'adapter au fait que la culture soit morcelée.
 - On entre alors les critères suivants : 100 ha / 10 ha / 1 %, on obtient alors une liste trop vaste (22 communes) donc on resserre le nombre d'ha par agriculteur, dans le but de repérer les champs de blé les plus grands.
 - On sélectionne 100 ha / 15 ha / 1 %. Avec ce critère, il reste 12 communes avec souvent de petites surfaces par agriculteur mais beaucoup de surface dans la commune : c'est moins intéressant pour cette céréale, donc on resserre pour arriver à 150 ha / 15 ha / 1 %, et on obtient 5 communes cultivant 18% du gisement.
- Blé dur : 200 ha / 30 ha / 1 % (56% sur 15 communes)
 - De la même manière, le gisement de blé dur est très morcelé, on entre donc directement 100 ha / 10 ha / 1%. La liste indique 36 communes, avec souvent un nombre élevé d'hectares par agriculteur.
 - On passe donc à 200 ha / 20 ha / 1%. Cependant il faut resserre car il reste encore 21 communes.
 - On sélectionne alors 200 ha / 30 ha / 1%. Cela nous donne 15 communes dont 5 que l'on a déjà repéré sur d'autres céréales, ce qui en fait une dizaine de plus que l'on ajoute à la liste des communes intéressantes. On se permet d'en sélectionner plus sur cette céréale car les communes présentent de très grandes surfaces par agriculteur.
- Petit épeautre : 50 ha / 10 ha / 4 % (89% sur 1 commune)

Le petit épeautre est très présent sur le plateau de Sault et dans ce secteur (745 hectares sur 10 communes). 89% de la surface est concentrée sur 5 communes. La commune de Sault représente à elle seule 44% de la surface régionale, Saint-Trinit 27%.
- Seigle : 100 ha / 10 ha / 3 % (72% sur 1 commune)

Pour sélectionner les communes intéressantes pour cette céréale, le critère 1 a été réglé sur 100 ha et le critère 3 sur 3% pour enlever de la liste les communes avec de trop petites surfaces de production et garder celles qui concentrent un pourcentage intéressant de la surface de seigle totale cultivée. Le critère 2 a été réglé sur 10 ha par agriculteur pour garder les communes avec de grands champs. Une fois ces trois critères sélectionnés, il nous reste une seule commune, représentant 72% de la surface totale cultivée de seigle. Il y a seulement 3 communes cultivant du seigle, et les deux autres ne cultivent que 3 et 9 hectares pour une surface de 1 ou 2 hectares par agriculteur. C'est pourquoi seulement une commune a pu être sélectionnée ici.
- Orge : 100 ha / 10 ha / 3 % (19% sur 6 communes)

Pour sélectionner les communes intéressantes pour cette céréale, le critère 1 a été réglé sur 100 ha et le critère 3 sur 3% pour enlever de la liste les communes avec de trop petites surfaces de production et garder celles qui concentrent un pourcentage intéressant de la surface d'orge totale cultivée. Le critère 2 a été réglé sur 10 ha par agriculteur pour garder les communes avec de grands champs. Une fois ces trois critères sélectionnés, il nous reste une liste de 6 communes, représentant 19% de la surface totale cultivée d'orge.

- Avoine : 100 ha / 10 ha / 3 % (28% sur 3 communes)
Pour sélectionner les communes intéressantes pour cette céréale, le critère 1 a été réglé sur 100 ha et le critère 3 sur 3% pour enlever de la liste les communes avec de trop petites surfaces de production et garder celles qui concentrent un pourcentage intéressant de la surface d'avoine totale cultivée. Le critère 2 a été réglé sur 10 ha par agriculteur pour garder les communes avec de grands champs. Une fois ces trois critères sélectionnés, il nous reste une liste de 3 communes, représentant 28% de la surface totale cultivée d'avoine.
- Triticale : 100 ha / 10 ha / 3 % (16% sur 2 communes)
Pour sélectionner les communes intéressantes pour cette céréale, le critère 1 a été réglé sur 100 ha et le critère 3 sur 3% pour enlever de la liste les communes avec de trop petites surfaces de production et garder celles qui concentrent un pourcentage intéressant de la surface d'avoine totale cultivée. Le critère 2 a été réglé sur 10 ha par agriculteur pour garder les communes avec de grands champs. Une fois ces trois critères sélectionnés, il nous reste une liste de 2 communes, représentant 16% de la surface totale cultivée de triticale.
- Petit épeautre : 100 ha / 10 ha / 3 % (89% sur 5 communes)
L'épeautre a été ajouté à posteriori. Pour sélectionner les communes intéressantes pour cette céréale, le critère 1 a été réglé sur 100 ha et le critère 3 sur 3% pour enlever de la liste les communes avec de trop petites surfaces de production et garder celles qui concentrent un pourcentage intéressant de la surface d'avoine totale cultivée. Le critère 2 a été réglé sur 10 ha par agriculteur pour garder les communes avec de grands champs. Une fois ces trois critères sélectionnés, il nous reste une liste de 5 communes, représentant 89% de la surface totale cultivée d'épeautre.
- Riz : 100 ha / 10 ha / 3 % (100% sur 3 communes)
Le riz représente un cas particulier. Seules 3 communes en produisent, avec chacune plus de 100 ha, plus de 10 ha / agriculteur et plus de 3% de surface totale de riz cultivée. Donc les 3 communes, représentant 100% de la production, ont été conservées et placées dans la liste des communes avec un gisement important.

Ce processus nous amène sur les communes sélectionnées à une surface de culture de 22°536 ha sur les 42°022 ha considérés dans le tableur de l'Agreste (soit 52% de la surface régionale analysée par l'Agreste). Le secret statistique ne permet pas de considérer les couples communes/céréales pour lesquels 1 ou 2 agriculteurs seulement produisent sur la commune. Cette même année (2020), la surface mise en culture régionalement était de 53°600 ha (pas de secret statistique). Par notre approche, nous analysons donc environ 42% de la surface mise en culture régionalement (en 2020). Le reste des surfaces n'est pas considéré dans le calcul parce que nous faisons l'hypothèse que la paille a déjà un usage local en polyculture/élevage.

Liste des couples "commune/céréale" potentiellement pertinents

Les rendements en grains sont exprimés en quintaux/ha. Ils correspondent à la moyenne départementale sur 6 ans (2016 à 2021).

04

		Rendement en grain	Surface communale
VALENTOLE	Blé dur d'hiver	40.5	737,34
CORBIERES EN PROVENCE	Blé dur d'hiver	40.5	129,03
BRUNET	Blé dur d'hiver	40.5	145,66
RIEZ	Blé dur d'hiver	40.5	246,83
ROUMOULES	Blé dur d'hiver	40.5	200,32
LURS	Orge d'hiver et escourgeon	43.2	109,33
VALENTOLE	Orge d'hiver et escourgeon	43.2	140,7
RIEZ	Orge d'hiver et escourgeon	43.2	118,69
SEYNE	Triticale	41.4	125,19
REVEST DU BION	Petit épeautre	15	79,7

05

BEAUME	Blé tendre d'hiver	39.3	93,18
SAINT PIERRE D'ARGENÇON	Blé tendre d'hiver	39.3	77,83
SAVOURNON	Orge d'hiver et escourgeon	43.6	102,8
BEAUME	Seigle	35	31,58
GAP	Triticale	40.4	111,66

06

Aucune commune.

13

ARLES	Avoine d'hiver	25	107,46
SAINT MARTIN DE CRAU	Avoine d'hiver	25	70,56
ARLES	Blé dur d'hiver	39.1	2395,29
AIX EN PROVENCE	Blé dur d'hiver	39.1	628,28
SAINT ETIENNE DU GRES	Blé dur d'hiver	39.1	328,05
TARASCON	Blé dur d'hiver	39.1	402,06
SAINTE MARIES DE LA MER	Blé dur d'hiver	39.1	184,31
PUY SAINTE REPARADE	Blé dur d'hiver	39.1	200,84
ARLES	Blé dur de printemps	39.1	323,92
ARLES	Blé tendre d'hiver	37.3	453,96
ARLES	Blé tendre de printemps	37.3	155,01
ARLES	Orge d'hiver et escourgeon	39.3	218,19
LAMBESC	Orge d'hiver et escourgeon	39.3	103,78
ARLES	Orge de printemps	39.3	993,74

ARLES	Riz	56.2	9574,12
PORT SAINT LOUIS DU RHONE	Riz	56.2	1375,22
SAINTES MARIES DE LA MER	Riz	56.2	678,95

83

VINON SUR VERDON	Blé dur d'hiver	38.9	225,63
SAINT JULIEN	Blé tendre d'hiver	38.9	72,87

84

SAULT *	Avoine de printemps	25	37,58
BEDARRIDES	Blé dur d'hiver	42.2	271,5
BOLLENE	Blé dur d'hiver	42.2	221,36
MONDRAGON	Blé dur d'hiver	42.2	251,11
AUREL	Petit épeautre	15	52,51
SAINT CHRISTOL	Petit épeautre	15	198,43
SAINT TRINIT	Petit épeautre	15	83,35
SAULT	Petit épeautre	15	250,43

Classement des couples "commune/céréale" présélectionnés par niveau de pertinence

Pour chaque commune présélectionnée à l'étape précédente, une note allant de 1 à 8 a été attribuée pour chacun des 3 critères à partir d'une logique inspirée de celle d'une répartition statistique en décile. Ainsi, les communes ont été classées en 8 groupes.

- Pour le critère 1 (surface par commune) :
 - Le groupe 1 (note = 1) correspond aux communes "les moins intéressantes". Elles ont une superficie cultivée (toutes céréales confondues) inférieure à 50 ha.
 - Le groupe 8 (note = 8) correspond aux communes les plus intéressantes. Elles ont une superficie cultivée (toutes céréales confondues) supérieure à 400 ha.
 - Une valeur médiane est calculée pour les communes situées entre ces deux groupes. Les communes classées 2 à 4 sont en dessous de la valeur médiane (50% des communes en dessous du critère), celles classées de 5 à 7 sont au-dessus de la valeur médiane. Cette valeur médiane se situe à 122 ha.
 - Trois groupes en dessous la valeur médiane ont été définis (50 à 74 ha, 75 à 98, 99 à 122). Les groupes sont échelonnés tous les 24 ha $\{(122 - 50)/3 = 24\}$. Les notes 2, 3 et 4 ont respectivement été attribuées à ces communes.
 - Trois groupes au-dessus de la valeur médiane ont été définis (122 à 214.6 ha, 214.7 à 307.3, 307.4 à 400). Les groupes sont échelonnés tous les 92.6 ha $\{(400 - 122)/3 = 92.6\}$. Les notes 5, 6 et 7 ont été attribuées à ces communes.
- Pour le critère 2 (les surfaces par agriculteurs), les valeurs seuils ont été fixées à 10 ha et 50 ha, et la médiane se situe à 23,5 ha.
- Pour le critère 3 (pourcentage de surface sur la commune par rapport à la surface régionale), les valeurs seuils ont été fixées à 2% et 10%, et la médiane se situe à 4,3%.

Finalement, la moyenne des notes obtenues pour chaque couple "commune/céréale" a permis de déterminer un niveau de pertinence. La pertinence va de 1.66 à 8.

Pour faciliter la lecture de la pertinence de ces communes dans la synthèse cartographique présentée juste après, un classement par pertinence à l'aide de ces notes a été réalisé. On obtient ainsi la liste des 30 communes, de la plus pertinente à la moins pertinente, que l'on a ensuite divisée simplement en trois groupes : les 10 les mieux classées, les 10 suivantes et les 10 moins bien classées. On retrouve ce classement en trois groupes dans la couleur des signaux de localisation de la carte.

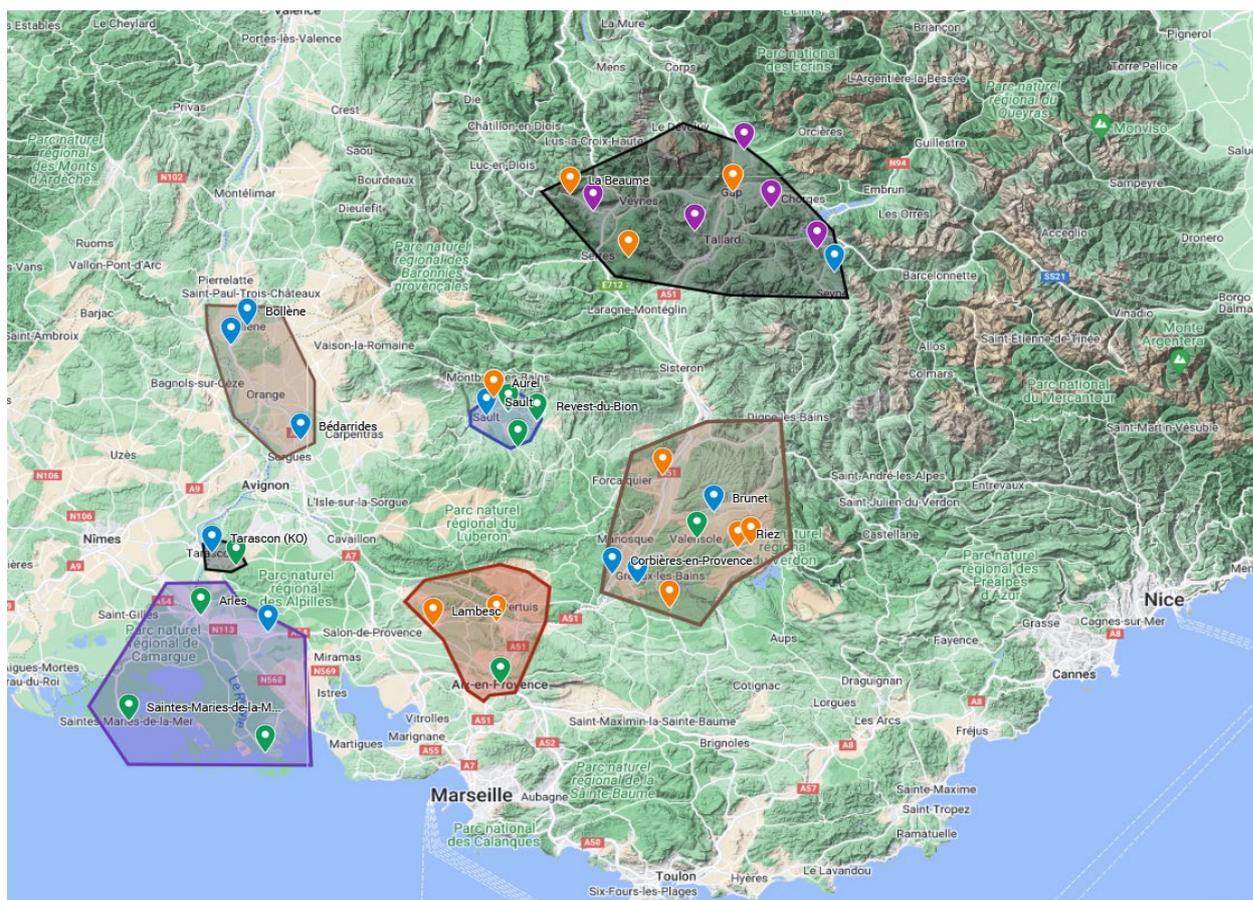
Synthèse cartographique

Les résultats ont été synthétisés sous forme cartographique. Cette synthèse est donnée ci-dessous. Plusieurs zones ont été identifiées :

- Alpes
- Valensole
- Plateau de Sault
- Vaucluse
- Sud Luberon - Nord Aix
- Est Alpilles
- Crau - Camargue

Dans la cartographie, les codes couleurs suivants sont utilisés :

- Vert = 10 communes les mieux classées
- Bleu = communes classées de 11 à 20
- Orange = communes classées de 21 à 30
- Violet = communes classées de 31 à 35



A partir de cette cartographie, nous avons cherché à identifier des acteurs du monde agricole dans chacune de ces zones, afin d'en interviewer certains.

Estimation des quantités de pailles potentiellement valorisables en isolation

Les quantités de paille potentiellement valorisables en isolation sont calculées à partir de la formule suivante : paille = %exploitation économiquement rentable * surface / fréquence d'exportation * (1 - perte paille) * (1 - perte menue paille) * rendement en grain en t/ha * (1 - "indice de récolte") / "indice de récolte".

Nous considérons ici que toute la paille non valorisée par le secteur agricole est valorisée en isolation (pas de valorisation en méthanisation ou combustion).

Les surfaces considérées sont celles de 2020.

Par céréales

Céréale	Tonnage annuel potentiellement valorisable en isolation (région PACA, surfaces 2020)
Petit épeautre	146
Blé tendre / dur	1812
Triticale	75

Avoine	50
Seigle	9
Orge	566
Riz	27414
Total	28845

Par département

Département	Tonnage annuel potentiellement valorisable en isolation (région PACA, surfaces 2020)
04	513
05	132
06	0
13	27799
83	71
84	330

Par zone

Zone	Tonnage annuel potentiellement valorisable en isolation (région PACA, surfaces 2020)
Alpes	159
Valensole	540
Plateau de Sault	155
Vaucluse	192
Sud Luberon - Nord Aix	231
Ouest Alpilles	127
Crau - Camargue	27441

Détail par couples "commune/céréale"

04

Commune	Céréale	Tonnage estimé, surfaces 2020
VALENSOLE	Blé dur d'hiver	184
REVEST DU BION	Épeautre	17

CORBIERES EN PROVENCE	Blé dur d'hiver	32
SEYNE	Triticale	27
BRUNET	Blé dur d'hiver	18
RIEZ	Blé dur d'hiver	61
ROUMOULES	Blé dur d'hiver	50
LURS	Orge d'hiver et escourgeon	37
VALENSOLE	Orge d'hiver et escourgeon	47
RIEZ	Orge d'hiver et escourgeon	40

05

BEAUME	Seigle	9
GAP	Triticale	48
SAVOURNON	Orge d'hiver et escourgeon	35
BEAUME	Blé tendre d'hiver	22
SAINT PIERRE D ARGENCON	Blé tendre d'hiver	18

06

Aucune commune

13

ARLES	Riz	21568
PORT SAINT LOUIS DU RHONE	Riz	3098
ARLES	Blé dur d'hiver	577
ARLES	Blé tendre d'hiver	104
ARLES	Orge de printemps	308
SAINTE MARIES DE LA MER	Riz	1529
AIX EN PROVENCE	Blé dur d'hiver	151
SAINT ETIENNE DU GRES	Blé dur d'hiver	79
TARASCON	Blé dur d'hiver	48
ARLES	Avoine d'hiver	25
SAINT MARTIN DE CRAU	Avoine d'hiver	8
ARLES	Blé dur de printemps	78
SAINTE MARIES DE LA MER	Blé dur d'hiver	44
PUY SAINTE REPARADE	Blé dur d'hiver	48
ARLES	Blé tendre de printemps	35
ARLES	Orge d'hiver et escourgeon	67
LAMBESC	Orge d'hiver et escourgeon	32

83

VINON SUR VERDON	Blé dur d'hiver	54
SAINT JULIEN	Blé tendre d'hiver	17

84

SAINT CHRISTOL	Épeautre	44
SAINT TRINIT	Épeautre	18
SAULT	Épeautre	56
BEDARRIDES	Blé dur d'hiver	70
BOLLENE	Blé dur d'hiver	57
MONDRAGON	Blé dur d'hiver	65
AUREL	Épeautre	11
SAULT	Avoine de printemps	9

Communes sur lesquelles s'est focalisée notre attention pour identifier les interlocuteurs à interviewer

Pour prioriser les entretiens avec les agriculteurs, les communes ont été classées sur le critère n°2 uniquement. Lorsqu'au moins un agriculteur d'une commune nous signale qu'à sa connaissance personne ne serait à même de fournir de la paille sur sa commune (prédominance d'un modèle en polyculture / élevage), le critère 2 est resserré, ce qui permet de réduire les communes candidates. Par exemple, la commune de Seyne (moyenne de 5 ha de triticales / agriculteur en moyenne) a été retirée de la liste restreinte.

Céréale <i>(ha/nb agriculteurs)</i> (21585/627)	Communes ≥ 4 ha / agriculteur, avant filtre par céréale <i>(ha/nombre d'agriculteurs)</i>	Filtre (≥ X ha / agriculteur en moyenne sur la commune)	Communes après filtre <i>(ha/nombre d'agriculteurs)</i>
Riz (11628/138)	<ul style="list-style-type: none"> ARLES (9574/126) PORT SAINT LOUIS DU RHÔNE (1375/4) SAINTE MARIES DE LA MER (678/8) 	76 86	<ul style="list-style-type: none"> ARLES (9574/126) PORT SAINT LOUIS DU RHÔNE (1375/4) SAINTE MARIES DE LA MER (678/8)
Blé dur & tendre (7313/270, dont 852/34 de blé tendre)	<ul style="list-style-type: none"> ARLES (3328/112 dont 609/22 de blé tendre) VALENSOLE (737/30) AIX EN PROVENCE (628/22) TARASCON (402/20) SAINT ETIENNE DU GRES (328/9) BEDARRIDES (271/12), MONDRAGON (251/10), VINON SUR VERDON (225/6), BOLLENE (221/8), PUY SAINTE REPARADE (200/10), ROUMOULES (200/7) 	19 30 42	<ul style="list-style-type: none"> ARLES (3328/112 dont 609/22 de blé tendre) VALENSOLE (737/30) AIX EN PROVENCE (628/22) *TARASCON (402/20) SAINT ETIENNE DU GRES (328/9) BEDARRIDES (271/12), MONDRAGON (251/10), VINON SUR VERDON (225/6), BOLLENE (221/8), PUY SAINTE REPARADE (200/10), ROUMOULES (200/7)

	<ul style="list-style-type: none"> BRUNET (145/4), CORBIERES EN PROVENCE (129/3) BEAUME (93/5 de blé tendre), SAINT PIERRE D'ARGENCON (77/4 de blé tendre), SAINT JULIEN (72/3 de blé tendre) 		<ul style="list-style-type: none"> BRUNET (145/4), CORBIERES EN PROVENCE (129/3) BEAUME (93/5 de blé tendre), SAINT PIERRE D'ARGENCON (77/4 de blé tendre), SAINT JULIEN (72/3 de blé tendre)
Orge (1787/83)	<ul style="list-style-type: none"> ARLES (1212/45) LAMBESC (103/4), VALENSOLE (140/11), SAVOURNON (102/7), LURS (109/7), RIEZ (118/9) 	13 18	<ul style="list-style-type: none"> ARLES (1212/45) LAMBESC (103/4), VALENSOLE (140/11), SAVOURNON (102/7), LURS (109/7), RIEZ (118/9)
Petit épeautre (664/47)	<ul style="list-style-type: none"> SAULT (251/28) SAINTE CHRISTOL (198/6) SAINTE TRINIT (83/3) REVEST DU BION (80/4) AUREL (52/6) 	9 20	<ul style="list-style-type: none"> *SAULT (251/28) SAINTE CHRISTOL (198/6) SAINTE TRINIT (83/3) REVEST DU BION (80/4) AUREL (52/6)
Triticale (465/84)	<ul style="list-style-type: none"> SEYNE (125 ha) GAP, UBAYE SERRE PONCON, AVANCON, SAINT LAURENT DU CROS (62/7), SIGOYER 	9	<ul style="list-style-type: none"> SAINTE LAURENT DU CROS (62 ha, 7 agris)
Avoine (215/16)	<ul style="list-style-type: none"> ARLES (108 ha) SAINTE MARTIN DE CRAU (70 ha), SAULT (37 ha) 	11 24	<ul style="list-style-type: none"> ARLES (108 ha) SAINTE MARTIN DE CRAU (70 ha), *SAULT (37 ha)
Seigle (31/3)	<ul style="list-style-type: none"> BEAUME (31/3) 	11	<ul style="list-style-type: none"> BEAUME (31/3)

***TARASCON :**

Sur cette commune (2 entretiens), la forte présence d'élevages de moutons ne permet pas d'envisager l'exportation de quantités de paille dépassant quelques dizaines de tonnes à destination de l'isolation. Étant donné les cours du blé dur ces dernières années, la surface de tournesol mise en culture a dépassé celle de blé dur. L'envolée du prix des engrais conduit de plus en plus les agriculteurs à broyer la paille.

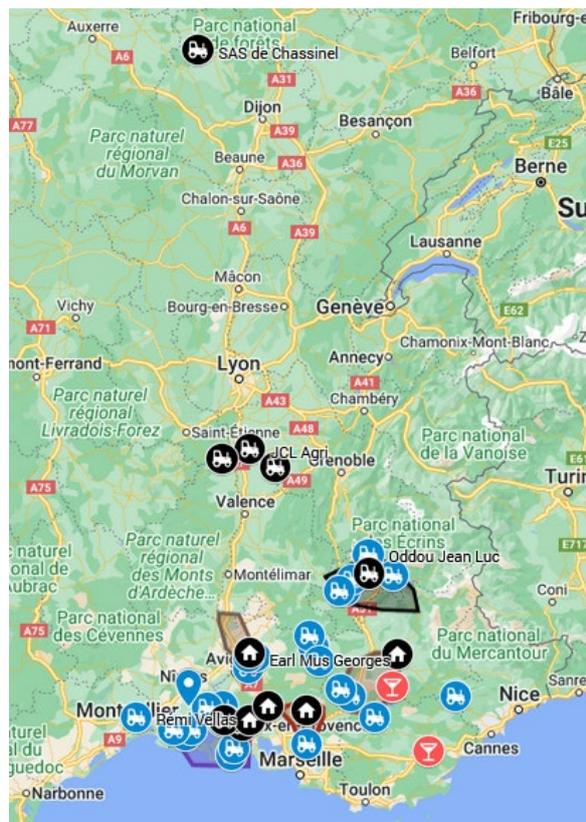
*SAULT : Un décortiqueur cultive une cinquantaine d'ha de petit épeautre. Le critère sur la surface n'est donc pas un facteur discriminant pour cette céréale. Toutes les communes sont situées dans le même secteur et méritent d'être considérées comme un seul ensemble.

La méthode utilisée n'est qu'un point de départ, mais comporte ses limites. Un agriculteur (produisant plus de 150 tonnes de paille par an) été identifié sur une commune réputée ne pas produire de céréales et avec peu de céréales cultivées dans les communes alentours. Il a pu être identifié au travers des réseaux d'écoconstruction de la région.

Interviews réalisés

Secteur agricole

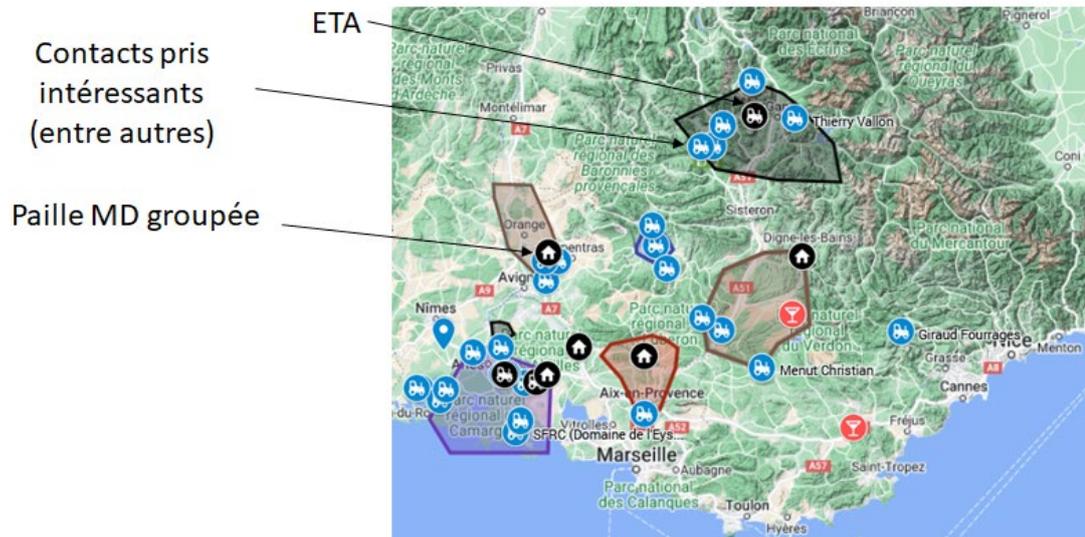
La carte suivante présente les différents interlocuteurs avec lesquels nous avons échangé, soit à distance soit en présentiel. Tous interviennent dans la production ou la fourniture de paille. Une minorité d'entre eux a déjà vendu de la paille à destination de l'isolation. Certains ne sont pas originaires de la région PACA mais interviennent en région PACA pour le bottelage et la commercialisation de paille.



Localisation géographique des interlocuteurs interviewés

Les échanges avec ces interlocuteurs ont nécessité plus d'une centaine de prises de contact téléphoniques préalables. Le secteur agricole communique peu en dehors des réseaux agricoles, parfois informels, et c'est de fil en aiguille que les interlocuteurs "privilegiés" ont pu être identifiés.

Si on resserre géographiquement sur la région PACA, voici leur répartition géographique :



Secteur de l'écoconstruction

L'étude portant sur l'organisation de la fourniture de paille pour la réalisation de l'isolation de chantiers d'ampleur, nous avons uniquement contacté une entreprise (située en dehors de la région PACA). A notre connaissance, en région PACA, les entreprises de construction bois ne se sont pas encore attelées à la réalisation de tels chantiers et n'ont pas été confrontées à cette question.

Enseignements tirés des interviews

Trames d'entretiens

Les entretiens avec le monde agricole ont été faits après avoir élaboré une trame permettant de recueillir et synthétiser les informations. L'information collectée n'a pas toujours été exhaustive.

Nom de la structure	
Nom de l'interlocuteur	
Adresse	
Téléphone	Questions introductives
Courriel	Avez-vous déjà vendu de la paille pour l'isolation ?
site internet	Les clients vous parlent-ils à la commande de l'usage qu'ils feront de votre paille ?
Facebook / Linked In	Les clients / isolation ont-ils des exigences particulières ?
Date de contact téléphonique	Si oui, lesquelles ?
Date de la visite	Avez-vous déjà testé les taux de matière organique de vos sols ?
Origine du contact	Est-ce que vous faites des intercultures ?
Remarques	Remarques

Paille possible pour la construction	
	Type de paille (xxx)
	Type d'agriculture
	Surface de culture (ha)
	Evolution de la surface dans les 5 ans à venir
	Rendement hors menue paille / paille sortie des champs (t/ha)
	Rendement en grains bruts (t/ha)
	Evolution du rendement en paille au fil des années
	Salissement (adventices / herbes) - fréquence
	Salissement (adventices / herbes) - intensité (% masse)
	Salissement (grains)
	Tri de la paille / type de céréales
	Tri de la paille / qualité
	Prix indicatif en andain (€/t)
	Evolution du prix en andain (5 dernières années, €/t)
	% de paille exportée du champ (il y a 5 ans)
	% de paille broyée au champ (aujourd'hui)
	% de paille exportée du champ (aujourd'hui)
	% de paille commercialisée (aujourd'hui)
	% de paille exportable du champ (envisageable dans 5 ans)
	% de paille commercialisée (envisageable dans 5 ans)
	Commentaires libres

Type de ferme
Surface totale de l'exploitation (ha)
Surface totale de culture (ha)
Surface de culture céréales à paille (ha)
Usages actuels de la paille - Laissez au champ (%)
Usages actuels de la paille - Litière animale (%)
Usages actuels de la paille - Paillage plantes (%)
Usages actuels de la paille - Méthanisation (%)
Usages actuels de la paille - Combustion (%)
Usages actuels de la paille - Inconnu (%)
Usages actuels de la paille - Autres usages (%)
Cultures hors céréales à paille
Type d'agriculture
Remarques

Pressage (xxx)
Conditionnement aujourd'hui (Bottes MD) - % masse
Qui fait le pressage ?
Conditionnement aujourd'hui (Bottes MD) - évolution
Qui fait le pressage ?
Prix indicatif du pressage (Bottes MD, €/t ou ha)
Conditionnement aujourd'hui (Balles rondes) - % masse
Qui fait le pressage ?
Conditionnement aujourd'hui (Balles rondes) - évolution
Qui fait le pressage ?
Prix indicatif du pressage (Balles rondes, €/t ou ha)

Moisson (xxx)
Qui fait la moisson ?
Type de moissonneuse (secoueur ou rotor) aujourd'hui
Marque / modèle
Type de moissonneuse (secoueur ou rotor) dans 5 ans
Longueur des brins aujourd'hui (si andain)
Proportion de paille à brins long / production de l'exploitation (%)
Traitement de la menue paille aujourd'hui
Taux d'humidité (année normale)
Période des moissons (année normale)
Commentaires libres

Conditionnement aujourd'hui (Bottes HD) - % masse
Qui fait le pressage ?
Marque de la presse / format
Marque de la presse / format
Conditionnement aujourd'hui (Bottes HD) - évolution
Prix indicatif du pressage (Bottes HD, €/t ou ha ou unité)
Période de pressage (année normale)
Réalisez-vous un contrôle qualité de la paille avant pressage ?
Taux d'humidité (année normale)
Commentaires libres

Pour les bottes MD	
Modèle de presse	
Modèle de presse	
Etat/vétusté	
Dimension du canal	
Réglage possibles de la densité	
Réglage possible de la longueur	
Longueur indicative	
Matière de ficelle	Groupage des bottes MD
Type de ficelle	Type de groupage
Connaissance du cahier des charges RFCP par le tractoriste	Prix indicatif du groupage (€HT/bottes ou paquet, €HT/tonnes)
Commentaires libres	Commentaires libres

	Réactivité / aléas, de la récolte au stockage
	Panne mécanique de la presse
	Panne mécanique du groupeur
	Délaï entre la moisson et le pressage
	Délaï entre le pressage et le stockage
Prix des bottes MD chargées / départ champ	
Prix indicatif de la botte chargée / départ du champ (€HT/bottes, €HT/tonnes, ...)	Aléas météorologiques (andain mouillé. La suite ?)
Supplément contrôle qualité (Euros/bottes, Euros/tonnes, ...)	Aléas météorologiques (bottes mouillées au champ. La suite ?)
Commentaires libres	Aléas météorologiques (plateforme stockable à l'abri ?)
	Commentaires libres

Stockage des bottes (MD, BR, HD) dans la ferme	
Chargement du convoi au champ, qui ?	
Assurez-vous le stockage des bottes ?	
Lieux de stockage (département)	
Lieux de stockage (département)	
Lieux de stockage (département)	
Comment est fait le stockage ?	Reconditionnement en bottes en bottes MD
Précision / humidité	Réalisez-vous un reconditionnement d'une partie de vos bottes en bottes MD ?
Précision / hangar	Quel type de reconditionnement réalisez-vous ?
Précision / couverture du hangar	Quel type de reconditionnement réalisez-vous ?
Hauteur de stockage	Quel type de reconditionnement réalisez-vous ?
Capacité de stockage (aujourd'hui, tonnes)	Salissement (adventices / herbes) - intensité (% masse)
Capacité de stockage (dans 5 ans, tonnes)	Salissement (grains)
Prix du stockage (€HT/tonnes/mois)	Salissement (poussière)
Durée du stockage (aujourd'hui)	Tri de la paille / qualité
Durée du stockage (dans 5 ans)	Prix du reconditionnement (€HT/tonnes)
Période de déstockage	Format des bottes reconditionnées
Perte de qualité après stockage/chargement	Commentaires libres
Commentaires libres	

	Transport des bottes (les bottes quittent la ferme)
	Possibilité de transport
	Transport, qui ?
	Type de transport
	Distance max / chantier (kms)
Chargement des bottes (les bottes quittent la ferme)	Quantité min transportée par voyage (tonnes)
Les bottes MD sont-elles groupées hors du champ (via des feuilards) ?	Quantité max transportée par voyage (tonnes)
Les bottes sont-elles palettisées (+ feuilard) ?	Déchargement du convoi, qui ?
Chargement du convoi, qui ?	Prix / tonne départ lieu de stockage, sans chargement / sans déchargement
Réactivité / aléas, au chargement	Prix / tonne départ lieu de stockage, AVEC chargement / sans déchargement
Chargement réalisé	Prix / tonne départ lieu de stockage, AVEC chargement / AVEC déchargement
Prix du chargement (€HT/tonnes)	Connaissance du cahier des charges RFCP par le transporteur
pont bascule	Commentaires libres (et pour les autres bottes, ...)
Connaissance du cahier des charges RFCP par le "chargeur"	
Commentaires libres (et pour les autres bottes, ...)	

Déchargement des bottes MD chez le client	
Proportion de bottes abîmées par la manutention et le transport	Prix (en résumé !)
Connaissance du cahier des charges RFCP par le "déchargeur"	Bottes MD départ ferme (€HT/tonne)
Connaissance des conditions de stockage sur chantier par le "déchargeur"	Balles rondes départ ferme (€HT/tonne)
Commentaires libres (et pour les autres bottes, ...)	Bottes HD départ ferme (€HT/tonne)
	Commentaires libres

Surcoûts à prévoir	
	Prix moyen du carburant 2022 (€HT/litre)
	Evolution prix paille / carburant (€HT la tonne / + 10 centimes le litre)
	Prix moyen des engrais 2022 (€HT/tonne)
	Evolution prix paille / engrais (€HT la tonne / + 10 Euros la tonne)
	Evolution prix paille / baisse de rendement en paille (€HT la tonne / - 0.5 tonnes l'hectare)
	Evolution prix paille / baisse de rendement en grain (€HT la tonne / - 0.5 tonnes l'hectare)
	Evolution prix paille / besoin d'irrigation (€HT la tonne)
	Evolution prix paille / prix du matériel agricole
	Commentaires libres
Paille commercialisée	
Clients actuels - Particuliers (%)	
Clients actuels - Professionnels (agriculture) (%)	
Clients actuels - Professionnels (coopératives agricoles) (%)	
Clients actuels - Professionnels (négociants) (%)	
Clients actuels - Professionnels (reconditionneurs) (%)	
Clients actuels - Professionnels (transporteurs) (%)	
Clients actuels - Professionnels (autres) (%)	
Commentaires libres	

Relation avec les clients	
	Pas de devis
	Devis
	Devis + acompte
	Durée de validité du devis
	délai avant paiement
	Mentions sur les devis / factures : Traçabilité
	Quelles mentions ?
	Autres mentions
	Peut-on réserver sa paille, et dans quelle limite (temporelle, quantité) ?
	qualité de paille
	Commentaires libres
Mode de communication	
	Agri Affaires
	Le Bon Coin
	Presse
	Site internet
	Autres, précisez
	Commentaires libres

Perspectives	
	Souhaitez-vous développer des nouveaux usages "hors élevage" dans les 5 ans ?
	Lesquel en priorité ?
	Souhaitez-vous développer la commercialisation de paille ?
	Quels investissements seront nécessaires ?
	Présentez-vous des conflits d'usage sur votre paille ?
	A partir de quel %/tonnage y aura t'il conflit d'usage ?
	Avez-vous déjà été contacté pour de nouveaux usages ?
	Pour quels usages ?
	Pour quels usages ?
	A prix équivalent, quelles valorisations privilégiez-vous, dans l'ordre ?
	Souhaitez-vous être libre de définir vos tarifs pour la paille "isolation" ?
	Souhaitez-vous vous inscrire dans une démarche de contrôle qualité ?
	Avez-vous des craintes / responsabilités / nouvel usage ?
	Autres
Contraintes du métier	
	Assurances / stockage de paille
	Assurances / transport
	Existe-il des interdictions réglementaires de livraison dans certaines zones
	Saisonnalité des livraisons
	Périodes de moindre disponibilité
	Autres

Typologie des fermes produisant de la paille et des "botteleurs"

Chaque type d'agriculture a ses contraintes dont il nous faut tenir compte pour élaborer des scénarios pour fluidifier la réalisation de "gros" chantiers d'isolation en paille.

Zones "Polyculture / élevage"

Avec autoconsommation de paille

Les fermes en polyculture / élevage ont des productions de céréales qui correspondent à leur propre besoin en céréales (alimentation animale) et en paille (litière et parfois alimentation pour certaines variétés de paille). Elles produisent sur quelques hectares et peuvent fournir occasionnellement de la paille pour des chantiers locaux d'autoconstruction, mais ne peuvent pas fournir de la paille de manière récurrente et pour de "gros" chantiers. Les surfaces cultivées ne leur permettent pas. Les années de sécheresse, avec de mauvais rendements en fourrage, elles souhaitent conserver leur paille pour leurs propres besoins ou

pour les besoins d'autres éleveurs. Ces fermes sont généralement équipées de round-balers, un format pratique à manipuler sur la ferme.

Ces fermes ont parfois recours à des ETA (entreprises de travaux agricoles) pour faire les moissons et le bottelage, surtout si celui-ci est fait en bottes haute densité. Les ETA pourraient être les interlocuteurs à privilégier dans les zones de polyculture / élevage. Elles sont à même de produire des quantités de paille correspondant aux besoins des "gros chantiers". Ces pailles proviendront de plusieurs agriculteurs différents et pourraient être issues de céréales différentes. Les productions de paille étant modestes, une seule ETA par secteur géographique pourrait gérer la fourniture de paille pour l'isolation. La question est celle du modèle économique, de l'investissement et du souhait ou non de faire évoluer son activité.

Avec vente de paille

Certaines fermes produisent plus de céréales et de paille que leur strict besoin. Ils vendent leur paille à des négociants ou en local. Des ETA locales interviennent pour les moissons et le bottelage. Les ETA sont équipées de camions pour transporter la paille dans les zones d'élevage qui sont en déficit de paille (exemple : excédent de paille du plateau de Valensole > élevage des Hautes-Alpes). La paille quitte immédiatement sa zone de production après bottelage pour être acheminée et stockée chez les éleveurs qui l'achètent.

Zones de maraîchage "grande surface"

Les fermes produisant plusieurs dizaines d'hectares de melons/courges/... pratiquent pour certaines la rotation de culture avec les céréales. Elles sous-traitent à des ETA les moissons et le bottelage. La paille est commercialisée par les ETA. Lorsque la paille est bottelée en bottes MD, les bottes sont groupées par paquet pour faciliter leur manutention.

Zones d'élevage équin

Elevage d'ânes du Poitou (anecdotique à l'échelle de la région)

Les ânes du Poitou sont une race robuste. Les fermes faisant leur élevage (anecdotique à l'échelle de la région) et produisant des céréales n'utilisent pas forcément leur paille et peuvent la commercialiser.

Elevage de chevaux (plateau d'Albion, Crau)

Certains éleveurs de chevaux sont situés dans des zones où la culture est possible. Ils disposent de terrains qu'ils cultivent en rotation de culture (céréales/fourrages). Certains achètent de la paille en andain dans les environs et en font le commerce. Un éleveur de chevaux installé sur le plateau d'Albion cultive du seigle et se sert de cette paille pour le paillage de ses chevaux (cette paille est très longue et particulièrement bien adaptée pour avoir de la litière de qualité pour les chevaux).

Les pailles longues sont plébiscitées par le monde équestre. Développer localement ce type de paille pour l'isolation peut créer une nouvelle demande de la part des centres équestres, qui pourraient (peut-être) détourner une partie de la ressource en pouvant acheter la paille plus chère que ce qui se pratique en isolation.

Zones "petit épeautre"

Les producteurs de petit épeautre n'ont pas tous une ferme en polyculture / élevage. Ils disposent de paille (généralement en bio) qu'ils commercialisent ou peuvent commercialiser. Certains agriculteurs la laissent au champ par manque de débouché.

Cette paille est plus abrasive que la paille de seigle et n'est pas plébiscitée pour l'élevage des chevaux (si on dispose de seigle) ou pour l'élevage des ovins (paille trop longue et délaissée par les brebis, qui ne la mangent pas).

Zones "grandes cultures"

Les fermes dédiées à la culture ont de grandes surfaces et leurs propres engins de récolte. Certaines irriguent une partie de leurs champs.

Certains agriculteurs choisissent de vendre leur paille en andain pour ne pas investir. Dans ce cas, les interlocuteurs vers lesquels se tourner pour trouver de la paille sont les ETA. Les presses type MF1840 étant couramment utilisées par ces entreprises, plusieurs agriculteurs et ETA ont pu être contactés grâce à l'aide des concessionnaires commercialisant ces presses.

Zone riz (Camargue)

La rotation de culture est pratiquée en Camargue (blé/riz/luzerne ou blé/luzerne). En fonction des aides de la PAC, les agriculteurs font plus ou moins de riz et le remplacent par les autres cultures. Une seule ETA bottelle directement de la paille en bottes moyenne densité dans les rizières. La grande majorité de la paille de riz est bottelée en bottes Haute Densité. Il semblerait que la paille de riz n'ait jamais été bottelée en balles rondes. Sa valorisation a commencé avec l'apparition des presses HD.

Plusieurs botteleurs nous font part de leur difficulté à trouver des tractoristes de confiance/expérimentés. Les tractoristes insuffisamment expérimentés ne peuvent pas gérer à la fois le bottelage et le groupage des bottes MD, ce qui est une source de surcoût dans la production de paille.

Zone lavande (Valensole)

Les producteurs de lavande peuvent aussi produire des céréales. La récolte de la lavande/lavandin coïncidant avec la saison des moissons, la récolte de la paille doit être très efficace/rapide et le pressage est réalisé en bottes Haute densité. Le seul moyen de valoriser ces pailles en bottes MD est de faire appel à des ETA qui ne sont pas déjà débordées à cette époque de l'année.

Evolution des productions céréalières au sein des fermes

Réponse à la hausse du prix des intrants et des carburants

En agriculture conventionnelle, les prix élevés des engrais et des carburants conduisent les agriculteurs à davantage broyer leur paille à la moisson et à envisager de semer à l'avenir du fourrage (250 à 300 € HT la tonne de foin en bottes HD, contre 80 € pour la paille conditionnée au même format). Le broyage de la paille nécessite des sols et un taux d'humidité suffisant pour que la paille puisse se décomposer. On verra que certains agriculteurs (en bio / zone de culture) ont renoncé au broyage au champ pour ces raisons.

Semi direct, intercultures et méthanisation

Un agriculteur nous fait part de son évolution de pratiques culturales vers le semis direct et du développement des intercultures. Dans le 04, un projet de méthaniseur collectif vise notamment à récolter les intercultures (type ensilage) pour alimenter le méthaniseur. Dans ce cadre, la récolte de la paille serait visiblement nécessaire pour pouvoir ressemer sans labours.

La paille de lavande/lavandin ne serait pas intéressante pour la méthanisation. C'est une ressource aujourd'hui valorisée en compost.

Réponses au manque d'eau chronique

Un agriculteur du Luberon nous indique qu'il exporte toujours sa paille des champs puisque celle-ci ne se décompose pas correctement/rapidement à cause du manque d'eau. Cet agriculteur n'a pas la possibilité d'irriguer ses champs. Broyer la paille est problématique puisque les sols ont du mal à l'incorporer. Ce problème se cumule avec la présence des sangliers qui retournent la terre allégée par la présence de la paille "sèche". Les ornières créées par les sangliers compliquant les interventions dans ses champs, il a fait le choix de dépierrer au maximum ses parcelles, de moissonner la paille au plus près du sol et d'exporter cette paille chaque année.

Ces contraintes amènent à envisager une exportation des pailles et une compensation (pour maintenir la fertilité des sols) par épandage de compost.

Réponses aux sécheresses / irrigation

Un agriculteur nous fait part de l'impact de la hausse du prix de l'électricité sur le coût de l'irrigation.

Certaines fermes ayant l'habitude de cultiver du maïs et du tournesol avec un système d'irrigation songent à cultiver davantage de céréales du fait des sécheresses récurrentes (exemple : Buëch).

Réponses au dépérissement des cultures de lavandes / lavandins

Les cultures de lavande et le lavandin sont de plus en plus confrontées au dépérissement. Sur le plateau de Valensole, les céréales ont fait leur apparition dans les champs de lavande/lavandin pour tenter de réduire la propagation de la maladie.

Si la maladie continue de gagner du terrain, d'autres cultures moins rémunératrices pourraient se développer. Parmi elles, les céréales (et donc la paille) et/ou la production de fourrage. Sans irrigation, les rendements resteront faibles.

Réponses au prix du marché des céréales

Les cours des céréales influent sur les surfaces mises en culture. Ça a été particulièrement le cas sur le blé dur ces dernières années. La hausse des cours se traduit par une augmentation des surfaces l'année suivante.

Réponses à la hausse du prix du bois énergie

Un "gros" producteur interviewé s'est renseigné sur la presse à pellets de paille Krone Premos 5000. Le coût élevé de cette presse (plus de 400 k€) et l'absence actuelle de clients pour les pellets de paille ne l'ont pas conduit à avancer dans cette direction.

Ce type de valorisation pourrait venir déstabiliser l'organisation actuelle de la fourniture de paille pour les élevages.

Réponses au développement des agrocarburants

Un concessionnaire nous signale le développement du colza au détriment des céréales, pour un usage à destination des agrocarburants.

Selon un article de [Novethic](#), "3 millions de tonnes de biodiesel ont été consommées en France en 2016. 84,6 % de ce biodiesel est composé de colza, dont 50 % est originaire de France. "

Réponses aux aides de la PAC

Les aides de la PAC orientent les tendances sur les surfaces mises en culture. Il existe donc un système de vases communicants en termes de surfaces cultivées entre les variétés de céréales, les oléagineux, les protéagineux, le fourrage, le chanvre, ...

Production de céréales à paille longue

Lorsque nous évoquons avec eux la question des céréales à paille longue pour faire augmenter les rendements en paille dans la région, la réaction qui revient le plus est la question économique (rendements en paille et en grains, tarifs). Si le marché est rémunérateur, qu'il existe réellement et que les variétés à cultiver sont adaptées au climat du sud-est, la mise en culture est imaginable.

Impact du manque de fourrage sur les cours de la paille

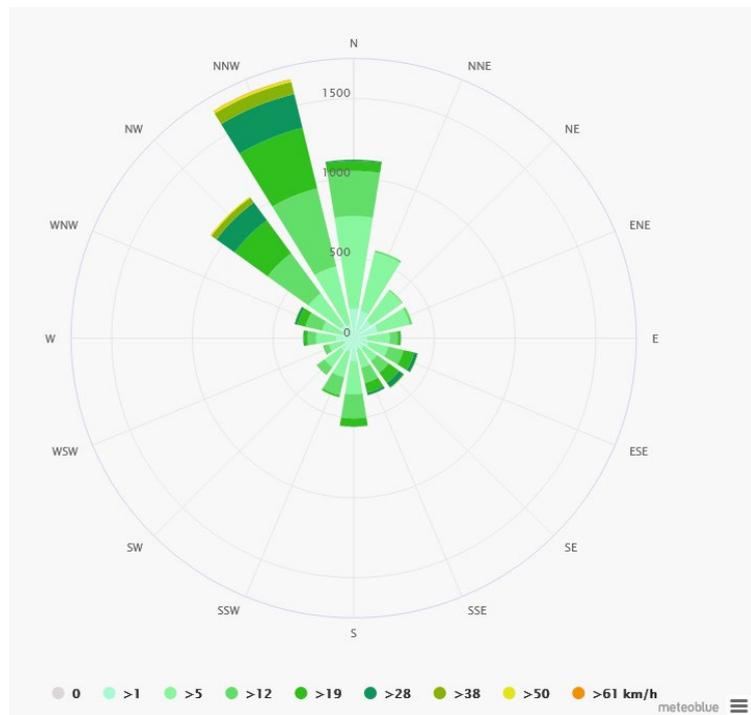
Un agriculteur vendant sa paille en andain nous fait part de la forte hausse du prix de la paille en andain. Habituellement, les tarifs tournent autour de 80 € l'hectare (dans son secteur géographique). En 2022, il lui a été proposé jusqu'à 200 € l'hectare. Cette forme de surenchère est à mettre entre guillemets. Un agriculteur nous fait part de ces pratiques chez des "mauvais payeurs". Quelqu'un qui ne règlera pas la facture peut proposer des tarifs aberrants.

Impact des conditions météorologiques en Camargue

A la récolte, le taux d'humidité du riz et de la paille sont élevés. Pour moissonner et pour que la paille sèche, il faut du mistral. Le vent du sud amène de l'humidité et il devient alors impossible de presser la paille (trop humide). A cause de ces conditions météorologiques, environ la moitié de la paille bottelée en Camargue l'est en hiver et pas à l'automne, juste après la récolte.

Direction des vents en automne

Les rosaces des vents annuelles ne nous renseignent pas sur le climat automnal. La récolte 2022 (moisson et bottelage) a été perturbée par le manque de Mistral (vent du nord sec) et plus largement par un manque de vent. Les matinées d'octobre ont été humides malgré les températures élevées en journée. Les récoltes ont été retardées.



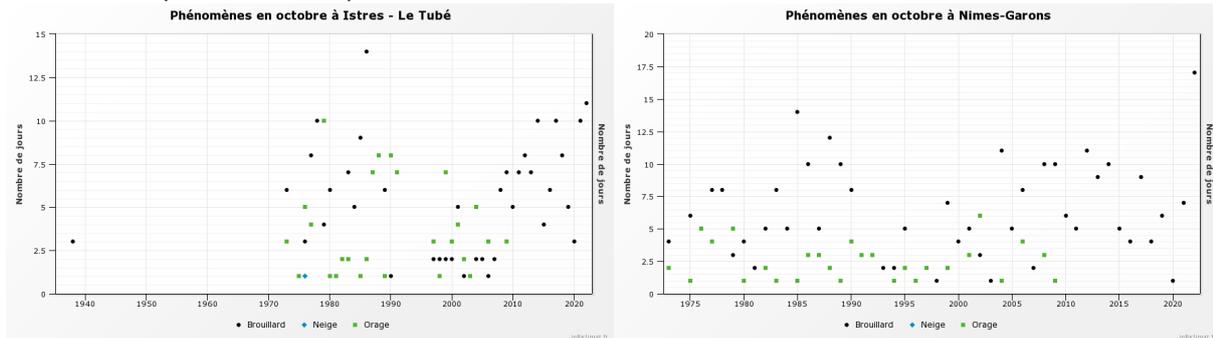
Simulation de données climatiques et météorologiques historiques pour Arles (moyennes annuelles sur 30 ans)

Source [MeteoBlue](https://www.meteoblue.com)

L'évolution mensuelle des régimes de vents (direction et vitesse) sur plusieurs années sont visualisables sur le site internet weatherspark. Si le changement climatique modifie le régime des vents à l'automne, la riziculture camarguaise sera impactée.

Humidité, brouillard et orage en automne

Le site infoclimat nous renseigne sur les journées de brouillard et sur l'occurrence des orages en automne au fil des années. Les stations météo les plus proches de la Camargue sont Nîmes et Istres. La tendance est (pour le moment) à moins d'orages, mais plus de brouillard, ce qui se confirme par les observations faites sur les vents.



Occurrence des journées de brouillard et d'orages dans deux stations météorologiques proches de la Camargue

Source : site infoclimat

Impact de la montée des eaux en Camargue

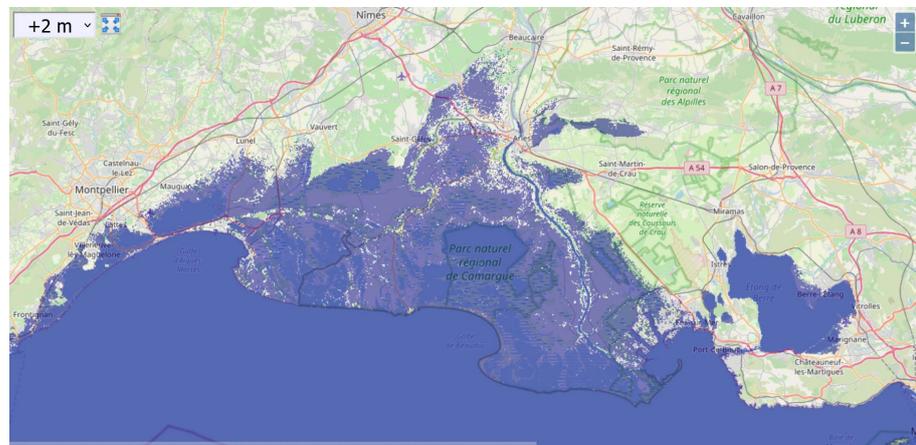
Aucune donnée n'a été recueillie quant à l'évolution de la riziculture camarguaise dans le scénario probable de montée du niveau de la mer et par conséquent de la hausse de la salinité des terres. Le site <https://flood.firetree.net/> nous a permis de générer les 4 cartes suivantes : niveau actuel de la mer, niveau + 1 m, niveau + 2 m, niveau + 3 m.



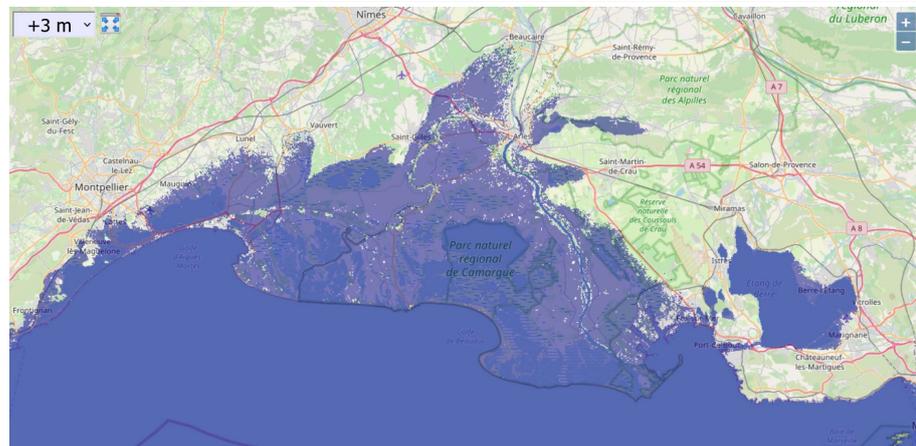
Niveau de la mer actuel



Niveau de la mer + 1 m



Niveau de la mer + 2 m



Niveau de la mer + 3 m

La Camargue, et plus largement le delta du Rhône, seront bien évidemment impactés par une augmentation du niveau de la mer. L'évolution possible de l'agriculture dans cette zone est sans doute déjà un sujet d'étude. Concernant la riziculture, certaines terres deviendront sans trop de doutes non cultivables et abandonnées, mais à contrario, et nous n'apportons pas de réponses, certaines terres situées bien plus loin dans les terres pourraient peut-être devenir à leur tour propices à la riziculture.

Moissonner les céréales

Technologies

Il existe deux grandes technologies de moissonneuses batteuses : celles à [batteurs/secoueurs](#) et les moissonneuses "modernes" à [rotor/"axial flow"](#). Certains fabricants ont développé des techniques hybrides.

Les premières moissonneuses à avoir vu le jour étaient à batteurs/secoueurs. La recherche d'une meilleure qualité de grains (moins de grains cassés) a conduit certains fabricants à développer une technique plus efficace (rotor/axial flow), mais qui martyrise davantage la paille, ce qui réduit la longueur moyenne des brins de paille.

Les pailles récoltées (en été) dans le sud-est sont très sèches et par conséquent cassantes. La moisson puis le bottelage les brisent davantage que dans d'autres régions. Pour l'isolation, il faudrait privilégier les pailles moissonnées avec la technologie batteurs/secoueurs.

A quelle heure de la journée moissonner ?

Les agriculteurs interviewés indiquent qu'il est important de moissonner le matin pour éviter de briser trop finement la paille. Néanmoins, ceux qui font intervenir des ETA ne maîtrisent pas ce paramètre. Les ETA ont besoin de rentabiliser leurs (gros) investissements et moissonnent donc toute la journée.

Scénario

Valoriser la paille d'orge ?

L'orge est récoltée en juin. C'est une paille qui souffre moins au battage. Accéder à cette paille permettrait d'avoir de la paille plus longue et moins cassante que la paille de blé récoltée en juillet.

La paille d'orge est aujourd'hui peu disponible en PACA. C'est une "paille d'éleveurs", qui l'utilisent pour leurs besoins propres. Les centres équestres sont friands de cette paille du fait de sa longueur. Les tarifs peuvent être élevés (un agriculteur nous a donné le chiffre de 200 € HT la tonne, départ du champ) et une partie de la paille d'orge est "importée" d'autres régions, notamment par les sociétés de transports qui commercialisent du foin de Crau dans le "nord" de la France, et qui redescendent avec cette paille sur leur trajet retour.

Valoriser la paille de riz ?

Le riz est récolté très tardivement (automne) dans des conditions météo plutôt humides. Sa paille étant naturellement souple, elle n'est pas hachée par les moissonneuses et les botteleuses. Contrairement à la paille d'orge, elle est encore aujourd'hui sous-valorisée quantitativement et économiquement. Sa valorisation en isolation est à privilégier.

Botteler la paille

Rentabilité du bottelage

Les rendements en grains et en paille sont globalement faibles, en dehors de la Camargue. Les mauvaises années, la question de laisser la paille au champ (la broyer en sortie de moissonneuse-batteuse) se pose réellement du fait de l'absence de rentabilité du bottelage et de la commercialisation des bottes. Certains agriculteurs disent ouvertement le faire par solidarité au sein du monde agricole, mais ne rien gagner sur cette opération.

Prix de la paille en andain

Les producteurs de bottes de paille achètent pour certains la paille en andain. Les tarifs sont exprimés à la tonne ou à l'hectare. Dans le premier cas, une relation de confiance doit être tissée entre le botteleur et l'agriculteur vendant sa paille pour estimer le poids de la paille. Si la paille doit être pesée, il est nécessaire à chacun d'être disponible en même temps et de disposer à proximité d'un pont bascule. Ces difficultés conduisent certains à fonctionner "à l'hectare", en estimant sommairement le tonnage de paille à l'hectare, à l'expérience.

Les tarifs d'achat de paille en andain 2022 vont de :

- 20 à 40 € HT / tonne de paille pour ceux qui raisonnent en prix à la tonne. Les tarifs bas correspondent à des pailles achetées à des agriculteurs qui sont contents de trouver un acheteur. En Isère (département plus productif), les tarifs étaient voisins de 40 € HT / tonne.
- 15 à 45 € HT / hectare pour ceux qui raisonnent en prix à l'hectare.
 - En Camargue, le prix de la paille de riz était il y a quelques années d'environ 15 € HT / hectare. Aujourd'hui, il atteint parfois 45 € HT / hectare. L'arrivée de nouveaux acteurs (ETA hors PACA) fait augmenter les prix. Il est assez facile de trouver de la paille de riz en Camargue en la payant 10 € HT / hectare plus cher que les prix pratiqués.
 - Le long de la Durance (bonnes terres), le tarif peut atteindre 45 € HT / hectare
 - Régulièrement, certains "mauvais payeurs" proposent des tarifs beaucoup plus élevés pour décrocher le marché, mais pour finir, ne payent pas les agriculteurs.
 - Ailleurs en France, dans les régions à fort rendement, il peut être rentable de payer 70 €/ha, mais pas en PACA.

Dans les zones de culture, les agriculteurs ont généralement de grandes surfaces (plus de 100 hectares) et les ETA doivent être très réactives pour décrocher le marché.

A quelle heure de la journée botteleur ?

Les agriculteurs interviewés indiquent qu'il est important de botteleur le matin pour éviter de briser trop finement la paille. Il faut presser la paille "froide". Certains bottellent même de nuit si la rosée ne tombe pas. Les ETA ont besoin de rentabiliser leur investissement et ne peuvent pas se limiter à ces horaires. Ils bottellent toute la journée, ce qui brise davantage les brins de paille.

La densité des bottes dépend de la longueur des brins. Il est difficile de compacter correctement les bottes réalisées à partir de paille trop hachée.

Auto charger les bottes

Les fermes disposant de peu de personnel et des besoins propres limités ont parfois recours à des remorques cages attelées à la presse, dans lesquelles les bottes sont éjectées automatiquement à la sortie de la presse, et entassées sans être empilées. Une fois la remorque pleine, elle peut être vidée au champ pour former un tas de bottes. Cette méthode permet de rassembler les bottes, mais elles doivent ensuite être manipulées à la main.

D'autres agriculteurs (en zone élevage) ont recours aux auto-chargeuses, des remorques cages avec rampe d'amenée des bottes de paille et un empilement automatisé des bottes. Les bottes sont rassemblées une à une sur une plateforme qui sera déchargée à la ferme, botte après botte. Il en existe deux types ("[OMAS](#)" et "[manège](#)"). Le modèle manège peut fonctionner à l'envers pour décharger une à une les bottes sans les manipuler. Elles peuvent ainsi être déposées automatiquement sur un "monte-bottes", dont le rôle est d'acheminer les bottes à l'endroit où l'agriculteur les empilera une à une, à la main, pour les stocker à l'abri.



Auto-chargeuse de type OMAS



Auto-chargeuse de type "manège"

Ces auto-chargeuses ne sont pas compatibles avec la fourniture de grosses quantités de bottes pour l'isolation et pourraient uniquement alimenter des chantiers localement et pendant la saison des moissons.

Grouper/rassembler proprement les bottes au champ

Certains agriculteurs se sont créés des groupeurs de leur propre conception ([Lien](#)). Ces groupeurs rassemblent mais ne font pas de paquets de bottes liées en lots. Aucun agriculteur interviewé ne s'est fabriqué de groupeur.



Groupeur de bottes « maison »

Les groupeurs traînés, comme on le voit sur l'illustration ci-dessus, peuvent présenter un risque pour la qualité des bottes. Certains modèles vont traîner les bottes sur le sol sur plusieurs dizaines de mètres. La face des bottes en contact avec le sol peut s'en trouver endommagée. Certains fabricants de machinisme agricole ont créé des groupeurs (suiveurs, traînés, portés). Ces groupeurs rassemblent mais ne font pas de paquets de bottes liées en lot.



Groupeur de fabricant de machinisme agricole

Illustration : JB Industrie

Des chargeurs frontaux à dents articulées montés sur la fourche avant du tracteur permettent de manipuler ces groupes de bottes pour les déposer sur les plateformes au champ et pour les décharger/entreposer sous hangar à la ferme.



Chargeur frontal monté sur une fourche avant de tracteur

Illustration : JB Industrie

Faire des paquets de bottes au champ

Les groupeurs les plus répandus parmi les professionnels interviewés sont les groupeurs "paquets" ou groupeurs "lieurs", qui regroupent et assemblent les bottes en paquets d'une dizaine à une vingtaine de bottes selon les fabricants ([JB Industries](#), [Marcrest MFG](#), [Arcusin](#), [Plegamatic](#), BelAir). Ces groupeurs peuvent fonctionner directement derrière la presse ou indépendamment).



Groupeur « paquet » Plegamatic

Source : www.plegamatic.com



Groupeur « paquet » Arcusin

Source : ETA Dié Fourrages

Le groupage des bottes peut être réalisé par le tractoriste qui réalise le bottelage et simultanément avec le bottelage. Ceci demande de l'expérience et des compétences. Les "gros producteurs" ont régulièrement du mal à trouver la main d'œuvre qualifiée et dans ce cas, le groupage est réalisé dans un deuxième temps. Le personnel "moins" qualifié ne s'occupe que d'une opération.

Avec ces machines, la densité des bottes doit être élevée et leur longueur doit respecter certains critères. Les deux seuls formats de bottes réalisés par les entreprises interviewées sont 1 m et 1,20 m. Impossible de faire des paquets de bottes de 60 cm. Lier des bottes de 80 cm n'a jamais été testé et nécessiterait davantage de manutention (plus de paquets, donc plus cher). Faire des paquets de bottes "courtes" nécessiterait des ajustements dans la conception des groupeurs pour créer des paquets de gros format (identique au format "120"). Cela n'est pas à l'ordre du jour.

Typologie et matériels utilisés par les presseurs de paille "moyenne densité"

La paille peut être bottelée directement par les agriculteurs. Les agriculteurs qui fonctionnent de cette manière sont de deux types :

- Ceux qui disposent de grandes surfaces et peuvent investir dans du matériel moderne à fort rendement. Les bottes sont groupées par paquet et peuvent être commercialisées.
- Ceux qui travaillent en polyculture / élevage et produisent la paille pour leurs propres besoins. Dans ce cas, les bottes ne sont pas groupées et ne sont généralement pas destinées à être vendues.

En plus de leur exploitation agricole, certains agriculteurs ayant décidé d'investir font de la prestation de bottelage. Certains vont plus loin, proposent parfois une prestation de moissonnage et se spécialisent dans la commercialisation de la paille. La plupart de la paille bottelée est directement livrée chez les clients car c'est plus rentable. Le prix de la botte est identique à celui d'une botte stockée sous hangar, mais cette dernière nécessite 2 manipulations en plus.

Peu d'agriculteurs / ETA sont équipés de presses MD. Ceux interviewés sont généralement équipés :

- En 1 : de presses Massey Ferguson MF 1839/40 (presses à canal central)
- En 2 : de presses de marque Welger (fabrication de ces presses stoppée)
- En 3 : de presses de marque John Deere (fabrication de ces presses désormais gérée par un fabricant italien).

Les ETA interviewées sont généralement équipées de groupeurs de bottes Arcusin ou BelAir.

Zones polyculture / élevage

Les quantités de paille bottelées et commercialisées par les ETA sont généralement de l'ordre de quelques centaines de tonnes de paille, généralement pas au format moyenne densité. Ces ETA sont installées localement dans la zone de production de paille et font généralement aussi des prestations de travaux publics.

Zones de grandes cultures

En région PACA, on trouve globalement de la grande culture sur le plateau de Valensole et dans le delta du Rhône.

Plateau de Valensole / blé

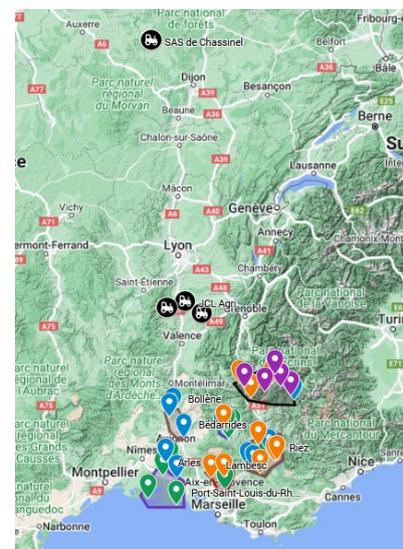
Dans une zone comme le plateau de Valensole, la quantité pressée par une même entreprise peut dépasser 1000 tonnes (cumulé exploitation + ETA). Les entreprises intervenant dans cette zone sont installées localement. Tous pressent la paille en bottes HD. Certains disposent de presses MD mais s'en servent peu.

Delta du Rhône / riz

En Camargue, la récolte du riz (automne) est décalée par rapport à la récolte du blé (été). Des ETA installées en dehors de la région PACA (Ardèche, Isère, Côte d'Or) "descendent" en Camargue à l'automne pour poursuivre leur saison de bottelage en pressant de la paille de riz.

Toutes ces ETA bottèlent (les bonnes années / selon la météo) plus de 1000 tonnes de paille (maximum = environ 4000 tonnes), essentiellement en bottes Haute Densité/matelas. Certains stockent la paille localement, mais ne sont pas propriétaires des hangars. Elles louent leur usage à des agriculteurs/entreprises locales. Les capacités de stockage sont une limite au développement du bottelage de la paille de riz.

D'autres entreprises "exportent" immédiatement dans leur zone de chalandise habituelle / leur région d'origine et la commercialisent en litière animale en direct à des agriculteurs ou fonctionnent avec des négociants (qui sont aussi des ETA) installés en dehors de la région PACA (ex : Doubs).



ETA qui interviennent en Camargue pour botteler de la paille de riz (tracteurs dans les ronds noirs)

Les ETA qui pressent le riz sont celles qui fournissaient de la paille de riz à l'industriel fabricant les panneaux de paille de riz broyée (FBT Isolation - Ain), et qui seront les interlocuteurs privilégiés de tels fabricants si ces produits se développent.

Delta du Rhône / autres céréales "hors riz"

Certains agriculteurs locaux achètent de la paille en andain (hors riz), la pressent, en stockent une partie et la commercialisent. Aucun d'entre eux n'intervient sur la paille de riz. Certains bottèlent et groupent des bottes au format moyenne densité.

ETA et distributeur de groupiers de paille

La société JCL Agri fait des prestations de pressage de paille en Camargue et en Isère, et vend/loue des groupiers de paille Arcusin via la société Optimat38 (<http://optimat38.fr/>). Cette entreprise cherche à développer le stockage de paille en Camargue, et bottèle déjà de la paille de riz au format moyenne densité, groupée par paquets de 14.

Rentabilité d'un pressage en bottes MD au champ

Plusieurs "gros" producteurs de paille nous font part de leurs réserves sur la rentabilité et le débit d'un pressage de la paille en petites bottes par rapport à un pressage en botte Haute Densité. Faire deux passages, un pour presser et un pour grouper nécessite plus de personnel et

de matériel agricole. La fiabilité de certains groupeurs (les premiers nés, la technologie) peut aussi ralentir la récolte, ce qui les rend frileux sur ce format de bottes.

La période de récolte des pailles (hors riz) correspond aussi à celle d'autres cultures comme la lavande/lavandin. A cette période, la charge de travail étant maximale, il est nécessaire d'aller vite au champ. Avec une presse HD sur des champs facile à travailler, on peut botteler 30 ha par demi-journée et par tractoriste, ce qui est clairement impossible avec une presse MD + groupeur. En surimposition de ces contraintes, les difficultés pour trouver du personnel qualifié et disponible conduisent les agriculteurs à délaissier la botte moyenne densité.

Délai entre la moisson et le pressage

Un agriculteur (hors riz) ne pressant pas lui-même sa paille nous indique qu'il attend que ses moissons soient terminées pour faire intervenir l'entreprise qui va presser la paille. La paille reste donc en andain jusqu'à un mois (un mois = durée de ses moissons). Cet agriculteur double ses andains pour former des bottes plus compactes (bottes HD). Le tarif de la prestation étant "à la botte", le doublage des andains n'est pas lié au coût de la prestation.

Tous les autres agriculteurs nous disent ne pas doubler leurs andains pour ne pas briser davantage la paille.

Investissement

Le monde agricole n'investira que si le marché existe réellement et est rémunérateur, que si l'investissement ne présente pas de risques et que si les clients sont des bons payeurs. Ils ont leur débouchés "litière" et fonctionnent avec des clients réguliers qui connaissent à l'avance la qualité de leur produit, bons payeurs, et avec qui la relation de confiance est ancrée.

Investir dans une presse et un groupeur ne s'envisage que dans un développement d'activité "fourrage + paille". Les foins et les moissons ne s'effectuent pas à la même période et pour rentabiliser l'investissement, la période d'utilisation du matériel ne peut pas être concentrée uniquement sur les moissons. Les agriculteurs doivent donc aussi trouver des nouvelles parcelles à botteler et de nouveaux clients cherchant du fourrage au format moyenne densité.

Stocker la paille

Déficit de capacité de stockage localement

Les fournisseurs de paille ne stockent qu'une partie de leur production, le reste étant livré directement après bottelage chez les éleveurs, qui eux disposent de capacités de stockage.

Pour valoriser la paille en isolation et alimenter des chantiers tout au long de l'année, il est nécessaire de pouvoir augmenter les capacités de stockage de paille chez les producteurs.

Un agriculteur/transporteur/négociant produisant environ 2000 tonnes de paille en bottes HD, les stockant de manière diffuse dans plusieurs hangars loués, et ne souhaitant pas investir pour botteler lui-même au format MD, n'imagine pas faire intervenir une ETA à cause de ses difficultés de stockage.

Période de déstockage

Les gros fournisseurs de paille ne déstockent généralement jamais leur paille. Ils en font le négoce et peuvent se réapprovisionner en permanence. De même, les sociétés de transport peuvent se réapprovisionner en paille auprès de leurs fournisseurs habituels, un peu partout en France, sur leur trajet retour.

Les fournisseurs de taille intermédiaire ne comptent généralement que sur leur production. Au printemps, en préparation des foins et moissons, il est temps pour eux de faire de la place sous les hangars. Certains producteurs ont parfois déjà vendu et livré l'intégralité de leurs stocks avant la fin de l'hiver. Les fournisseurs pratiquent la réservation de paille/fourrage (avec ou sans

acompte) avec leurs clients habituels, et peuvent fournir de la paille après déstockage. Il convient donc avec eux d'imaginer un système pour réserver sa paille, peut-être par exemple avec un versement d'acompte à la commande.

Question assurantielle avec les hangars photovoltaïques

Les agriculteurs équipés de hangars photovoltaïques laissent au moins 1 mètre (ou 2 selon les agriculteurs et sociétés d'assurances) de lame d'air ventilée entre la toiture et les bottes de paille stockées sous les hangars, pour se conformer aux exigences de leur société d'assurance. Si le stockage de paille laisse moins de lame d'air, les sociétés d'assurances peuvent exiger la présence de capteurs de température. Aucun agriculteur interviewé n'a opté pour cette solution.

A la demande de certaines sociétés d'assurance, la surface de stockage peut être limitée par hangar, une partie du hangar pouvant servir à stocker du matériel agricole.

Difficultés supplémentaires pour les négociants en paille/fourrage

Les négociants en paille / fourrage doivent s'appuyer sur le monde agricole pour pouvoir disposer de capacités de stockage en dehors de zones artisanales (prix du foncier élevé). Certaines sociétés d'assurance acceptent de les assurer uniquement pour leur matériel, mais pas pour la paille/fourrage qu'ils stockent sous des hangars.

Transporter la paille

La paille de blé et d'orge produite localement sert en partie à alimenter les besoins de la région PACA et la Corse, très pauvre en paille.

En inter région

Grands axes de communication desservant le sud-est

Le réseau autoroutier de la vallée du Rhône est très efficace et permet de transporter toutes sortes de marchandises, fourrages, paille et autres produits manufacturés. Les sociétés de transport et négociants en paille installés le long de cet axe de circulation ont une position privilégiée pour gérer la fourniture de paille vers la région PACA. Les producteurs installés "au cœur de la région" interviendront davantage sur un périmètre régional.

La paille provenant de la Drôme et d'Isère peut être livrée par les négociants en paille installés dans ces départements. Plusieurs ont été identifiés. La paille provenant d'autres régions peut être gérée par ces mêmes sociétés et par les sociétés de transport qui remontent du foin de Crau dans le nord de la France.

Mouvements liés au monde équin

Une partie du foin de Crau et de la luzerne produite en PACA est vendue dans la partie nord de la France pour l'alimentation des chevaux. Les sociétés de transports vont alors ramener dans le sud de la paille produite quelque part sur leur parcours retour. Cette paille est destinée au marché de la région PACA et de la Corse.

Mouvements liés au décalage de saison de la récolte du riz

La paille de riz est une paille moins chère que les autres pailles. Elle est diffusée dans des départements pour lesquels l'élevage est une activité à faible valeur ajoutée (rendements agricoles faibles, sols en pentes, rigueur du climat, zones excentrées, ...).

Les ETA locales interviennent assez peu dans le bottelage du riz. Les premières ETA "extérieures" à la région à s'être lancées dans le bottelage et la commercialisation de la paille de riz sont arrivées sur un terrain vierge. La paille n'était pas valorisée. Aujourd'hui, elles voient le prix de la paille de riz en andain augmenter du fait des ETA qui investissent elles

aussi ce créneau et qui viennent rentabiliser leurs investissements avec le riz. Ces ETA commercialisent la paille dans leurs réseaux habituels, généralement hors PACA. Ainsi, la paille de riz quitte aujourd'hui fréquemment la région alors que la région manque de paille.

En intra région

Certains agriculteurs excédentaires en paille, ou n'ayant pas d'usage à donner à cette paille, font le choix de ne pas investir dans du matériel et ne souhaitent pas commercialiser eux même leur paille. Ils confient ce rôle aux ETA locales, si elles existent, ou plus lointaines si les surfaces à botteuler dans ces zones géographiques sont suffisantes pour être rentables pour les ETA. Avec les tracteurs actuels, il est possible de se déplacer sur 80 kms en quelques heures (plus efficace que d'affréter un camion porteur).

Certains agriculteurs bottèlent leur paille et la regroupe, mais ne souhaitent travailler qu'avec des professionnels qui viennent récupérer cette paille au champ directement après les moissons. Ils ne souhaitent pas la stocker et ne souhaitent pas en faire un commerce "au détail". La paille quitte alors leur secteur géographique, parfois alors même que ce secteur est déficitaire en paille.

Proximité fournisseur/client

L'entreprise construction bois interviewée achète sa paille à un fournisseur situé à une encablure de ses ateliers de préfabrication. Il est simple pour eux de réapprovisionner rapidement leur stock de paille et le coût d'un retour à vide du camion ayant transporté la paille n'est pas un frein.

En cas de besoin spécifique (paille avec des brins plus longs), la proximité avec son fournisseur est un atout. Il est facile de se déplacer chez lui pour sélectionner sa paille.

Capacité de déchargement de la paille par le client

Avec une valorisation en élevage, le déchargement de la paille est généralement simple et rapide. Les agriculteurs sont équipés et le temps d'immobilisation du camion de transport est inclus dans le devis. Tout dépassement du temps d'immobilisation induit une facturation supplémentaire au client.

Une valorisation en isolation nécessite de manipuler les bottes/paquets de bottes avec plus de précautions et donc de disposer d'un personnel sensibilisé au déchargement de la paille. Les engins de manutention doivent être disponibles et opérationnels le jour de la livraison, sans quoi le déchargement sera impossible ou retardé.

Si le client souhaite que le fournisseur puisse être autonome sur le déchargement de la paille, il devra la lui signifier au plus tôt et dans tous les cas avant signature du devis, pour que cette prestation puisse lui être facturée. La place immobilisée par un engin de manutention chargé sur un camion réduit de facto la quantité de paille livrable sur le chantier. Un fournisseur de paille nous a signifié qu'il allait s'équiper d'un chariot de déchargement embarqué (fixé à l'arrière de la remorque et pas sur le plateau de la remorque) pour ne pas réduire la quantité de paille livrable sur les chantiers.

Généralement, en atelier de préfabrication de caissons ossature bois, les entreprises disposent des engins de manutention compatibles.

Commercialiser la paille

Qualité de paille

Que faire de la paille comportant trop d'herbe ?

Les producteurs de paille peuvent facilement commercialiser la paille comportant une trop grosse proportion d'herbe auprès des bergers (les moutons se nourrissent en partie de paille), ou plus anecdotiquement pour des courses de motos/automobiles, concerts, ...

La paille de riz bio est parfois préférée par les éleveurs non pas pour le mode d'agriculture, mais pour ses conséquences, à savoir une présence plus importante d'herbe, source de nourriture pour leurs animaux.

Valorisation de la "belle paille"

En termes de longueur de paille, le secteur agricole parle généralement de 3 catégories différentes : paille longue, "normale" et courte/brisée/hachée. La catégorie courte/hachée est assez bien définie, mais les deux autres catégories mériteraient d'être précisées. Ce qui est appelé "long" dans le sud n'a rien à voir avec une paille longue du nord de la France ramassée en round baler (la technologie "round baler" préserve la paille et ne la martyrise pas, elle enrôle la paille sous forme de bottes cylindriques).

Avec la paille "brisée", il est difficile d'obtenir des bottes présentant une densité élevée.

Les centres équestres cherchent de la paille "longue", même plus chère. En PACA et plus globalement en France, l'année 2022 a été une année de paille courte. L'approvisionnement en paille longue a été un casse-tête pour les distributeurs de produits pour les centres équestres.

En isolation, la paille longue est très bien adaptée pour faire des enduits. Utiliser de la paille longue dans des caissons non enduits peut être apparenté à un mésusage d'une ressource rare. Il est possible de réaliser des enduits avec de la paille de qualité intermédiaire, à partir du moment où les bottes sont suffisamment denses. Les enduiseurs sont les professionnels qui sauront dire si telle ou telle paille convient ou pas à la réalisation d'enduits (à la main ou par projection mécanique).

Avec les presses à canal central, la longueur des brins de paille ne doit pas être jugée côté ficelle/face coupée, mais en bout de bottes.

Les fournisseurs/producteurs sont assez vigilants sur les attentes des clients "isolation". Ils n'aimeraient pas les décevoir et se voir refuser une livraison, par exemple parce que la longueur des bottes varie de 5 cm par rapport à la longueur annoncée. Cette appréhension nous conduit à penser que la réécriture d'un cahier des charges "botte de paille isolation" plus détaillé est nécessaire. Ça rassurerait et sécuriserait les fournisseurs comme les clients.

Présence d'un pont bascule à proximité ?

Certains professionnels spécialisés dans le commerce de la paille/fourrage disposent d'un pont bascule au pied de leur hangars de stockage, ce qui leur évite de devoir dépendre d'un pont bascule communal, s'il existe. Pouvoir faire la tare d'un camion vide/plein au pied du hangar évite bien des tracas et fait gagner du temps.

Préférence sur le type de valorisation

Certains agriculteurs nous disent préférer une valorisation au sein du monde agricole, notamment dans les années à faibles rendements en fourrage, comme ça a été le cas en 2022. Par manque de fourrage, la paille peut servir d'alimentation animale.

"La paille de céréales est un aliment pauvre en sucres solubles, en matières azotées, en minéraux et en vitamines. C'est un fourrage encombrant et peu digestible. Mais bien complémentée, c'est une ressource utilisable dans les rations des ruminants pour pallier le

déficit de stocks fourragers ou le manque d'herbe au pâturage" (Institut de l'Élevage - CIIRPO, "Bien utiliser la paille de céréales dans l'alimentation des bovins et ovins". Dossier spécial : Sécheresse 2011, 30 mai 2011).

Les agriculteurs ont leurs clients habituels au sein du monde agricole et ils ne s'en détournent pas. Ceci est d'autant plus vrai quand ces clients sont à proximité. Pour autant, lorsque le fourrage ne manque pas ou qu'il faut vider les stocks, personne ne s'interdit de vendre à des clients "lointains". Premier arrivé, premier servi.

Transport de la paille

Certains "gros" producteurs de paille nous disent préférer passer par des sociétés de transport spécialisées pour minimiser le coût des transports de la paille en dehors d'un usage local. S'ils transportent leur paille eux-mêmes, même s'ils ont l'agrément pour le faire, ils feront le trajet retour à vide. Leur logistique ne peut pas être aussi optimale que celles de sociétés spécialisées.

Préférence sur le type de client

Certains agriculteurs préfèrent travailler avec des entreprises de manière régulière plutôt qu'avec des particuliers, et ne pas faire "épicerie". Pour ces besoins particuliers, il existe les coopératives agricoles.

Sécuriser ses achats de paille

Pour sécuriser son approvisionnement en paille, la meilleure méthode est de la réserver en signant un contrat avec son fournisseur et en lui payant un acompte, en plus de bien cadrer avec lui la qualité de paille attendue (cahier des charges).

Mentions sur les devis / factures

Pour un usage en litière, les mentions figurant sur les factures des producteurs/fournisseurs sont très sommaires et généralement uniquement destinées au comptable ("paille", "nombre de bottes"). Le type de paille, le taux d'humidité maximal garanti, la qualité, la provenance, ... ne sont pas des éléments mentionnés sur les devis/factures.

Les bottes de paille non reconditionnées sont des produits agricoles. Les clients ne trouveront donc pas sur les devis/factures des mentions pourtant complémentaires classiques pour le secteur du bâtiment, comme la résistance thermique ou encore le mot "isolant".

Les clients de tels produits ne doivent pas demander à faire figurer de telles mentions à leur fournisseur, sans quoi leur responsabilité pourrait être engagée à leur insu. L'usage et les conditions d'usage de leur produit agricole sur un chantier de construction n'est pas de leur ressort.

Prix du marché

Les bottes de paille, quel que soit le type de paille et le format des bottes (écarts de formats > écarts de poids > écarts de prix) se commercialisent généralement à des tarifs voisins de 4.50 à 5 € HT la botte (d'une vingtaine de kg). Deux producteurs interviewés pratiquent des tarifs bien inférieurs (≈ 3 € HT la botte).

Les bottes à la vente dans les coopératives agricoles ont des tarifs plus élevés (+1,50 € HT la botte environ).

Tous nos interlocuteurs nous disent faire des bottes denses. Certains producteurs vendant la paille "à la botte" compactent moins la paille pour améliorer leur rentabilité économique.

Taux de TVA à appliquer

Le taux de TVA sur les produits agricoles est de 10%.

La plupart des fournisseurs de paille appliquent ce taux quelle que soit la valorisation qui sera faite de leur paille, litière ou isolation. Un fournisseur nous confie que lorsqu'il sait que la paille est destinée à l'isolation, il applique un taux de TVA à 20%, pour éviter tout risque de redressement fiscal lié à cette zone de flou.

Lorsque la paille est vendue livrée, il existe deux possibilités pour intégrer le coût du transport :

- L'inclure dans le prix unitaire de la botte et appliquer une TVA à 10%
- Créer une ligne dédiée avec un taux de TVA à 20%

Investir aujourd'hui ?

Plusieurs agriculteurs de plus de 50 ans nous font part des deux principaux freins dans leur envie d'investir financièrement pour développer un nouveau marché : l'approche de la retraite et la possible non reprise de leur activité par la génération qui suit.

Ce facteur limitant inhérent au vieillissement du monde agricole concentrera sans doute la commercialisation de paille isolation autour de quelques entreprises spécialisées qui ont à la fois la visibilité sur plusieurs décennies et la capacité d'investissement.

Communication

Certains producteurs / négociants ne cherchent pas à communiquer au-delà du « bouche à oreille » au sein du monde agricole. Ils ont déjà leur réseau de clients réguliers qui leur achètent leur production chaque année. Il est donc difficile de les dénicher quand on n'est pas du secteur.

Avec les clients habituels, les fournisseurs ne font généralement pas de devis. La confiance est établie de longue date. Les fournisseurs sont à l'aise dans ce mode de fonctionnement. Attirer à soi de nouveaux clients, c'est possiblement faire face à de mauvais payeurs. Certains se sont déjà confrontés à cette problématique. Accepter de fournir une grosse quantité de paille à un client, c'est aussi possiblement se détourner de ses clients habituels et cela n'est pas possible.

Les fournisseurs comprennent la nécessité de communiquer pour trouver des clients en dehors du monde agricole, mais communiquer a un coût et investir dans un site internet, par exemple, doit se rentabiliser sur des ventes réelles et pas hypothétiques. Certains le pourront, les petits non.

Différents types de bottes de paille produites en PACA

Selon un concessionnaire de matériel agricole, 99% de la paille de PACA est conditionnée en bottes Haute Densité (plusieurs sections disponibles : matelas (50*80), 70*120, 90*120, ...). Le round-baler est quasiment absent. Ceux-ci sont parfois présents chez des éleveurs pour qui le format balle ronde est plus simple en termes de manutention (une personne seule peut dérouler la botte).

Ce même contact estime à une centaine le nombre de presses MD dans la région. Aucun contact nous a signalé la présence de presses MD faisant des bottes de 22 cm d'épaisseur. Pour un usage en isolation, seuls les formats voisins de 36*46 semblent être présents.

Presses Haute Densité / petit format

Supertino

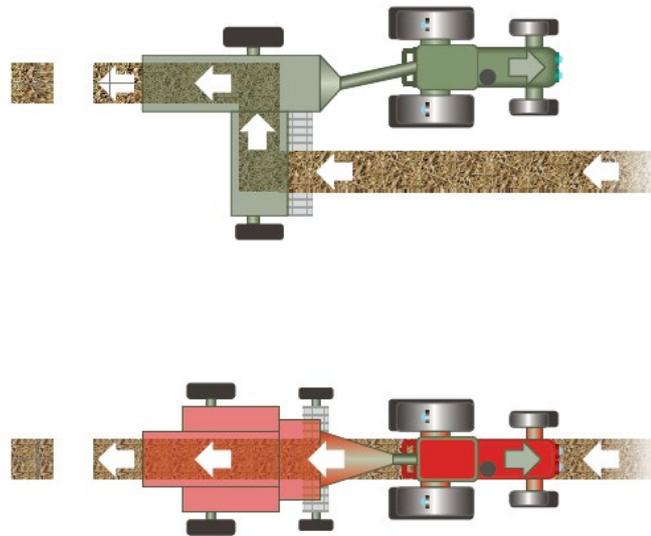
Supertino (fabricant italien) propose des presses HD qui font des bottes de petite section : 48/58/70*80 (longueur 100 à 250) liées avec 4 ficelles. Aucun agriculteur ne nous a parlé de ces presses.

Etat des lieux des presses moyenne densité

Il existe deux types de presses moyenne densité :

- La première génération de presse est décentrée, elle avale la paille à droite du tracteur, le tracteur n'enjambe pas l'andain. La paille est poussée par un bras dans le canal de compression et coupée sur un des deux petits côtés de la botte (pas du côté ficelle)
- La deuxième génération de presse est dans l'alignement du tracteur, qui enjambe l'andain. La paille est sectionnée par le bas (côté ficelle).

Il est facile de reconnaître la technologie de presse utilisée pour former la botte en regardant sur quelle face est coupée la paille.



Comparaison du trajet de la marchandise dans une presse décentrée de l'andain et centrée sur l'andain

Source : www.masseyferguson.com / "La paille matière première" - Recherche aPROpaille - Vadémécum 1 - Belgique/Wallonie

Welger (production arrêtée)

Les presses Welger ont visiblement un débit de production élevé, ce qui est plus rentable que les presses (du même âge) pour les agriculteurs.

À la suite de l'arrêt de la production de presses chez Welger (groupe Lely), les agriculteurs équipés de ces presses sont amenés à racheter des presses d'occasion pour pouvoir disposer de pièces détachées.

Welger faisait des presses MD avec format 35*42 et 36*(48 et 49), mais n'en fabrique plus. Plusieurs agriculteurs en sont équipés.

Les camions plateaux qui transportent la paille sont limités en hauteur, normalement 4.5 mètres. Un producteur nous indique qu'il aimerait bien réduire la largeur du canal de ses presses Welger à 42 cm, de sorte de pouvoir mettre 4 paquets en hauteur sur son camion. Aujourd'hui, il doit séparer un paquet en deux et le reficeler, ce qui lui fait perdre du temps.

John Deere

John Deere ne produit plus directement ses presses en France depuis 2020. Les presses sont désormais fabriquées par Cioria, un fabricant italien.

Les presses John Deere avalent et coupent la paille par le côté. La paille qui est poussée au fond du canal n'est pas coupée sur cette face et la botte s'élargit un peu une fois sortie du canal de compression, ce qui rend les bottes un peu plus larges que les bottes emballées avec des presses à canal central.

Depuis 2020, le format des bottes (dimension du canal) est 37*47 cm.

Massey Ferguson

La presse Massey Ferguson MF 1840 est assez répandue en France métropolitaine (section 14*18 pouces, à savoir 35.6*45.7 cm). Les bottes sont liées avec deux ficelles.

Un agriculteur utilisant des presses Welger nous indique que son choix s'est porté sur Welger notamment parce que le débit de production de bottes est plus élevé qu'avec les presses Massey Ferguson. C'était peut-être vrai avec les presses MF1839, mais ça n'est peut-être plus vrai avec les derniers modèles (MF1840 et plus récentes). La qualité des bottes MF est très bonne selon lui (dimensions et régularité).

Aux Etats-Unis, il existe d'autres modèles de presses (marque Hesston), dont deux font des bottes moyenne densité de 56 cm de large (22 pouces) liées avec 3 ficelles : 1844S (épaisseur 15 pouces) et 1844N (épaisseur 16 pouces). Les presses MF/Hesston 1844 ne sont apparemment pas homologuées en France.

Un [américain](#) a même modifié une presse MF/Hesston 1844 pour la transformer en presse à 4 ficelles. Elle produit 2 bottes moyenne densité à la fois, rapprochant ainsi le débit de production de celui des presses HD. [Lien1](#). [Lien2](#).



Botteleuse américaine « 2 bottes MD »

Grady Twin Pack Baler

Nous ne savons pas si la presse "Grady Twin Pack Baler" est directement issue d'un redesign/optimisation de la presse MF1844 modifiée, mais elle est basée sur le même principe. [Lien 1](#). [Lien2](#). [Lien3](#).

Bottes reconditionnées

Bottes reconditionnées en moyenne densité

Il n'existe pas en région PACA de société qui reconditionne des bottes de paille au format moyenne densité. Le reconditionnement de bottes vise à produire des bottes dans un format habituel pour le monde du bâtiment :

- Une botte de longueur 55 cm pourra s'insérer sur chant entre deux montants d'ossatures conformes au DTU 31.2.
- Une botte de 55 cm de large s'insère debout dans cette même ossature
- Quatre bottes de 60 cm de long empilées debout l'une sur l'autre forment un étage (2,40 m de hauteur).
- Trois bottes de 80 cm de long empilées debout l'une sur l'autre forment un étage (2,40 m de hauteur).

- Une botte de 22 cm de large vise des usages tels que l'isolation par l'extérieur ou l'isolation répartie avec fermeture par panneaux fibres de bois.

La question du reconditionnement a été posée lors des interviews pour recueillir les opinions de nos interlocuteurs. Tout d'abord, la majorité des interlocuteurs pense que c'est une activité qui ne s'improvise pas à cause de la poussière que le reconditionnement à poste génère et de la pénibilité que ce mode de travail implique. Ensuite, il faut travailler avec des pailles longues. Les pailles récoltées en été sont plutôt courtes. Le bottelage au champ (en été) doit donc être réalisé avec des presses à balles rondes, qui ne martyrisent pas la paille. L'investissement dans ce type de presse est tout à fait réalisable parce que faible par rapport à une presse HD, mais le marché doit exister et le modèle économique vérifié avant de se lancer !

La paille de petit épeautre serait potentiellement la seule paille "d'été" à être reconditionnable. Ceci reste à prouver. La quantité de paille de petit épeautre disponible limite le reconditionnement à un modèle artisanal, dont la rentabilité est à évaluer.

La paille de riz est disponible en grande quantité au format HD, et la paille n'est pas martyrisée par les moissons et le bottelage. C'est donc la principale candidate pour être reconditionnée.

Bottes Haute Densité découpées en petits formats

La société Doulière Hay France, spécialisée dans le foin de la Crau, commercialise des bottes de foin et de paille HD reconditionnées en plus petits formats (découpe de bottes HD). Les bottes conservent la même densité que celle des bottes HD (performance isolante trop faible par rapport aux bottes moyenne densité). Les formats disponibles sont les suivants :

- 40x50x90 cm (balle compressée)
- 40x45x50 cm (CHC ie Calibrée Haute Compression)
- 40x30x50 cm (nano CHC)
- 90x60x220 cm (HD tranchée).



Bottes HD reconditionnées en petits formats

Illustration : Doulière Hay France

Fournisseurs de paille "construction" référencés par le RFCP

La cartographie suivante est celle des fournisseurs de paille identifiés par le RFCP (Réseau Français Construction Paille) sur son site internet. Aucun fournisseur n'est actuellement référencé dans le quart sud-est de la France.

ANNUAIRE DE LA CONSTRUCTION PAILLE



Fournisseurs de paille identifiés sur l'annuaire du RFCP (en octobre 2022)

Le paragraphe qui suit présente quelques producteurs. Cette liste n'est pas exhaustive. Son but est uniquement de permettre de mieux comprendre les différents types de presse déjà utilisés pour fournir des chantiers d'envergure. Certains fournisseurs ont un seul type de presse, d'autres 2 (pour fabriquer 2 formats différents). Certains reconditionnent avec des presses existantes, d'autres ont créé leur propre botteleuse.

Les longueurs de bottes les plus courantes sont celles utilisées pour la litière animale, qui constitue l'essentiel du marché. Certains fournisseurs produisent des bottes plus adaptées en termes de longueur (60 cm ou 80 cm), afin d'utiliser 3 ou 4 bottes posées verticalement dans un mur (2.40 m de hauteur). Dans ce sens de pose, les éventuels sur longueurs peuvent être facilement compensés par une compression verticale (la botte est plus élastique dans le sens de sa compression que dans le plan perpendiculaire à son sens de compression).

Quelques exemples de fournisseurs hors PACA

Entreprise	Presse	Format des bottes
AxePlan charpente (Lot et Garonne)	Massey Ferguson 1839	38x48 cm, longueur entre 60 et 120 cm
Sarl Poret-Trans (Calvados)	Welger Claas	36x46 cm, longueur entre 50 et 120 cm 28x44 cm, longueur entre 50 et 120 cm
Kergreis (Finistère)	Hesston 7120 (Massey Ferguson)	37x47 cm, longueur 80 cm
Univert Foin (Moselle)	Non renseigné Non renseigné	36x49 cm, longueur entre 80 et 115 cm 22x56 cm, longueur entre 80 et 115 cm

Quelques exemples de fournisseurs reconditionneurs (hors PACA)

Les reconditionneurs sont plébiscités pour isoler les grands bâtiments, type immeubles, collèges, gymnases, ... Les propriétaires de maisons individuelles ne représentaient en 2022 que 20% de la clientèle d'Isol'en'Paille (Source : [lien1](#), [lien2](#)). Leur production annuelle représentait en 2022 quelques centaines de tonnes de paille.

Entreprise	Presse / Reconditionnement	Format des bottes
Profibres - CAVAC (Pays de la Loire)	Autre presse avec ligne de production spécifique Autre presse avec ligne de production spécifique	36x46 cm, longueur 55/60/80 cm (2 ficelles), livré sur palette 240*120 22x55 cm, longueur 60 cm (3 ficelles), livré sur palette 120*120 
Isol'en'Paille (Maine et Loire) Balle ronde > Moyenne densité 2 ficelles et Moyenne densité coupée en 2 (1 ficelle) 80 000 bottes en 2022	Massey Ferguson 1840	22x36 cm, longueur 55 cm (≈ 12 €/m ²) La Botte de 22 22x36x55 cm · R=4,6m ² .K/W  36x46cm, longueur 55cm (≈ 16 €/m ²) La Botte de 36 36x46x55 cm · R= 7,5 m ² .K/W 

La botte de 22 cm vise deux marchés :

- Certains principes constructifs en construction neuve
- L'isolation par l'extérieur en rénovation.

Le poids de la botte, son épaisseur et le poids du nouveau parement extérieur (ex : enduit) impose de bien vérifier la tenue structurelle du mur accueillant les bottes. Ceci peut impliquer la nécessité d'une réalisation d'un soubassement périphérique pour reprendre le poids des bottes. Dans certaines régions, l'ITE en paille peut aussi impliquer la réalisation d'une avancée de toiture. Économiquement, dans un cadre professionnel, l'ITE en paille n'est pas plus abordable que l'ITE en panneaux de fibres de bois.

Fournisseurs de paille identifiés

Fournisseurs actuels

Parmi les entreprises interviewées, certaines sont à même de fournir dès à présent de la paille en bottes moyenne densité, groupées en paquets.

Même si deux variétés de céréales nous semblent plus appropriées (en termes de conflit d'usage) pour un usage en isolation (riz et petit épeautre), la paille de petit épeautre est très peu disponible au format MD. La paille de riz (le riz n'est pas un blé), quant à elle, est disponible mais est « hors règles pros ». Nous avons donc majoritairement identifié des fournisseurs de paille de blé, qui, pour certains, peuvent aussi fournir de la paille d'orge.

Pour certains usages, la longueur des brins de paille est un paramètre qui peut dicter le choix du fournisseur. Nous avons résumé la situation en deux catégories : "courts" et "longs".

Pour un usage en caissons fermés par panneaux, la longueur des brins n'est pas un paramètre essentiel. Pour un usage en support d'enduit, les pailles à brins longs sont à plus adaptées, mais le niveau de compactage que le groupage des bottes impose peut rendre les pailles à brins courts compatibles avec cet emploi. Il conviendra alors de se rendre chez le fournisseur pour sélectionner sa paille. C'est l'enduseur qui est le plus à même de sélectionner la paille sur laquelle il accepte d'enduire.

Les données présentées dans ces trois tableaux (blé, orge, riz) peuvent avoir évolué depuis la rédaction de ce document. Elles sont données à titre informatif.

Blé / brins courts

Nom / département	Quantités produites / lieu de stockage	Presse / groupeur / longueur des bottes
Dié Fourrages	≈ 300 tonnes MD / Bouches du Rhône ≈ 1200 tonnes MD / Drôme	MF1840 (36*46) / Arcusin / 120 MF1840 (36*46) / Arcusin / 120
Laugier Fourrages (négociant)	Non communiqué / Isère Paille bottelée hors PACA	MF1840 (36*46) / Arcusin / 120
Trabaud Fourrages (négociant)	≈ 80 tonnes MD / Bouches du Rhône	MF1840 (36*46) / Arcusin / 120
Vellas Rémi	≈ 1500 ha de blé dur / Hérault	John Deere / Arcusin / 120
Domaine de Fray	≈ 20 tonnes MD / Bouches du Rhône	MF1840 (36*46) / BelAir / 120
GAEC de la Grande Visclède	≈ 20 tonnes MD / Bouches du Rhône	John Deere 359 / Non équipé / 120
Pierre Guigues	≈ XX tonnes MD / Alpes de Haute Provence	MF1840 (36*46) / Arcusin / 120
Sarl Marchetto	≈ XX tonnes MD / Bouches du Rhône	MF1844 ? / BelAir / 120

Jacques Bellone	≈ XX tonnes MD / Bouches du Rhône	Welger (36*49) / BelAir / 120
SAS Ricard Nutrition	≈ 150 tonnes MD / Vaucluse	MF1840 (36*46) + John Deere / Arcusin / 120
Henri Chouvet	≈ 150 tonnes MD / Vaucluse	MF1840 (36*46) + John Deere / Arcusin / 120
Benoit Jullien	≈ 200 tonnes MD / Var	MF1840 (36*46) / Arcusin / 100 & 120

Orge / brins longs

Nom / département	Quantités produites / lieu de stockage	Presse / groupeur / longueur des bottes
Dié Fourrages	Non communiqué / Drôme Paille bottelée hors PACA	La paille d'orge est aussi disponible (MD ?)
Laugier Fourrages (négociant)	Non communiqué / Isère Paille bottelée hors PACA	MF1840 (36*46) / Arcusin / 120
Trabaud Fourrages (négociant)	≈ 160 tonnes MD / Bouches du Rhône Paille bottelée hors PACA	Welger (36*49) / ? / 120 (MF1840 possible)
Sarl Marchetto	Non communiqué / Bouches du Rhône Paille locale	MF1840 (36*46) / ? / 120

Riz / brins longs

Nom / département	Quantités produites / lieu de stockage	Presse / groupeur / longueur des bottes
JCL Agri	≈ 500 tonnes MD / Bouches du Rhône	MF1840 (36*46) / Arcusin / 100 & 120 cm
Georges Roux	Non communiqué / Gard	MF1839 / Arcusin / 120 cm

Fiches fournisseurs

Pour chaque fournisseur potentiel, une fiche type a été élaborée (design : Clara Jonas). Elle pourra être utile pour communiquer de manière homogène auprès du monde du bâtiment. La voici :

Nom du fournisseur

Type d'acteur

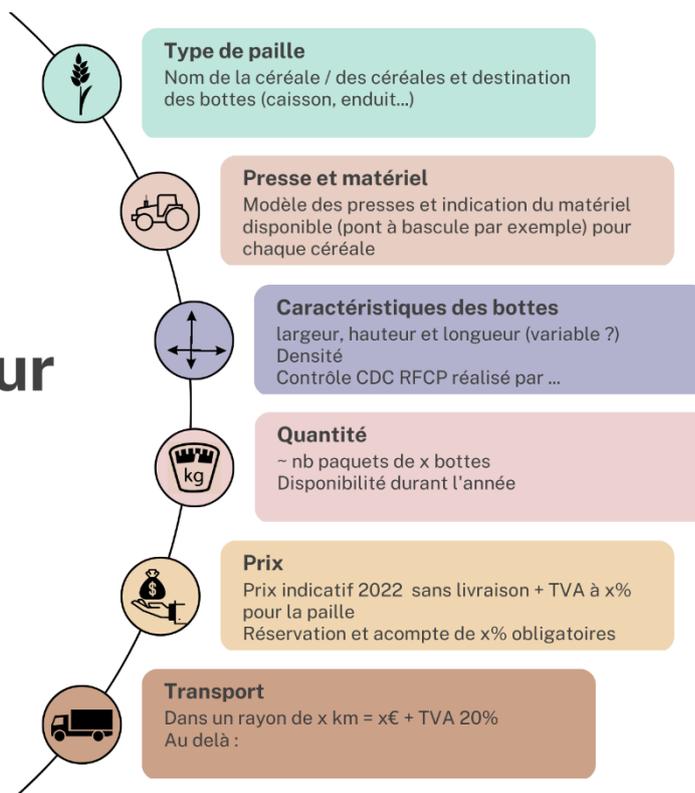
Coordonnées de l'acteur

Adresse :

Lieu de stockage :

Téléphone :

Mail :



Propositions de stratégies à adopter pour valoriser la paille de riz de Camargue

La récolte et la valorisation de la paille de riz pour le marché de la construction est intéressante et pertinente mais confrontée à des contraintes particulières (récolte hivernale dans des parcelles souvent humides). Ce chapitre a pour but d'évaluer l'intérêt, les potentialités mais aussi les difficultés de valorisation de la paille de riz dans un contexte de reconditionnement après récolte.

Etat de l'art et du marché

La France est leader mondial de la construction en bottes de paille.

A l'heure actuelle, l'immense majorité des projets sont réalisés à partir du matériau « botte de paille de plein champ » fabriqué par des presses agricoles. Ceci présente :

- Des avantages :
 - Simplicité du process de fabrication du produit qui va quasi directement « du champ au chantier ».
 - Utilisation de machines agricoles communes avec le secteur de l'élevage.
 - Faible cout de production du matériau de construction.
 - Disponibilité du matériau chez de nombreux agriculteurs et négociants.
- Des inconvénients :
 - Variabilité dimensionnelle des bottes selon le type de presse et les conditions de production dans le champ.
 - Densité variable (surtout avec les presses agricoles anciennes).
 - Déformation des têtes de bottes qui nécessite souvent une retouche manuelle sur chantier.
 - Dimensions de produit optimisé pour un usage agricole mais imparfaitement adapté à certains standards de la construction (entraxe de 600 mm pour la construction ossature bois par exemple).
 - Temps de construction relativement long.
 - Main d'œuvre qualifiée parfois difficile à trouver.
 - Cout de construction au m² supérieur à la concurrence conventionnelle.

Des acteurs proposent donc des solutions de construction en paille qui passent par un reconditionnement en atelier avec des approches différentes, dont les principaux acteurs sont présentés ici :

- En France
 - Reconditionnement de bottes de paille en atelier
 - ProFibres
 - IsolEnPaille
 - Paroi avec remplissage paille
 - Production des bottes en interne par l'entreprise de construction bois-paille
 - [IsoPaille](#) (presse agricole à poste fixe).
 - [Lamecol](#) (presse agricole modifiée + découpage de feuillures dans les bottes)
 - Remplissage manuel avec des bottes de plein champ

- [BatiNature](#)
- [Charpente Nathaly](#)
- [BatiSens](#)
- Remplissage partiellement mécanisée avec des bottes de plein champ développée par [ActivHome](#)
 - [ActivPaille](#)
 - [Isovoo](#)
 - [Manufacture bois-paille](#)
- A l'étranger
 - Belgique : [PailleTech](#) (Ossature bois + remplissage partiellement mécanisé)
 - Espagne : [EcoPaja](#) (Ossature bois + remplissage partiellement mécanisé)
 - Ukraine : [Rainbow Eco System](#) (Ossature bois + paille en vrac comprimée dans les ossatures)
 - Slovénie : [Ecocon](#) (Ossature bois + paille en vrac comprimée dans les ossatures)

Reconditionnement de bottes de paille en atelier

Le reconditionnement de bottes de paille en atelier est pratiqué depuis longtemps par les négociants notamment pour le marché de l'élevage.



LE RECONDITIONNEMENT

Source : <https://www.isolant-paille.com/>

Objectifs

Cette pratique s'étend au monde du bâtiment car elle répond à plusieurs objectifs :

- S'approvisionner auprès de sources quelconques (bottes rondes, bottes jumbo, bottes matelas, etc.).
- Maîtriser la régularité de la densité et des dimensions des bottes.
- Produire des bottes avec des dimensions adaptées au marché du bâtiment :
 - Produits de 60 cm de large (selon standard construction à ossature bois).
 - Produit de 22 cm d'épaisseur pour l'ITE.
 - Longueurs de bottes adaptées à chaque ouvrage à réaliser.

Lignes de fabrication de bottes

En général, les lignes de fabrication de bottes en atelier sont constituées :

- D'une machine qui ouvre les balles sources et homogénéise la matière première.
- D'un système d'aspiration de poussière.
- D'une botteleuse agricole « moyenne densité » installées à poste fixe en atelier entraînée par un tracteur ou un moteur électrique.

- De moyens de stockage sur palette et de chargement / déchargement de remorques / camions.

Investissement

Le niveau d'investissement à réaliser (de 20 k€ à 100 k€ environ) pour mettre en place une ligne de reconditionnement de bottes de paille est modeste car :

- Les machines employées sont souvent issues du monde agricole.
- Il s'agit généralement de matériel d'occasion modifié.
- L'espace nécessaire à la production de bottes reconditionnées est compatible avec d'autres activités agricoles ou artisanales (hangar).

Avantages

- Ligne de fabrication simple et économique en particulier lorsqu'elle se base sur du matériel d'occasion.
- Investissement raisonnable compatible avec une pluriactivité.
- Maillage territorial potentiellement dense car adapté à la couverture d'un marché local.
- Bottes de paille plus régulières que celles produites en plein champ.
- Dimensions adaptées aux besoins de la construction.

Inconvénients

- Produit un peu frustré qui nécessite quasiment le même niveau de qualification que la construction à base de bottes de plein champ.
- Offre peu adaptée à des entreprises de construction très « conventionnelles ».
- Passage par un atelier intermédiaire entre le paille dans le champ et la paroi isolée.

Offre

Deux modèles économiques cohabitent actuellement dans le reconditionnement de bottes de paille en atelier :

- La fabrication de bottes pour des tiers (dans l'esprit d'un fabricant de produits de construction) avec notamment les entreprises :
 - [ProFibres](#)
 - [IsolEnPaille](#)
- La production de bottes en interne par une entreprise de construction bois-paille avec notamment les entreprises :
 - [Lamecol](#)
 - [Isopaille](#)

Exemples de bottes de paille produites en atelier



Épaisseur : 220 mm / Largeur : 360 mm / Hauteur : 550 mm



Épaisseur : 360 mm / Largeur : 460 mm / Hauteur : 550 mm

Produits Isol'EnPaille

		
<p>BT 220 Épaisseur : 220 mm / Largeur : 550 mm / Hauteur : 600 mm</p>	<p>BT 360 Épaisseur : 360 mm / Largeur : 550 mm / Hauteur : 600 mm</p>	<p>BT 550 Épaisseur : 360 mm / Largeur : 460 mm / Hauteur : 550 mm</p>

Produits ProFibres

 <p>2021/9/29 13:10</p>	
 <p>2021/9/29 13:11</p>	<p>Ce banc de travail permet de produire des parois avec une face facile à enduire et donc sans montants visibles. Pour cela, des feuillures sont ménagées dans les bottes à l'aide de 2 scies circulaires placées dans une glissière.</p>

Entreprise Lamecol - feuillures dans les bottes

Préfabrication de parois avec remplissage paille

Objectifs

La préfabrication de parois avec remplissage paille répond à plusieurs objectifs :

- Accélérer la construction d'une opération grâce au « temps masqué » car la préfabrication des murs et toitures peut être réalisée en parallèle d'autres actions (VRD, fondations, soubassement, etc.).
- Fabriquer :
 - A l'abri dans un environnement sécurisé et maîtrisé.
 - A plat afin de réduire les efforts des intervenant et faciliter la pose des bottes.
 - Avec un outillage de qualité.
 - Des parois dont tout ou partie des parements sont déjà en place.
- Maîtriser la qualité des parois (densité de la paille, remplissage soigné, géométrie, etc.)

Lignes de fabrication de parois

En général les lignes de fabrication de parois en atelier sont constituées :

- D'un banc de découpage et d'assemblage des ossatures bois.
- D'outils de redimensionnement de bottes de paille (généralement les bottes ont été fabriquées dans le champ).
- De moyens de stockage des parois à l'abri et de chargement / déchargement de remorques / camions.
- Le remplissage des parois avec de la paille est réalisé :
 - Soit manuellement avec insertion des bottes en portefeuille et légèrement en force.
 - Soit via un piston qui insère les bottes entre les membrures d'un caisson déjà fermé (technique [ActivHome](#)).
 - Soit dans une cage qui contient les ossatures préassemblées (technique [PailleTech](#), [EcoPaja](#), [Rainbow Eco System](#), [Ecocon](#)).

Ligne ActivHome - Reugny (Allier)

La société [ActivHome](#) propose à la fois, la vente :

- De lignes de fabrication basées sur une machine d'assemblage qu'elle a conçue. Cette ligne a été vendue à [ActivPaille](#), [Isovoo](#), [Manufacture bois-paille](#)
- De parois aux parements secs.
- De parois avec enduit appliqué en atelier (nouveau 2023 non documentée à ce jour).



Le banc de fabrication est constitué d'une table d'assemblage des ossatures et d'un piston pour le remplissage avec des bottes.



Le piston permet d'introduire en force les bottes de paille dans le caisson dont au minimum la face inférieure est fermée par des panneaux.

Ligne de fabrication ActiV'Home

Ligne ActivPaille

Itancourt (Aisne) – technologie ActiHome

Ligne Manufacture bois-paille

Villefranche Sur Saône (Rhône) – technologie ActiHome

Ligne Isovoo

Blanzly (Saône-et-Loire)

Ligne Bati-Nature - Chatuzange le Goubet (Isère)

L'entreprise Bati-Nature est l'une des premières à avoir systématisé la préfabrication de parois isolées en paille. Elle propose des bâtiments passifs et dispose d'un savoir-faire reconnu avec plus de 120 réalisations à son actif.

On y fabrique les parois en insérant manuellement les bottes de paille dans des ossatures composées de poutre en I à âme en fibre de bois avec complément d'isolation sur les flancs.

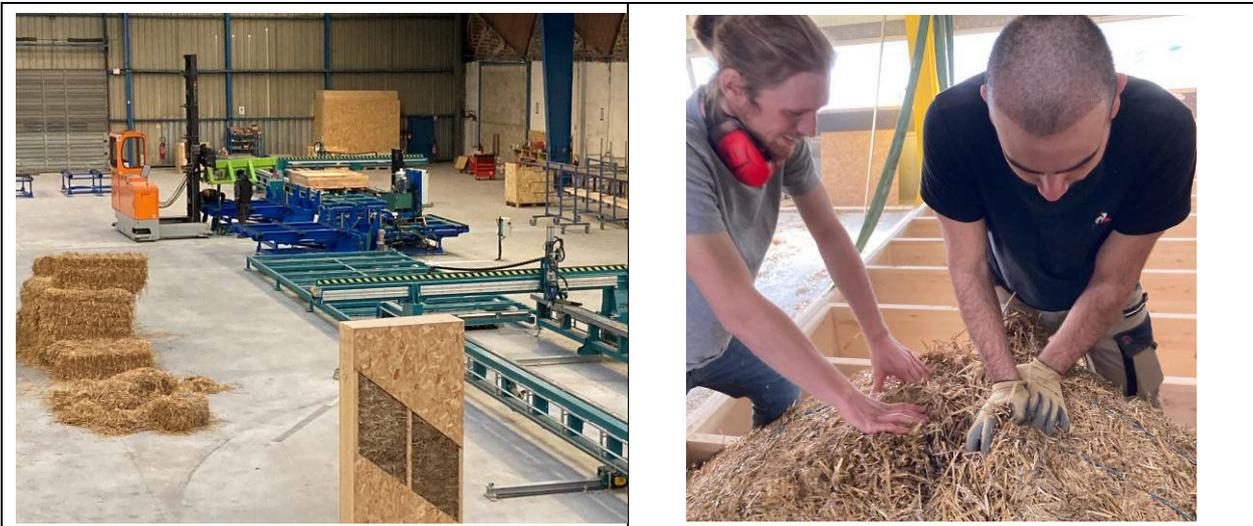




Ligne de fabrication BatiNature

Ligne Bati-Sens - Corbeil-Essonnes (région Parisienne)

L'entreprise Bati-Sens fabrique les parois en insérant manuellement les bottes de paille dans des ossatures en BLC. La ligne comprend une table d'assemblage et une table papillon qui permet de retourner facilement les caissons pour y appliquer les finitions sèches sur les 2 faces.





Ligne de fabrication BatiSens

Ligne Charpente Natali - Le Poislay (Loir-et-Cher)

L'entreprise « Charpente Natali » fait partie des pionniers de la préfabrication de parois en paille.



Ligne de fabrication Charpente Natali

Ligne PailleTech (Belgique)

L'entreprise Belge : [PailleTech](#) fabrique les parois en insérant mécaniquement les bottes de paille dans les ossatures. Elle propose en outre l'application d'enduits de terre en atelier et à plat sur l'une des faces des parois.



Une cage permet de comprimer dans les ossatures bois.



La paille est visible entre les ossatures.



Les enduits de terre sont appliqués à plat en atelier



Les parois préfabriquées en atelier avec leur enduit de corps sont posées sur chantier. Seul l'enduit de finition est appliqué sur site.

Ligne de fabrication Pailletech

Ligne EcoPaja (Pays-Basque Espagnol)

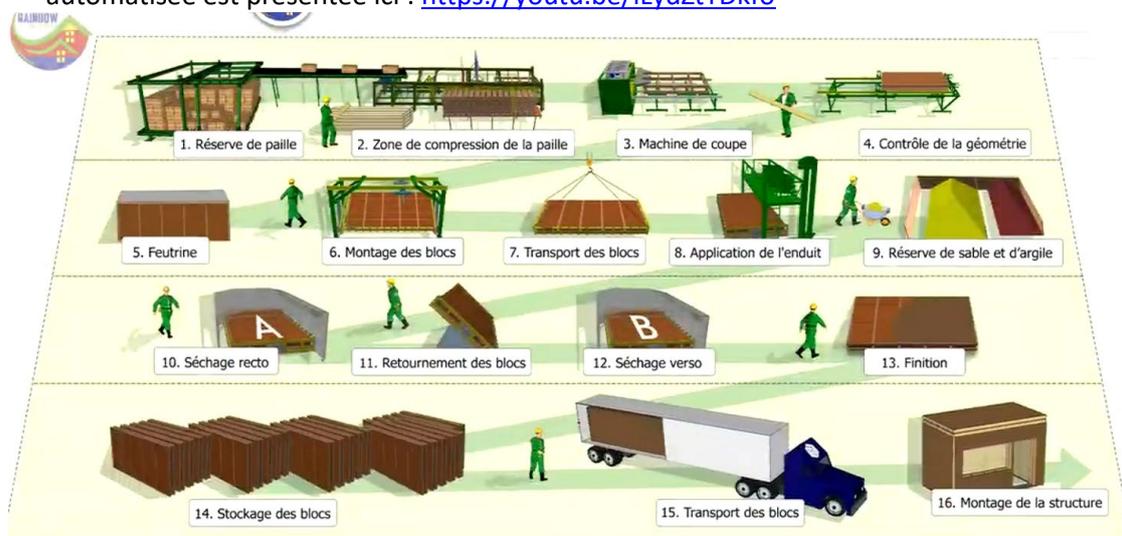
L'entreprise Espagnole [EcoPaja](#) fabrique les parois en insérant mécaniquement les bottes de paille dans les ossatures qui sont positionnées vers l'extérieur du complexe. La paille est visible sur toutes les faces des modules qui nécessitent peu de bois et peuvent être facilement enduits grâce à la planéité du support.



Principe de construction EcoPaja

Ligne Rainbow Eco System (Ukraine)

La société [Rainbow Eco System](https://www.rainboweco.com) commercialise des modules préfabriqués qu'elle pose ou qu'elle vend à des tiers dans plusieurs pays dont la France. La ligne de production très automatisée est présentée ici : <https://youtu.be/ILydzYDkfo>



Ligne de fabrication Rainbow Eco System (1/2)

Cette ligne de production « Green Manufacturing Process » (GMP) est commercialisée par la société UPSEED dont le gérant est Patrick Sallen (adresse 1855 Route de l'Armée des Alpes 06500 Sainte-Agnès) qui serait à la recherche d'un site de production dans le sud-est de la France.

L'ambition affichée est la suivante pour une ligne de production en France GMP 2300 m² EkoPanels /mois :

- Prix de vente : 2 à 3 M€ HT
- Délai de mise en œuvre : 12 mois
- Création emplois : 23 directs + env.46 indirects
- Emplois d'insertion possibles
- Possibilité d'une ligne de 4500 m² EkoPanels /mois à iso investissement + 22 emplois directs



Compression de la paille dans les ossatures



Découpage des surplus de paille en dehors de l'ossature



Pose de feutrine sur les montants des modules



Les modules sont assemblés pour former une paroi



8. Réservations pour électricité, plomberie et chauffage

Les réseaux sont installés sur la paroi avant application de l'enduit.



L'enduit est appliqué à plat sur une face de la paroi



10. Séchage recto

La face recto est passée au séchoir, la paroi est retournée enduite sur son autre face et séchée avant stockage vertical.



Les parois sont transportées puis assemblées sur site

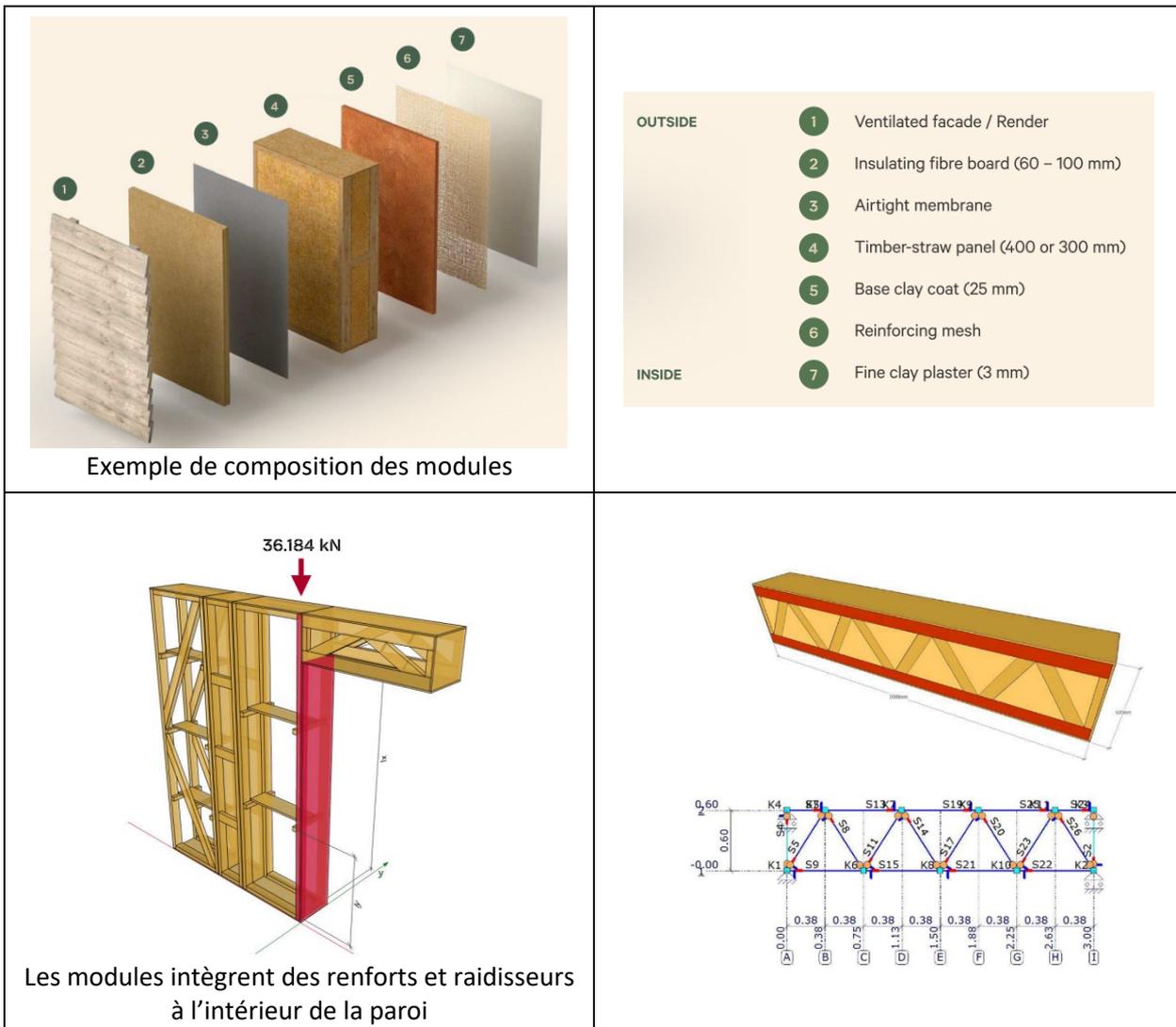
Ligne de fabrication Rainbow Eco System (2/2)

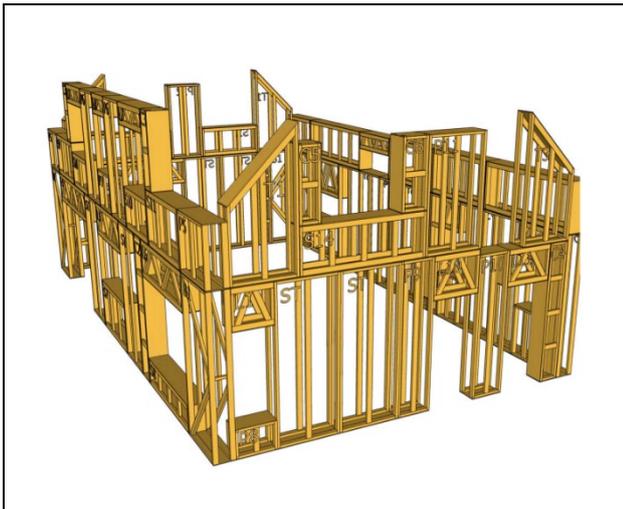
Ligne EcoCocon (Slovaquie)

L'entreprise Slovaque EcoCocon propose des modules préfabriqués avec ossature externe et paille visible.

Elle dispose d'un chargé d'affaire en France : Clément Galas - EcoCocon France +33 6 67 58 48 32 clement@ecococon.fr

Prix indicatif (2023) : 280 € HT / m² (hors finition)





Les parois sont livrées avec la paille nue facile à enduire sur site.

Principe constructif Ecocon

Avantages

- Lignes de fabrication ergonomiques et à l'abri des intempéries.
- Rapidité d'exécution sur chantier.
- Relative insensibilité aux intempéries.

Inconvénients

- Investissement important surtout dans le cas d'une automatisation poussée.
- Planification de chantier rigoureuse.
- Assez forte consommation de bois surtout dans le cas de modules de petite taille assemblés entre eux pour former une paroi.

Prix

Au-delà des effets d'annonce de prix très bas (135 € / m²) de parois sans ouvertures et au départ usine, le prix des parois préfabriquées fournies et posées est au minimum de 180 à 200 € HT/m² (avec parements secs hors bardage / enduit).

Ceci porte le prix des parois complètement terminées à environ 200 à 280 € HT/m² selon le type de finition, la localisation du chantier et les particularités du projet.

Investissement

Le niveau d'investissement à réaliser (de 200 k€ à 2 M€ environ) pour mettre en place une ligne de préfabrication de parois isolées en paille est important car :

- Les machines employées sont conçues pour cet usage.
- Les opérations à réaliser sont relativement complexes, les matériaux nécessaires sont divers avec notamment une forte composante construction bois qui nécessite des outils adaptés.
- L'espace nécessaire à la production est typiquement industriel.
- Le personnel doit être spécialisé avec notamment :
 - Un bureau d'étude qui conçoit pour chaque chantier les modules à produire.
 - Des personnes dédiées à la ligne de production.
 - Des monteurs sur chantier dans le cas où le fabricant assure aussi la pose de ses produits.

Augmenter l'offre « Construction en paille »

L'analyse du RFCP et le retour de terrain des maîtres d'ouvrages qui souhaitent disposer d'un bâtiment en paille est identique en PACA et dans le reste de la France. Les concepteurs et maîtres d'œuvre (bureaux d'études et architectes) expérimentés dans le domaine de la construction en paille sont nombreux et répartis sur le territoire. Ceci est notamment le fruit des très nombreuses formations PRO-PAILLE délivrées depuis 2012. En revanche, on manque encore d'entreprises de construction susceptibles de construire avec de la paille ou d'appliquer des enduits sur des supports en paille. Ceci est en général d'autant plus vrai que les chantiers sont de grande taille.

Pour augmenter le nombre de constructeurs en paille, plusieurs actions doivent être menées en parallèle :

- Maintenir et amplifier le rythme des formations PRO-PAILLE en PACA.
- Délivrer plus de formations PRO-PAILLE en PACA dans le cadre de partenariats avec les structures professionnelles (CAPEB et FFB notamment) qui sont régulièrement en contact avec les entreprises de construction.
- Accroître les actions menées conjointement avec les acteurs de la filière bois notamment dans le domaine de la communication sur les systèmes bois-paille.
- Constituer des appels d'offres qui donnent clairement la possibilité à des entreprises sans expérience préalable en construction paille à répondre en s'engageant à suivre une formation PRO-PAILLE avant le démarrage effectif du chantier.
- Communiquer sur les possibilités légales de formation des salariés d'une entreprise au cours d'un chantier (disposition AFEST - Action de Formation En Situation de Travail).

Scénarios pour développer la construction paille en PACA

Quelles pailles privilégier ?

Blé : Analyse SWOT

Blé	
Forces	Faiblesses
Disponibilité assurée (dans et hors PACA) à court terme. Fournisseurs hors PACA déjà impliqués dans la fourniture de paille « isolation ».	Conflit d'usage local avec la litière animale. Paille courte.
Opportunités	Menaces
Compatibilité avec les règles ProPaille. L'augmentation actuelle du prix des céréales devrait faire augmenter les surfaces cultivées.	Développement de nouveaux usages de la paille dans les départements voisins (plus fournis en paille que la région Paca). Diminution des rendements (climat) et fléchage de cette paille vers la litière/alimentation animale.

Petit épeautre : Analyse SWOT

Pour rappel, le petit épeautre est un blé.

Petit épeautre	
Forces	Faiblesses
Disponibilité (dans et hors PACA). Pas/peu de conflit d'usage avec la litière.	Petites quantités (< 1000 tonnes). Pressage MD à développer.
Opportunités	Menaces
Compatibilité avec les règles ProPaille.	Baisse des rendements et impact sur la rentabilité de la récolte de la paille.

Riz : Analyse SWOT

Riz	
Forces	Faiblesses
Disponibilité assurée (Camargue). Grosses quantités disponibles (30 000 tonnes). Paille sous exploitée et concentrée dans une même zone géographique	Hors règles ProPaille, mais bien caractérisé (RFCP). Pressage MD à développer.
Opportunités	Menaces
Appel à projet SIC déposé par le RFCP (paille de riz incluse). Région de grande culture / agriculteurs exploitant de grandes surfaces.	Valorisation hors isolation « bottes » (développement de la litière animale, développement des panneaux de paille de riz)

à moyen termes, développement de produits
manufacturés à base de paille de riz).

A court terme

Faire connaître les fournisseurs potentiels de paille auprès du secteur du bâtiment

A court terme, pour pouvoir développer la construction de “gros” projets en paille, il nous semble nécessaire de porter à la connaissance des constructeurs les adresses de fournisseurs locaux. Une partie des fournisseurs a été identifiée au travers de cette étude. La liste de fournisseurs donnée dans le paragraphe ci-dessus n'est sans doute pas exhaustive.

Accompagner les nouveaux arrivants dans la construction paille

Les entreprises débutant en construction paille avec un gros chantier pourraient avoir besoin d'être accompagnées dans la sélection de leurs fournisseurs de paille et dans la définition exacte des côtes à donner à leur bureau d'études. D'un producteur à l'autre, d'une paille à l'autre, avec une même presse, les dimensions des bottes peuvent légèrement varier. Avec un accompagnement, la conception du bâtiment pourra être sécurisée et la mise en œuvre des bottes optimisée. Ce type d'accompagnement est déjà réalisé ailleurs en France par des acteurs privés de la construction paille. On notera en outre le dispositif AFEST (Action de Formation En Situation de Travail) qui permet de former les compagnons dans le cadre d'un chantier.

Faire se rencontrer les producteurs/fournisseurs et les constructeurs

Les rencontres régionales de la construction paille sont un moment privilégié pour les professionnels du bâtiment/éco construction en région PACA, mais ne l'est pas (pas encore) pour les fournisseurs/producteurs de paille. Leur faire une place lors de chacune de ces rencontres leur permettrait de nouer des contacts directs avec leurs futurs clients et se rassurer quant au sérieux de la construction en paille.

Communiquer sur la construction de bâtiments agricoles en paille

Les agriculteurs connaissent rarement la construction en paille. Il est pertinent de les y intéresser dans le cadre de construction de bâtiments agricoles

Présenter les conclusions de l'étude aux acteurs présents dans les zones de production de paille de riz et de petit épeautre

Les conclusions de cette étude mériteraient d'être présentées auprès des interlocuteurs travaillant avec ou sur la valorisation des ressources végétales.

Paille de petit épeautre

Le syndicat du petit épeautre de Haute Provence est l'interlocuteur à privilégier pour valoriser au mieux la paille de petit épeautre. Il regroupe environ 90 opérateurs dont des producteurs, des décortiqueurs, des meuniers et un conditionneur.

Tous les agriculteurs ne sont pas affiliés au syndicat, mais le syndicat gère l'IGP PEHP, qui couvre un large territoire sur 4 départements (à cheval sur la région PACA et la région AuRA). Leur connaissance du monde agricole et des ETA intervenant sur ce secteur est un atout pour imaginer l'organisation à mettre en place.

secteur de la construction et est en lien avec les entreprises construction bois et les prescripteurs de solutions « bois ». Le bois et la paille sont deux matériaux biosourcés qui vont de pair sur les chantiers. Pour développer l'isolation en paille, il est nécessaire de développer la construction bois.

Contact : Claire Harmand (Prescriptrice bois).

FranceAgriMer

FranceAgriMer et la DRAAF organisent :

- Deux fois par an des comités sectoriels régionaux « grandes cultures ». Ces comités pourraient être l'occasion de présenter la valorisation de la paille en isolation et les conclusions de cette étude. Les dernières réunions ont eu lieu le 8 février 2023 (matin en visioconférence), et le 18 avril 2023 (après-midi en visioconférence) et la dernière de l'année est le 20 septembre (matin).
- Des rencontres régionales « grandes cultures ». Une rencontre s'est tenue en PACA en février 2022, une autre en juin 2023.

Salon des agricultures de Provence

Le salon des agricultures de Provence s'est tenu du 2 au 4 juin 2023 à salon de Provence. Le salon est organisé par la chambre d'agriculture des Bouches du Rhône. Cet évènement peut être le bon endroit pour parler de la valorisation de la paille de riz de Camargue auprès des nombreux agriculteurs qui fréquentent le salon. Contact : prestataire chargé de l'organisation.

France3 / Prioriterre

L'émission Prioriterre, diffusée sur France3 PACA, est un bon vecteur pour diffuser les initiatives/alternatives auprès du grand public. Contact : Eric Dehorter.

Retour d'expérience de chantier sur les bâtiments paille de riz/petit épeautre

Pour accompagner le développement de l'usage des pailles locales en isolation (paille de riz et paille de petit épeautre), il est nécessaire de poursuivre le travail de retour d'expériences réalisé par le RFCP il y a quelques années sur la paille de riz. Ce travail permettra de légitimer auprès de la C2P (Commission Prévention Produit), à moyen et long termes l'usage de ces pailles en isolation.

Définir un prix de référence indicatif pour la paille « isolation » en bottes MD

Le marché de l'isolation en paille est encore très restreint. Pour embarquer les fournisseurs de paille vers la fourniture de paille au secteur de la construction, le marché, même modeste au départ doit être rémunérateur. Les contraintes supplémentaires (qualité, contrôle qualité, traçabilité, nécessité de stockage, ...) vont de pair avec une juste rémunération du travail réalisé et un prix attractif pour le monde agricole. Un prix de référence plancher et indicatif (à destination des entreprises de construction) mériterait d'être défini.

Aujourd'hui, le tarif de la botte de paille « ETA » (paille « litière ») est de l'ordre de 5 € HT pièce, départ lieu de stockage.

Analyse SWOT

Court terme	
Forces	Faiblesses
Pas d'investissements à effectuer	Essentiellement des petits chantiers
Période test / acclimatation à un nouveau marché	aujourd'hui
Mise en relation immédiate	Très peu de gros chantiers
	Délais entre les projets et leur réalisation

	Démarche non proactive Nécessité du transport de paille inter département (intrinsèque à la région Paca)
Opportunités	Menaces
Appel à projet SIC déposé par le RFCP (paille de riz incluse) Présence du réseau EnvirobatBDM Existence de la RE2020 (stockage carbone) Faible disponibilité des autres ressources végétales ne nécessitant pas de transformation en région Paca	Développement rapide de la paille de riz broyée en panneaux (disparition du gisement) Utilisation de la paille de riz en litière animale

A moyen terme

Augmenter les quantités de paille "moyenne densité" produites en PACA

Développer la culture de céréales à paille longue

Le petit épeautre et le seigle sont deux céréales à paille longue. Si le petit épeautre est déjà bien implanté en région PACA, la production de seigle est très faible et mériterait d'être développée (dans une optique d'augmenter la disponibilité en paille locale).

La paille de seigle ne fait pas aujourd'hui partie du périmètre des règles professionnelles construction paille. Le petit épeautre étant un blé, il est inclus dans le périmètre des règles professionnelles.

Les semis de seigle étant réalisés à la fin de l'été, le manque d'eau peut ruiner les efforts. La production de seigle est davantage à imaginer dans des terres irrigables à la période des semis. La récolte du seigle se faisant généralement avant celle du blé, à la récolte, la paille de seigle est moins sèche que la paille de blé. Les brins de paille sont par conséquent moins hachés.

La paille de riz est de loin la plus disponible en région PACA. La longueur de ses brins par rapport aux autres pailles produites dans la région la rend incontournable, quelle que soit sa destination (caissons fermés ou parois enduites).

Certaines variétés de riz conventionnel produisent davantage de paille que d'autres (pailles longues). Si c'est techniquement envisageable, ces variétés mériteraient d'être cultivées sur les parcelles les plus facilement accessibles par les ETA équipées de presses MD. Les pailles issues de riz cultivé en agriculture biologique sont courtes.

Développer le pressage MD

Paille de petit épeautre

La paille de petit épeautre est régulièrement laissée au champ par les agriculteurs, par manque de débouché local dans les élevages de brebis/agneaux. A notre connaissance, aucune ETA n'intervient pour presser de la paille au format MD dans la zone de culture du petit épeautre. Il suffirait d'une ETA pour faire évoluer positivement les choses. Cette ETA est à chercher parmi les ETA identifiées en dehors de la zone petit épeautre ou dans le secteur petit épeautre (entreprise dont le périmètre d'activité évoluerait vers le pressage au format MD. Il existe sans trop de doutes dans le secteur une entreprise réalisant des travaux publics, déjà équipée de tracteurs qui pourraient réaliser des travaux agricoles).

Le syndicat du petit épeautre de Haute Provence est probablement l'interlocuteur à privilégier pour évoquer la question.

Paille de riz

Aujourd'hui, une seule entreprise presse plusieurs centaines de tonnes de paille de riz au format MD. Une deuxième produit quelques dizaines de tonnes. Ces deux entreprises vont directement dans les rizières avec leur presse MD et un groupeur de bottes.

Une partie des personnes interviewées nous ont dit qu'il est pour eux envisageable d'aller dans les rizières directement avec une presse MD et un groupeur. Elles sont néanmoins tout à fait prêtes à s'inscrire dans une logique de fourniture de grosses quantités de bottes de paille de riz au format HD à un atelier de reconditionnement (par exemple).

Une partie des rizières est accessible à un convoi "tracteur + presse + groupeur". Le potentiel de paille exportable par ce biais et dans ces rizières (non évalué) n'est pas atteint. La production de bottes de paille de riz MD peut donc encore être développée et un usage de la paille de riz en isolation permettra d'ancrer sa valorisation dans les habitudes en Camargue. Une fois ce potentiel atteint, l'installation d'une unité de reconditionnement pourra être envisagée.

Format des bottes MD

Le pressage des bottes au champ se standardise progressivement du fait du désintérêt porté par certains fabricants de matériel agricole pour les presses à format MD. Le format (largeur*hauteur) le plus utilisé est celui proposé par Massey Ferguson avec ses presses MF1840.

Pour sécuriser leurs approvisionnements et figer leurs conceptions de parois, les entreprises du bâtiment auront sans doute tendance à privilégier ce format et donc tendance à se tourner vers les fournisseurs le proposant.

Les négociants en paille proposant aujourd'hui de la paille bottelée avec un autre format de presse n'auront pas de difficultés à s'approvisionner auprès de leurs fournisseurs habituels ou auprès d'autres fournisseurs. La question du stockage de bottes de différents formats pour un même type de paille les amènera peut-être à changer leur système d'approvisionnement lorsque le marché de la paille isolation aura progressé.

Augmenter les capacités de stockage en PACA

Le stockage des pailles/fourrages est essentiellement réalisé chez les éleveurs, qui sont livrés préférentiellement juste après la récolte. Ceci est lié aux capacités de stockage limitées chez les producteurs/négociants. Ces capacités méritent d'être développées au plus près des zones de production, quel que soit le type de bottes (MD/HD) et la matière bottelée (fourrage/paille).

Les difficultés de trésorerie de certains éleveurs à certaines époques de l'année ont conduit un agriculteur à évoquer avec nous son questionnement sur la nécessité pour lui d'augmenter sa capacité de stockage, et d'écouler ses produits au fil de l'année plutôt que majoritairement juste après la récolte.

Développer les capacités de stockage de paille est un projet de territoire, à la fois au niveau régional et au niveau des communautés de communes productrices de paille. Les lieux de stockage "paille isolation" peuvent être envisagés individuellement ou collectivement.

Rémunérer les prestations de stockage de paille

Par rapport à une livraison directe chez les éleveurs, le stockage sous hangar nécessite deux opérations de manutention en plus (déchargement/rechargement). Il est plus rentable pour les producteurs de livrer directement depuis les champs.

Pour favoriser la valorisation de la paille locale en isolation, en plus des capacités de stockage à développer, il est nécessaire de pouvoir apporter au monde agricole une rentabilité au moins équivalente à celles des valorisations actuelles en litière. Dans ce cadre, il sera nécessaire de payer la paille un peu plus cher pour qu'elle puisse être stockée en attendant les chantiers et les éventuels retards de chantier.

Ecrire un cahier des charges "paille de riz"

Le riz est une céréale très particulière puisque sa récolte se fait à l'automne dans des conditions parfois humides. La paille de riz est soit récoltée dans la foulée, soit en début d'année suivante, lorsque les rizières deviennent plus praticables.

Par rapport à une paille récoltée en été, une variabilité supplémentaire existe avec la paille de riz. Il convient de s'assurer que la compatibilité de la paille avec un usage en isolation ne dépend pas de la période de pressage. Des analyses en laboratoire seront peut-être nécessaires. Une paille grisée par le temps n'est pas forcément moins compatible qu'une "belle paille" récoltée immédiatement derrière la moissonneuse-batteuse.

Une étude mériterait d'être réalisée. Les conclusions de l'étude pourraient se matérialiser par un cahier des charges spécifique à la paille de riz (inspiré du cahier des charges actuel du RFCP).

Analyse SWOT

Moyen terme	
Forces	Faiblesses
<p>Actions « simples et ciblées » :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Augmentation de la capacité de stockage dans les zones de culture • Ecriture d'un cahier des charges « paille de riz isolation » • Trouver une ETA qui se mette à botteuler de la paille de petit épeautre en MD 	<p>Diminution des rendements en paille (ressource en eau)</p> <p>Possible besoin d'irrigation en période de semis</p> <p>Nécessité qu'une ETA investisse la question du pressage de la paille de petit épeautre (investissement financier).</p> <p>Limitation dans la quantité de paille de riz botteable en MD au champ (à évaluer)</p> <p>Nécessité du transport de paille inter département (intrinsèque à la région PACA)</p>
Opportunités	Menaces
<p>Volonté des acteurs territoriaux (région, DREAL, pays d'Arles, ...)</p> <p>Présence du syndicat du PEHP</p> <p>Valeur ajoutée supplémentaire apportée par la valorisation en isolation</p> <p>Existence de la RE2020 (stockage carbone)</p> <p>Faible disponibilité des autres ressources végétales ne nécessitant pas de transformation en région Paca</p>	<p>Manque d'eau / interdictions d'arrosage lors des semis</p> <p>Détournement du gisement nouvellement créé par les autres usages (litière animale, isolation panneaux, autres).</p> <p>Impossibilité de construire des hangars (PLU, inondabilité, ...), contraintes assurantielles, ...</p>

A long terme

Reconditionnement de bottes de paille en atelier (riz, épeautre)

Le reconditionnement de bottes de paille de riz en atelier présente plusieurs intérêts pour la construction en paille :

- Ainsi, en amont, la récolte de paille dans les champs peut se faire avec n'importe quel type de machine et notamment avec des presses de grande taille qui :
 - Minimisent le temps passé dans les parcelles.
 - Minimisent le volume à manipuler (bottes HD).
 - Facilitent la manutention avec des machines.
- Le reconditionnement est facilité par des brins longs de paille, ce qui est le cas avec le riz.
- Les bottes de paille reconditionnées peuvent avoir des formats véritablement adaptés aux contraintes du secteur de la construction.
- Le retour d'expérience breton, région dans laquelle 2 acteurs proposent des bottes reconditionnées, montre que cette offre est plébiscitée par les entreprises qui y trouvent de nombreux avantages :
 - Les acteurs qui débutent ou qui réalisent des chantiers paille très ponctuellement, sont rassurés par un produit dont les caractéristiques sont maîtrisées.
 - Le temps de construction est raccourci par l'emploi de bottes aux dimensions adaptés aux standards de la construction (notamment les entre axes d'ossature bois à 60 cm).
 - La certitude de disposer d'un produit de qualité permettant d'utiliser un isolant qualifié pour la construction par son fabricant. En effet, cette démarche de délégation de l'assurance qualité vers le fabricant est très répandue dans le secteur du bâtiment.
- Le modèle économique est dans ce cas accessible à des unités de petite taille car l'investissement à réaliser pour disposer d'une chaîne de reconditionnement de bottes est modeste :
 - Le reconditionnement peut être réalisé par une ou deux personnes.
 - Cette activité peut être ponctuelle et complémentaire avec d'autres activités (agricoles ou artisanales par exemple)
 - La valorisation de la paille de petit épeautre notamment pourrait ainsi être réalisée hors de sa zone de production.

Production de paille hachée

- La paille hachée est un isolant en vrac qui est soufflé ou insufflé. Il s'agit d'un produit dont les conditions de mise en œuvre et d'emploi sont proches de la balle de céréales ou de la ouate de cellulose. Cette paille hachée peut aussi être utilisée pour fibrer les enduits.
- Une 1^{ère} ligne de production est en cours de démarrage dans la région de Poitiers. Elle est portée par la SCIC IELO en partenariat avec la coopérative agricole de « La Tricherie ». (Voir <https://ielo.coop/>).
- L'investissement à réaliser pour disposer d'une ligne de production de paille hachée est de 2 à 3 M€.
- L'installation industrielle de production est soumise à des contraintes associées à un outil de fabrication de matériaux inflammables et explosifs (poussières notamment).
- Contrairement au remplissage isolant en bottes de paille qui bénéficie de règles professionnelles portées par la filière et approuvées par la C2P, la mise en œuvre du produit « paille hachée » est uniquement couverte par des documents normatifs non génériques (ATex, ATec) portés par le fabricant (IELO).
- Compte tenu de la taille et du coût de l'outil de production de paille hachée, il est indispensable de le rentabiliser par une activité permanente comprenant une équipe de quelques personnes (direction, commercial et marketing, production, distribution).

- D'un point de vue technique, la production de paille hachée est d'autant plus intéressante qu'elle est complémentaire avec l'usage de bottes de paille dans la construction. Elle permet notamment :
 - De valoriser des pailles conditionnées de manière diverses par le monde agricole.
 - D'offrir un débouché aux acteurs du monde agricole qui souhaitent valoriser leur paille sans intégrer en sus les contraintes spécifiques au secteur du bâtiment.
- D'un point de vue général, il convient de souligner que la mise en place d'une ligne de production / valorisation / commercialisation de paille hachée nécessite des investissements humains, techniques et financiers importants et de longue haleine. Sachant que la SCIC IELO souhaite diffuser son modèle, il est probablement pertinent de la consulter pour envisager une activité de ce type en PACA.
- Il est possible que des producteurs de ouate de cellulose soient intéressés par la fabrication de paille hachée.
- Des synergies sont à développer entre « filières vrac » et notamment entre « Bâtir en balles », IELO et les acteurs de la ouate de cellulose.

Préfabrication de parois avec remplissage paille

- La préfabrication de parois avec remplissage en paille est une activité qui est déjà assez largement répandue en France mais inexistante à ce jour en PACA.
- Que ce soit du point de vue technique ou des investissements à réaliser, ce type d'activité est largement à la portée de petites unités artisanales (type PME de constructeur bois) mais peut aussi être envisagé à une échelle plus industrielle.
- Les modèles économiques de cette activité sont donc très ouverts :
 - Activité ponctuelle et de complément avec des investissements limités, portée par exemple par des entreprises de construction bois qui offrent des solutions paille.
 - Activité spécialisée « paille » avec bureau d'étude intégré et équipe de fabrication qui réalise de la production à façon, ce qui permet d'accéder à tous les marchés.
 - Activité industrielle et continue de production de parois isolées en paille visant à proposer des modules relativement standardisés. Ceci implique en amont une force commerciale importante afin de mobiliser les prescripteurs.
 - Selon les cas, la pose des éléments constructifs isolés en paille peut être réalisée par le fabricant ou par des entreprises spécialisées dans la construction bois.

Analyse SWOT

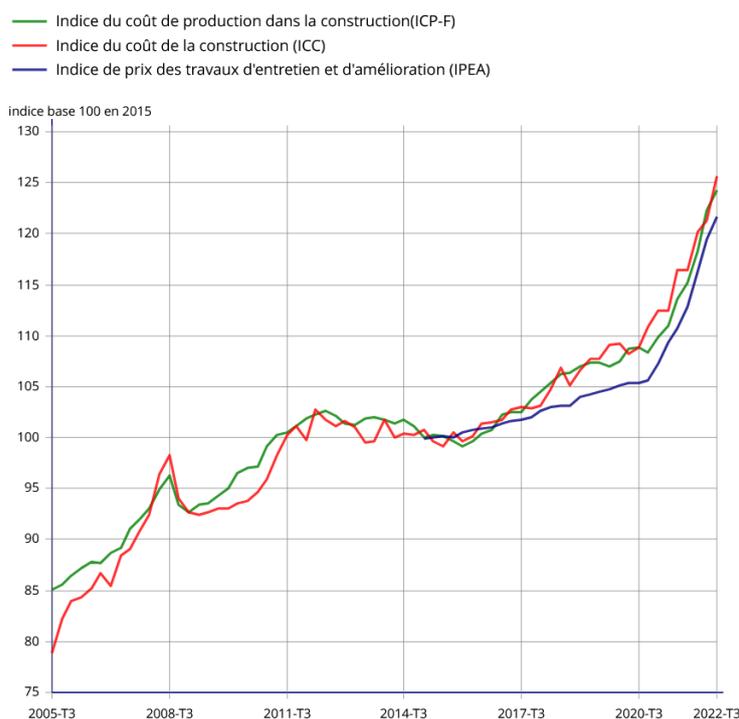
Long terme	
Forces	Faiblesses
Existence de modèles de reconditionnement et « paille hachée » ailleurs en France Disponibilité de paille longue (riz) Centralité de la Camargue / bassins de vie (PACA/Occitanie)	Investisseurs (préfabrication, reconditionnement) à trouver
Opportunités	Menaces
Travail réalisé par la SCIC Ielo et Bâtir en Balles sur l'isolation vrac Existence de la RE2020 (stockage carbone) Faible disponibilité des autres ressources végétales ne nécessitant pas de transformation en région PACA	Rétractation du marché de la construction Détournement du gisement nouvellement créé par les autres usages (litière animale, isolation panneaux, autres).

Besoins en termes d'isolation

Ce chapitre est consacré à l'estimation du besoin en termes d'isolation. Notre approche consiste en premier lieu à connaître le nombre de bâtiments et la surface de bâtiments neufs résidentiels et non résidentiels autorisés/mis en chantier pour chaque département considéré. Ensuite, à partir de l'estimation du RFCP de la quantité de paille nécessaire pour isoler un m² de surface habitable, il est possible d'estimer la couverture du besoin à partir de la paille locale. Ce dernier travail est réalisé dans un chapitre précédent.

Le travail est mené sur les départements de la région PACA et sur les départements voisins afin d'évaluer leur potentiel de fourniture de paille en région PACA.

Le travail d'analyse a été mené sur la période 2017-2021. La hausse rapide des coûts de la construction en 2022 n'est donc pas un facteur pris en compte dans l'analyse et le graphique ci-dessous présente l'évolution des « Indices de coûts et de prix dans la construction » sur la période 2005-2022. Le troisième trimestre 2015 a été pris comme trimestre de référence (base 100). Au 3^e trimestre 2022, l'indice du coût de la construction (ICC) a augmenté d'environ 25 % par rapport au 3^e trimestre 2015.



Indices de coûts et de prix dans la construction

Source : <https://www.insee.fr/fr/statistiques/2015347>

Champ : France pour ICP-F et IPEA et France métropolitaine pour ICC.

En région PACA

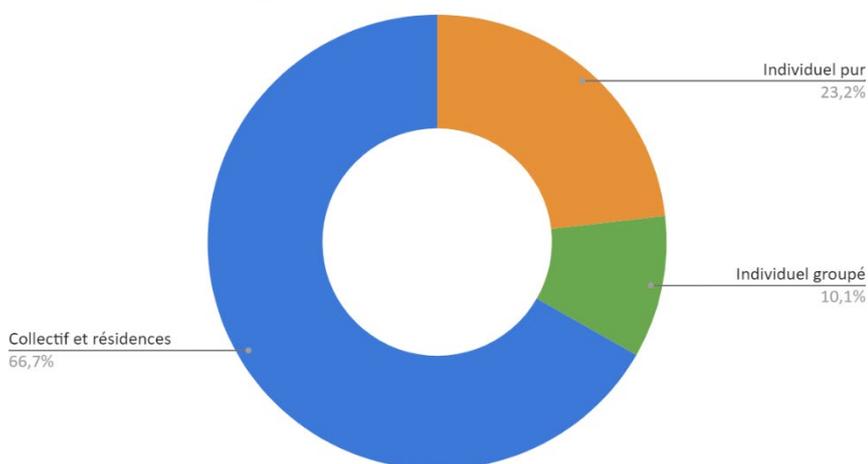
Bâtiments résidentiels

Logements autorisés

Les données de la SDES nous ont permis de constater qu'en moyenne sur 5 ans (2017-2021), en région PACA, la construction de 36 080 logements a été autorisée. Cela représente une surface de construction autorisée de 2 826 360 m². La plage de variation pour ces deux données se situe autour de -20% / +20%. La pandémie ayant provoqué un impact sur les constructions, les données sur l'évolution ne sont pas très significatives (constructions en forte baisse sur l'année 2020, puis hausse en 2021). Sur ces 5 années, on ne voit donc pas forcément de tendance qui se dégage pour les années à venir.

Le diagramme suivant représente la part de l'individuel pur, de l'individuel groupé, et des logements collectifs ou résidences, dans le nombre de logements autorisés en construction.

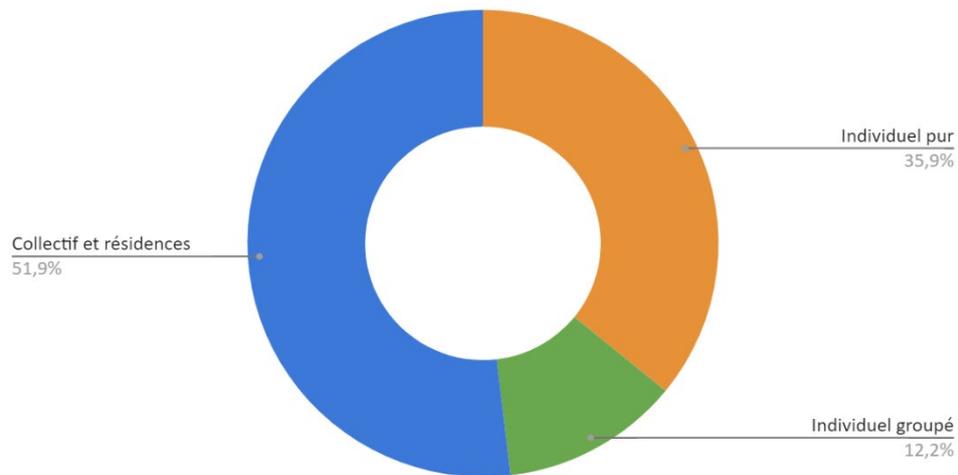
Part des différents types d'habitat dans les logements autorisés



Répartition du nombre de logements autorisés à la construction en région PACA, moyenne sur 5 ans (2017-2021)

On constate que les logements autorisés sont principalement des logements collectifs et résidences. On retrouve ensuite un quart d'individuel pur, et enfin 10% d'individuel groupé. On observe que pour ce qui est des surfaces de construction autorisées, les parts changent même si on retrouve le même schéma (collectif > individuel pur > individuel groupé). Cela s'explique par le fait que la surface de plancher est généralement plus grande dans un logement individuel (type maison) que dans un logement collectif (type appartement). On retrouve alors une part des collectifs proche de 50% des surfaces autorisées, une part de l'individuel de 35%, et enfin l'individuel groupé qui tourne encore autour des 10%.

Part des différents types d'habitat dans les surfaces de logement autorisés



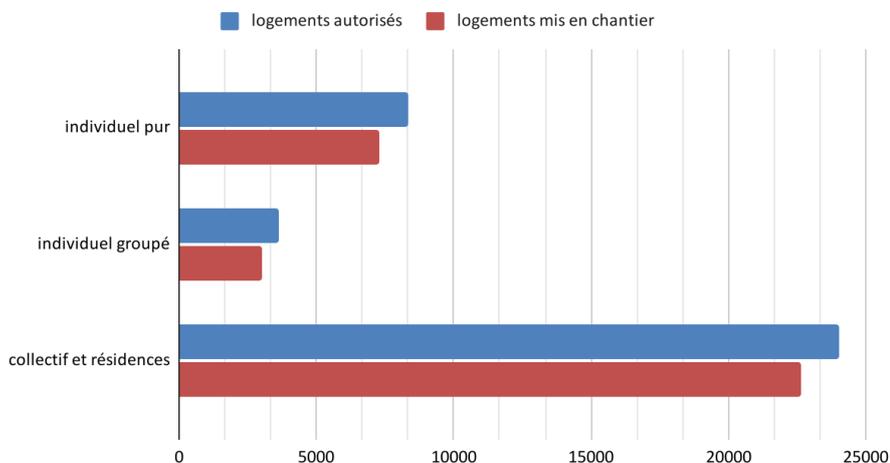
Répartition des surfaces de logements autorisés à la construction en région PACA, moyenne sur 5 ans (2017-2021)

Logements mis en chantier

Pour ce qui est des logements mis en chantier, les données sont légèrement inférieures à celles concernant les logements autorisés : 32 880 logements ont été mis en chantier, et donc construits. Ce qui représente 91.6% des logements autorisés. Cela représente une surface de logements mis en chantier de 2 529 040 m². Sur 5 ans, la plage de variation pour ces deux données se situe autour de -13% / +17%. La pandémie ayant provoqué un impact sur les constructions, les données sur l'évolution ne sont pas très significatives (constructions en forte baisse sur l'année 2020, puis hausse en 2021). Sur ces 5 années, on ne voit donc pas forcément de tendance qui se dégage pour les années à venir.

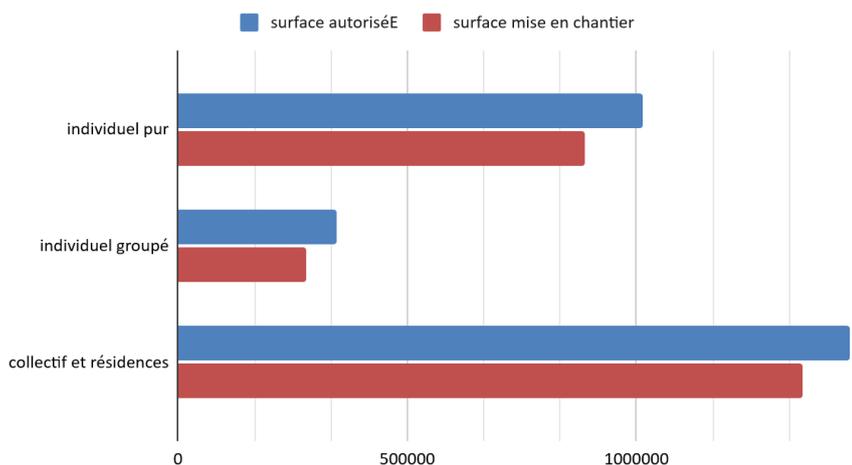
Le diagramme suivant représente la part de chaque type de logement ainsi que la différence entre le nombre de logements autorisés et mis en chantier. On observe que les données sont sensiblement les mêmes, avec une diminution de 10 à 15% environ pour chaque type de logement. Pour la surface, c'est exactement la même chose.

logements autorisés et logements mis en chantier



Comparaison du nombre de logements autorisés et du nombre de logements mis en chantier en région PACA, moyenne sur 5 ans (2017-2021)

surface autorisée et surface mise en chantier



Comparaison des surfaces de logements autorisés et des surfaces de logements mis en chantier en région PACA, moyenne sur 5 ans (2017-2021)

Grâce à ces deux premières données, c'est-à-dire le nombre de logements mis en chantier et la surface de plancher mise en chantier, on peut définir une surface moyenne de plancher pour chaque type de logement. Cette moyenne est de 76.9 m² (122 pour l'individuel pur, 93 pour l'individuel groupé, 60 pour le collectif et résidence).

Surface moyenne des logements par type

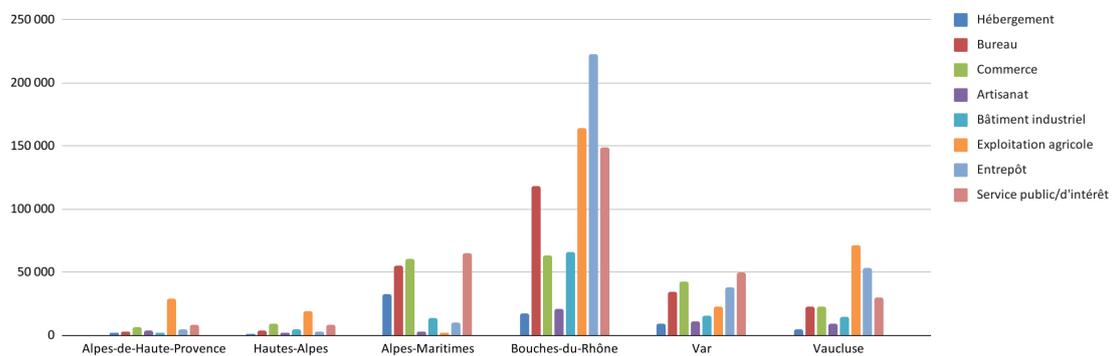


Surfaces moyennes des logements neufs en région PACA, moyenne sur 5 ans
(2017-2021)

Bâtiments non résidentiels

Le même travail a été réalisé pour les bâtiments non résidentiels. Le graphique ci-dessous présente les conclusions de manière synthétique.

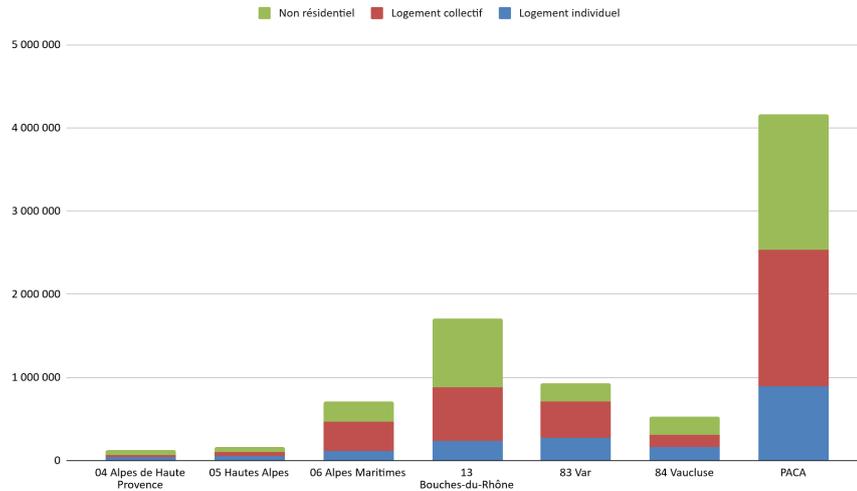
Surface mise en chantier PACA non résidentiel moyenne sur 5 ans



Répartition des surfaces de bâtiments non résidentiels mis en chantier en
région PACA, moyenne sur 5 ans (2017-2021)

Surfaces par type de construction et par département

Surfaces par type de construction et par département (PACA)



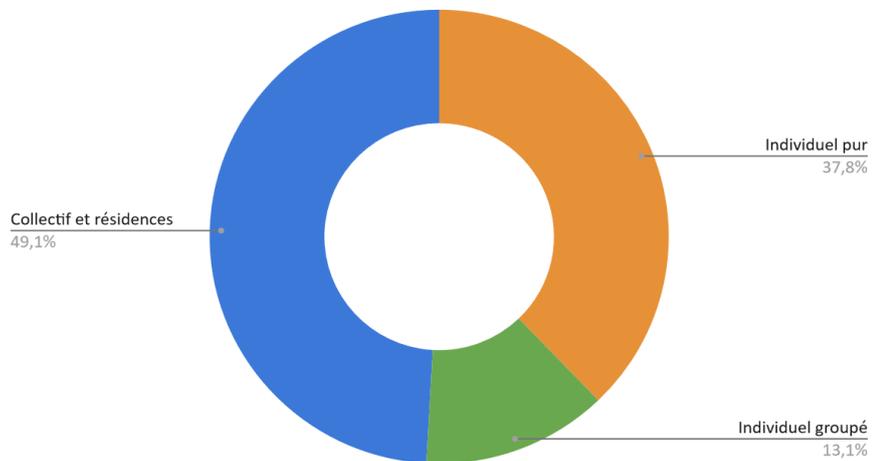
Répartition des surfaces mis en chantier en région PACA, pour chaque département, moyenne sur 5 ans (2017-2021)

Hors région PACA (départements voisins possiblement fournisseurs de paille)

Bâtiments résidentiels

Logements autorisés

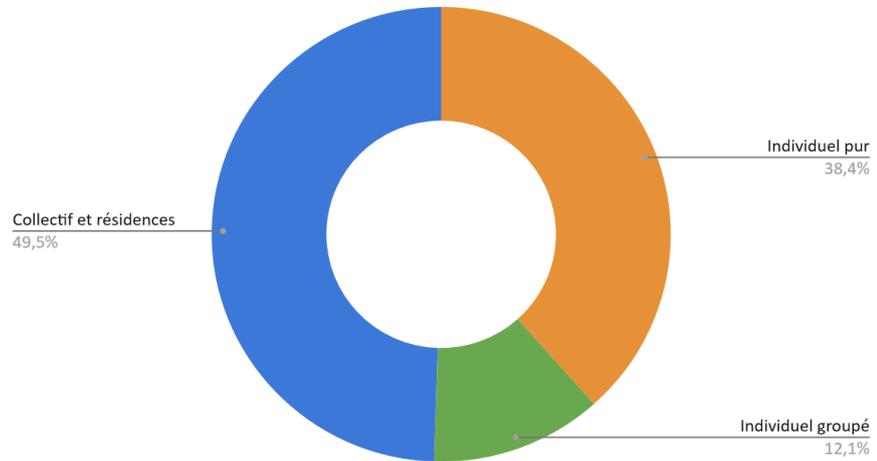
Part des différents types d'habitat dans les logements autorisés



Répartition du nombre de logements autorisés à la construction dans les départements voisins considérés, moyenne sur 5 ans (2017-2021)

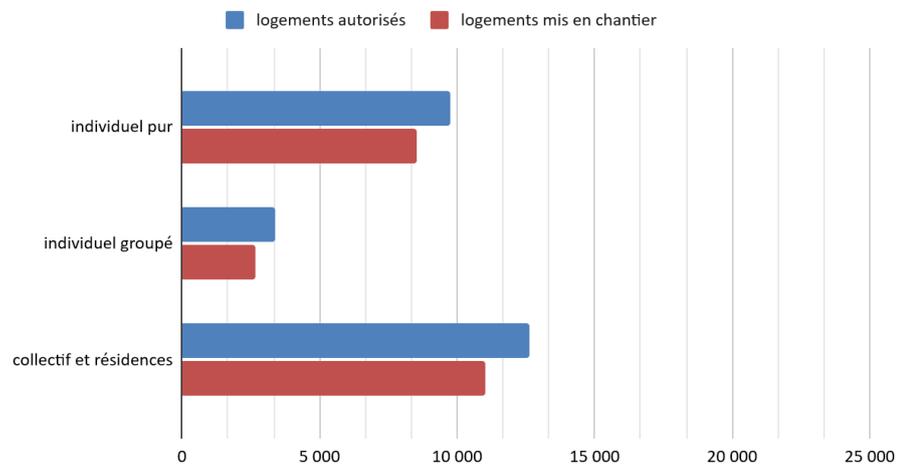
Logements mis en chantier

Part des différents types d'habitat dans les logements mis en chantier



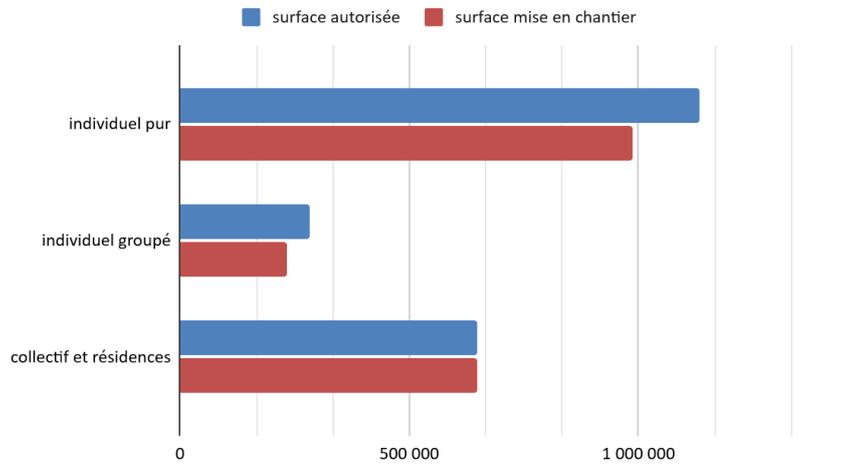
Répartition du nombre de logements mis en chantier dans les départements voisins considérés, moyenne sur 5 ans (2017-2021)

logements autorisés et logements mis en chantier



Comparaison du nombre de logements autorisés et du nombre de logements mis en chantier dans les départements voisins considérés, moyenne sur 5 ans (2017-2021)

surface autorisée et surface mise en chantier



Comparaison des surfaces de logements autorisés et des surfaces de logements mis en chantier dans les départements voisins considérés, moyenne sur 5 ans (2017-2021)

Grâce à ces deux premières données, c'est-à-dire le nombre de logements mis en chantier et la surface de plancher mise en chantier, on peut définir une surface moyenne de plancher pour chaque type de logement. Cette moyenne est de 94 m² (117 pour l'individuel pur, 90 pour l'individuel groupé, 63 pour le collectif et résidence). Elle est plus élevée qu'en région PACA du fait de la moindre présence de "logements collectifs et résidences".

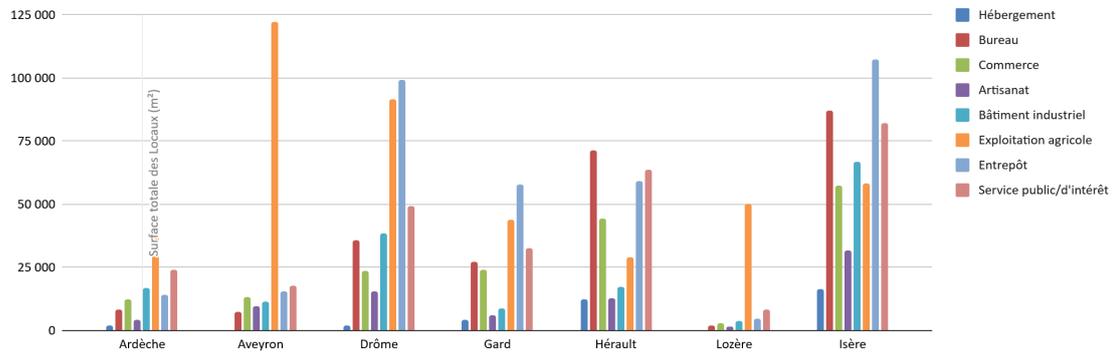
Surface moyenne des logements par type



Surfaces moyennes des logements neufs dans les départements voisins considérés, moyenne sur 5 ans (2017-2021)

Bâtiments non résidentiels

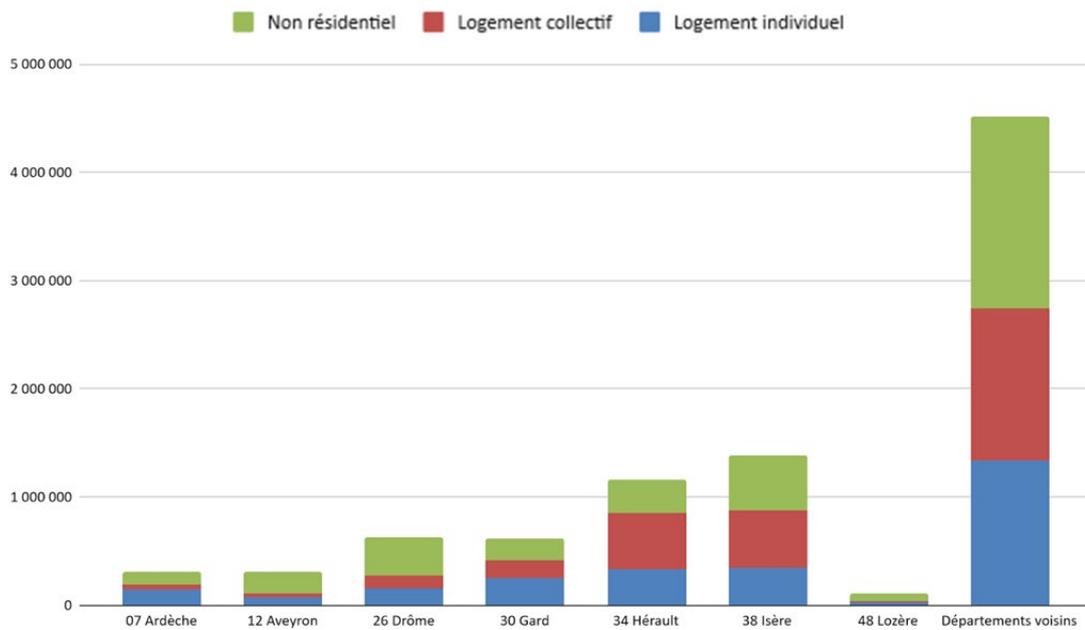
Surface mise en chantier départements voisins non résidentiel moyenne sur 5ans



Répartition des surfaces de bâtiments non résidentiels mis en chantier dans les départements voisins considérés, moyenne sur 5 ans (2017-2021)

Surfaces par type de construction et par département

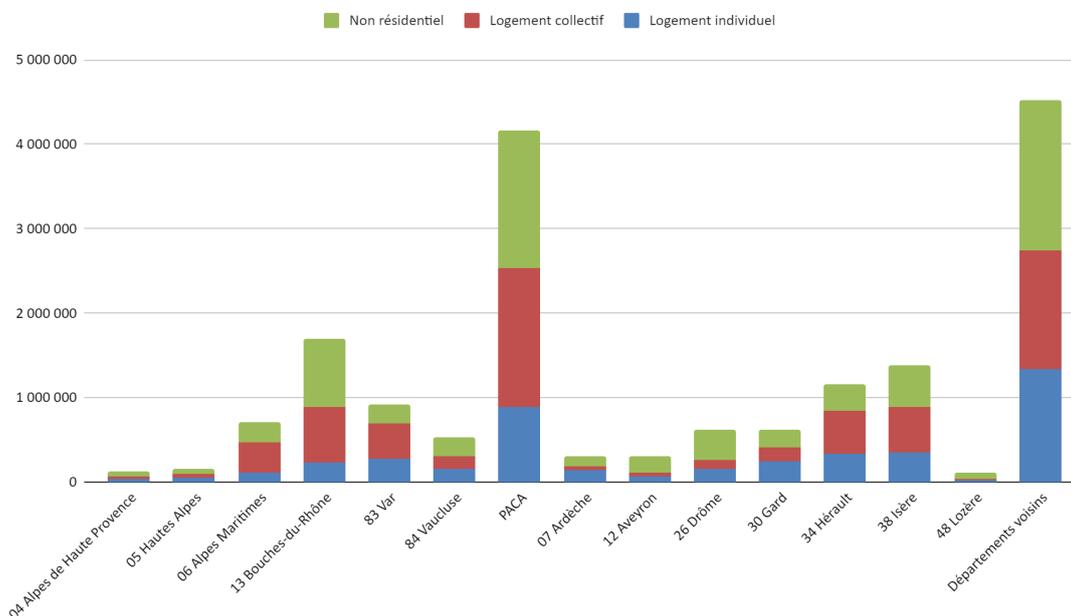
Surfaces par type de construction et par département (hors PACA)



Répartition des surfaces mis en chantier dans les départements voisins considérés, pour chaque département, moyenne sur 5 ans (2017-2021)

Surfaces par type de construction et par département (PACA et hors PACA)

Surfaces par type de construction et par département



Répartition des surfaces mis en chantier pour chaque département de la région PACA et pour les départements voisins considérés, moyenne sur 5 ans (2017-2021)

Besoins théoriques en isolation "paille" par département

Nous avons estimé la quantité de paille qu'il faudrait si tous les bâtiments neufs construits dans chaque département étaient isolés en paille (logement individuel, collectif et non résidentiel), avec une paille provenant du département, sans considération des autres usages (litière notamment). Ceci permet de voir si les départements sont "pauvres" en paille ou "riches" en paille par rapport à leur population.

Les quantités ont été estimées grâce à l'approche du RFCP, qui se base sur les m² de surface de plancher et la quantité de paille nécessaire par m², pour les logements individuels, pour les logements collectifs et pour le secteur non résidentiel.

Ratio masse paille par m² de surface de plancher (kg/m²)

Type de construction	Ratio (kg/m ²)
Non résidentiel	20
Résidentiel	50
Logement individuel	70
Logement collectif	30

Ratio masse de paille mobilisée par m² de surface de plancher construit, tel que défini par le RFCP, en kg/m²

Source : RFCP (réseau français construction paille)

Moyennes sur 5 ans (2017-2021)	Logement	Logement	Non résidentiel	Besoin paille en tonnes
--------------------------------	----------	----------	-----------------	-------------------------

	individuel	collectif		(pour l'isolation)
04 Alpes de Haute Provence	41 660	24 700	61 339	4 884
05 Hautes Alpes	56 820	47 340	52 221	6 442
06 Alpes Maritimes	115 220	355 720	242 747	23 592
13 Bouches-du-Rhône	238 960	644 180	821 621	52 485
83 Var	276 640	426 000	224 373	36 632
84 Vaucluse	159 320	142 480	229 289	20 013
PACA	888 620	1 640 420	1 631 590	144 048
07 Ardèche	138 940	51 380	123 655	13 740
12 Aveyron	73 280	36 220	198 134	10 179
26 Drôme	159 720	109 220	355 823	21 573
30 Gard	254 240	158 980	205 368	26 674
34 Hérault	333 920	516 820	309 565	45 070
38 Isère	349 050	533 950	507 043	45 416
48 Lozère	25 520	7 280	74 135	3 487
Départements voisins	1 334 670	1 413 850	1 773 724	166 140

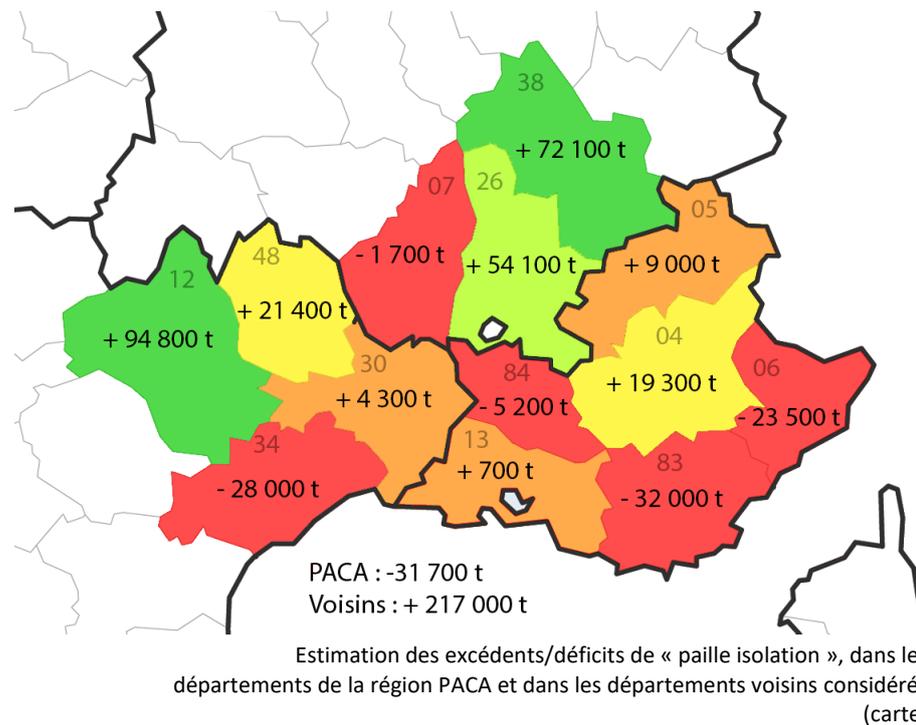
Estimation du besoin en « paille isolation », dans les départements de la région PACA et dans les départements voisins considérés (tableau)

A partir des estimations de la ressource en paille valorisable pour chaque département, nous pouvons calculer les excédents ou déficits de paille (en tonnes par département et sur une année), en faisant l'hypothèse que l'isolation du parc immobilier neuf était la seule valorisation de la paille.

Moyennes sur 5 ans (2017-2021)	Paille produite (tonnes)	Excédents / déficits de paille (tonnes), si l'isolation était la seule valorisation et si tout le parc neuf était isolé chaque année en paille
04 Alpes de Haute Provence	24 180	19 296
05 Hautes Alpes	15 507	9 065
06 Alpes Maritimes	95	-23 497
13 Bouches-du-Rhône	53 212	727
83 Var	4 523	-32 109
84 Vaucluse	14 834	-5 179
PACA	112 351	-31 697
07 Ardèche	11 979	-1 761
12 Aveyron	105 005	94 826
26 Drôme	75 716	54 143
30 Gard	30 998	4 324
34 Hérault	17 085	-27 985
38 Isère	117 497	72 081
48 Lozère	24 846	21 359
Départements voisins	383 126	216 986

Estimation des excédents/déficits de « paille isolation », dans les départements de la région PACA et dans les départements voisins considérés (tableau)

Une représentation cartographique nous aide à mieux comprendre le niveau d'autosuffisance en paille de chaque département de la région PACA et des départements voisins, dans la limite des hypothèses considérées (hors besoins en élevage et retour au sol). Tous les départements représentés en rouge sont déficitaires, les autres excédentaires. Dans les départements déficitaires, le taux de couverture du besoin en isolation ne pourra pas être de 100%.



Taux de couverture réel estimé du besoin isolation "paille" par département

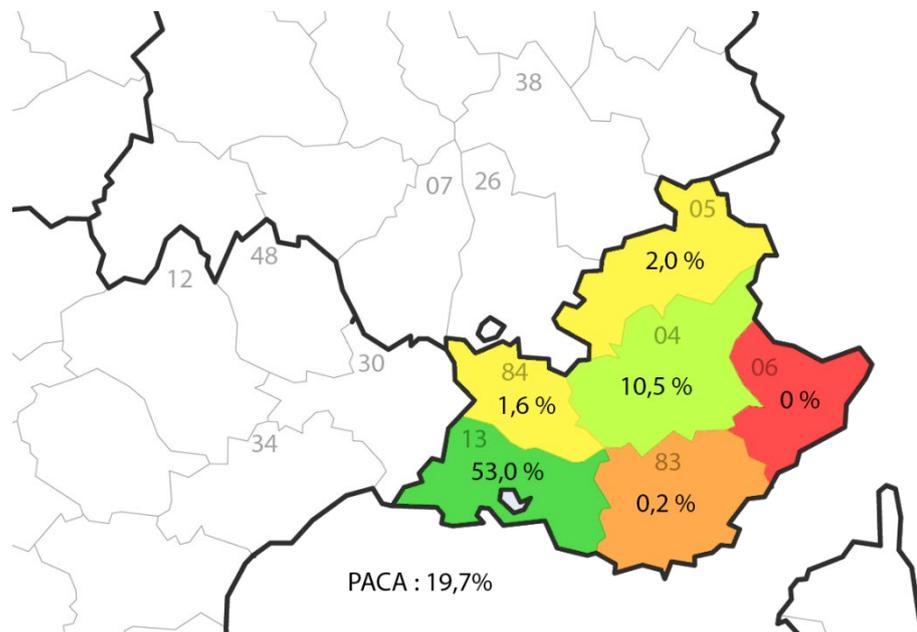
Les taux de couverture du besoin en isolation (dans le neuf) ont été calculés pour les départements de la région PACA et pour les départements hors PACA. Dans un chapitre précédent, nous avons estimé la quantité de paille réellement disponible (tirées des quantités de paille des 30 plus grosses communes, qui comptabilisent 40% de la surface totale de production de céréales à paille), en tenant compte des usages agricoles à préserver dans les "petites communes productrices" et du retour au sol dans les "grandes communes productrices".

Nous obtenons ces résultats :

Moyennes sur 5 ans (2017-2021)	Besoin paille (Tonnes pour l'isolation)	Paille "disponible" (tonnes pour préserver les équilibres en place et la qualité des sols)	% de couverture du besoin
04 Alpes de Haute Provence	4 884	513	10,5%

05 Hautes Alpes	6 442	132	2,0%
06 Alpes Maritimes	23 592	0	0,0%
13 Bouches-du-Rhône	52 485	27 799	53,0%
83 Var	36 632	71	0,2%
84 Vaucluse	20 013	330	1,6%
PACA	144 048	28 408	19,7%

Estimation du taux de couverture réel estimée en « paille isolation », dans les départements de la région PACA (tableau)



Estimation du taux de couverture réel estimée en « paille isolation », dans les départements de la région PACA (carte)

La production de paille “hors PACA” ayant simplement été estimée globalement par département mais pas en détails par communes, nous n’avons pas estimé le taux de couverture de ces départements.

En comparaison, au niveau national, en moyenne, le taux de couverture est bien supérieur à 100%. Il est couramment dit qu’avec 10% de la paille produite au niveau national (tous usages confondus), on peut couvrir le besoin national.

Conflits d'usages actuels et futurs

La région PACA est une région "traditionnellement pauvre" en paille. Le conflit entre les usages traditionnels (litière "non récréative" en élevage ovin, caprin et bovin), les usages qui se sont développés dans les décennies passées (litière "récréative" : élevage équestre) et les usages émergents (isolation et énergie) est déjà d'actualité.

Deux usages pourraient fortement modifier les valorisations des coproduits agricoles : la combustion de paille et l'utilisation de paille en tant que matière carbonée pour maintenir l'équilibre carbone/azote des champs arrosés avec les eaux de station d'épuration (pour économiser l'eau dans un contexte de sécheresses récurrentes).

Paille "énergie"

La méthanisation de produits agricoles se développe un peu partout en France. Les produits méthanisés ne sont pas toujours des déchets agricoles.

La combustion de paille est aujourd'hui une réalité émergente. Près de Troyes, une centrale biomasse "[bois-paille](#)" [brûle](#) chaque année 3000 tonnes de bottes de paille par an (et 9000 tonnes de bois déchiqueté), une autre chaufferie 100% paille a été inaugurée en 2021 à Poitiers.

La quantité de paille consommée annuellement par la chaufferie près de Troyes représente environ 10% de la paille de riz qui pourrait être valorisée en isolation. Le taux de silice dans la composition de la paille de riz n'en fait pas le meilleur combustible, mais dans un contexte de hausse des prix de l'énergie, la rentabilité de sa combustion méritera d'être évaluée à nouveau.

Le développement de la "paille énergie" globalement en France pourrait amener à une situation dans laquelle le prix de la paille est indexée sur celui de l'énergie. La disponibilité de paille en PACA et dans les départements voisins et autour des gros centres urbains pourrait être réduite dans les décennies à venir.



Chaufferie bois & paille de Rosières-près-Troyes

Photo Frédéric Douard

Paille “amendement organique”

Dans un contexte de raréfaction de la ressource en eau, l'utilisation des eaux non conventionnelles (eaux pluviales, eaux provenant du dessalement d'eaux de mer, eaux saumâtres, eaux usées traitées) par le monde agricole pourrait impliquer d'amender les sols avec davantage de matière carbonée (comme la paille) pour maintenir l'équilibre Carbone/azote (C/N) des sols.

Un nouveau conflit d'usage pourrait apparaître si ces pratiques se développent (avec la paille en guise de matière carbonée).