

# DÉPELLICULAGE DES GRAINS DE BLÉ PAR LE TRAITEMENT OXYGREEN®.

Michel DUBOIS, Christian COSTE,  
Anne-Gaëlle PERNOT.

Laboratoires Goëmar, 35400 Saint-Malo, France

**GOËMAR**  
LE LABORATOIRE DE LA MER

## RESUME

Le procédé Oxygreen® est un nouveau procédé, développé et breveté par les laboratoires Goëmar, qui consiste en un traitement à l'ozone de grains de céréales avant mouture.

Ce procédé apporte des compétences multiples aux produits traités : les grains sont décontaminés et les farines obtenues après mouture des grains traités possèdent des propriétés technologiques spécifiques. De plus, le traitement des grains par le procédé Oxygreen® induit un dépelliculage de ces grains, de façon homogène, sans application d'énergie supplémentaire et sans avoir recours à des moyens mécaniques d'application de cette énergie supplémentaire (friction ou abrasion) : le dépelliculage homogène obtenu est d'origine physico-chimique.

Les pellicules sont ensuite très facilement extraites de la masse des grains, après vidange du réacteur, par un simple flux d'air qui opère un tri par différence de masse volumique. Les pellicules obtenues présentent des caractéristiques inédites qui permettent leur utilisation en tant qu'ingrédients.

## INTRODUCTION

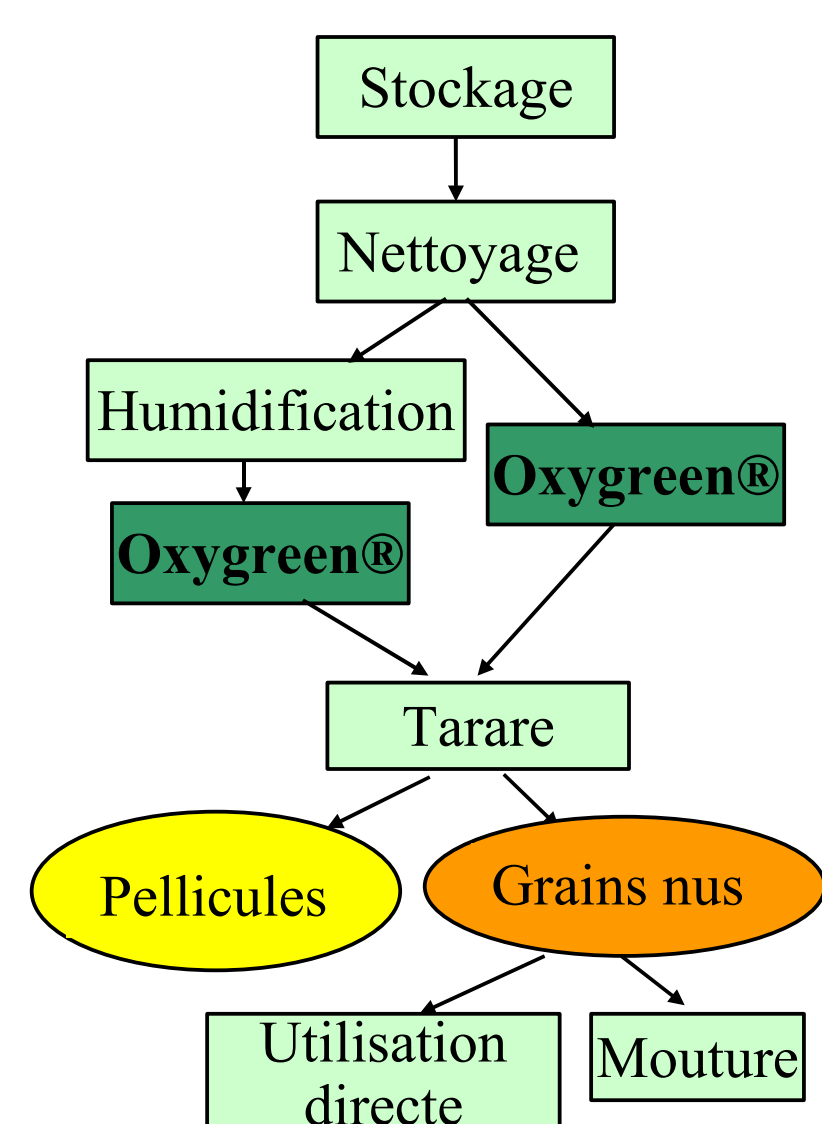
Le procédé Oxygreen® utilise l'ozone en tant qu'auxiliaire technologique, ce qui rend son usage non toxique (pas de trace d'ozone dans le grain traité). L'ozone est un gaz incolore, de fort pouvoir oxydant. Sa réactivité et son absence de sélectivité en font un bactéricide très puissant.

Au cours du traitement Oxygreen®, l'ozone réagit avec les différents contaminants du grain, tels que les micro-organismes, les résidus de pesticides, les mycotoxines et les insectes, ce qui permet la décontamination des grains (validée par des études antérieures). De plus, l'oxydation par l'ozone d'une partie des constituants du grain (aussi bien en périphérie qu'à l'intérieur du grain) permet le dépelliculage des grains avant la mouture, et confère aux farines leurs caractéristiques technologiques spécifiques.

## MATERIELS ET METHODES

Le traitement à l'ozone des grains de blé tendre par le procédé Oxygreen® est réalisé par batch, dans un réacteur dédié, clos et étanche. Le grain est introduit par le haut du réacteur, légèrement humidifié, puis mis en contact avec le gaz ozoné, sous légère pression de gaz. L'homogénéité de la réaction est assurée par une recirculation interne du grain, au moyen d'une vis sans fin.

Le procédé Oxygreen® s'inscrit aisément dans le diagramme meunier classique : en sortie de stockage, le grain subit un nettoyage soigné, et un ajustement de l'humidité par pulvérisation d'eau (jusqu'à 16-17% d'eau, soit environ 4% d'eau ajoutée). Le procédé Oxygreen® intègre cette phase d'humidification et peut la remplacer (pulvérisation de l'eau directement dans le réacteur). Dans les deux cas, l'utilisation du procédé Oxygreen® permet de supprimer le temps de repos nécessaire avant une mouture classique. En sortie du réacteur, les pellicules sont séparées des «grains nus» dans un tarare. Les grains nus sont alors immédiatement disponibles pour la mouture, ou peuvent être utilisés directement sous forme de grains entiers.



Les deux tableaux ci-après résument les caractéristiques des principaux traitements réalisés :

Référence échantillon Goëmar	Taux d'humidification (%H2O)	Taux de traitement (g. O3/ kg grain)	Concentration d'ozone (g. O3/ m3 TPN)	Pression dans le réacteur (bars)	Temps de manipulation (min)	% de pellicules
OXBT04-H32	2%	5	80	0,25	168	0,87%
OXBT04-H33	4%	5	80	0,25	92	1,71%
OXBT04-H34	3%	5	80	0,45	100	1,42%
OXBT04-H35	2%	5	80	0,65	135	0,80%
OXBT04-H36	4%	5	80	0,65	77	1,68%
OXBT04-H37	3%	5	90	0,25	105	1,36%
OXBT04-H38	2%	5	90	0,45	145	0,66%
OXBT04-H39	3%	5	90	0,45	86	1,47%
OXBT04-H40	3%	5	90	0,45	90	1,41%
OXBT04-H41	4%	5	90	0,45	72	1,85%
OXBT04-H42	3%	5	90	0,65	78	1,40%
OXBT04-H43	2%	5	100	0,25	135	0,84%
OXBT04-H44	4%	5	100	0,25	71	1,80%
OXBT04-H45	3%	5	100	0,45	74	1,50%
OXBT04-H46	2%	5	100	0,65	104	0,72%
OXBT04-H47	4%	5	100	0,65	59	1,97%

Tableau 1 : Etude de l'influence des paramètres : humidification, concentration et pression d'ozone sur le taux de dépelliculage.

Référence échantillon Goëmar	Taux d'humidification (%H2O)	Taux de traitement (g. O3/ kg grain)	Concentration d'ozone (g. O3/ m3 TPN)	Pression dans le réacteur (bars)	Temps de manipulation (min)	% de pellicules
OXBT05-A4	3%	5	89	0,3	121	1,23%
OXBT05-A5	3%	4	89	0,3	78	1,13%
OXBT05-A6	3%	3	89	0,3	53	0,91%

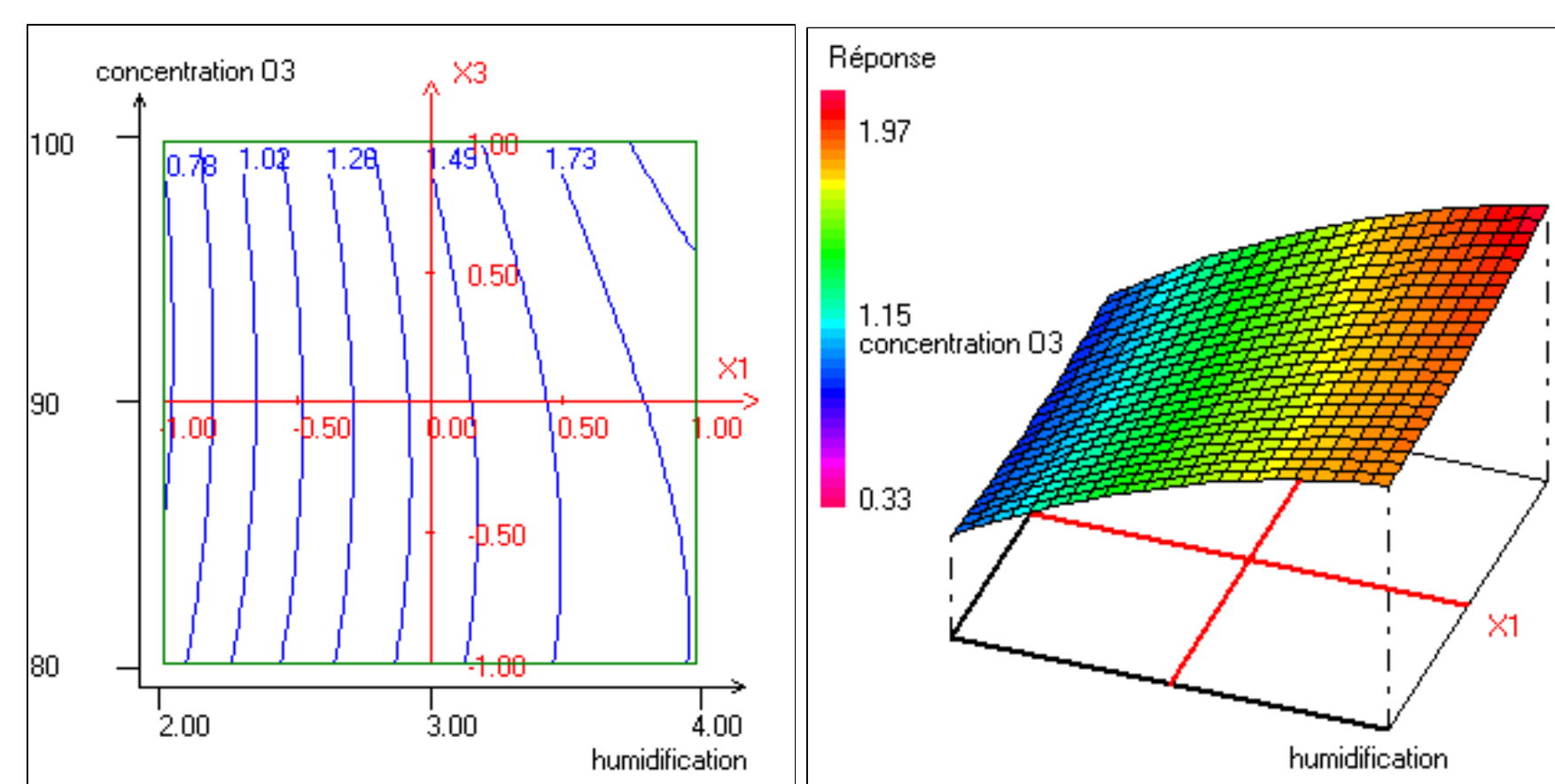
Tableau 2 : Etude de l'influence du taux de traitement Oxygreen® sur le taux de dépelliculage.

## RESULTATS ET DISCUSSION

### Paramètres de traitement influençant le taux de dépelliculage

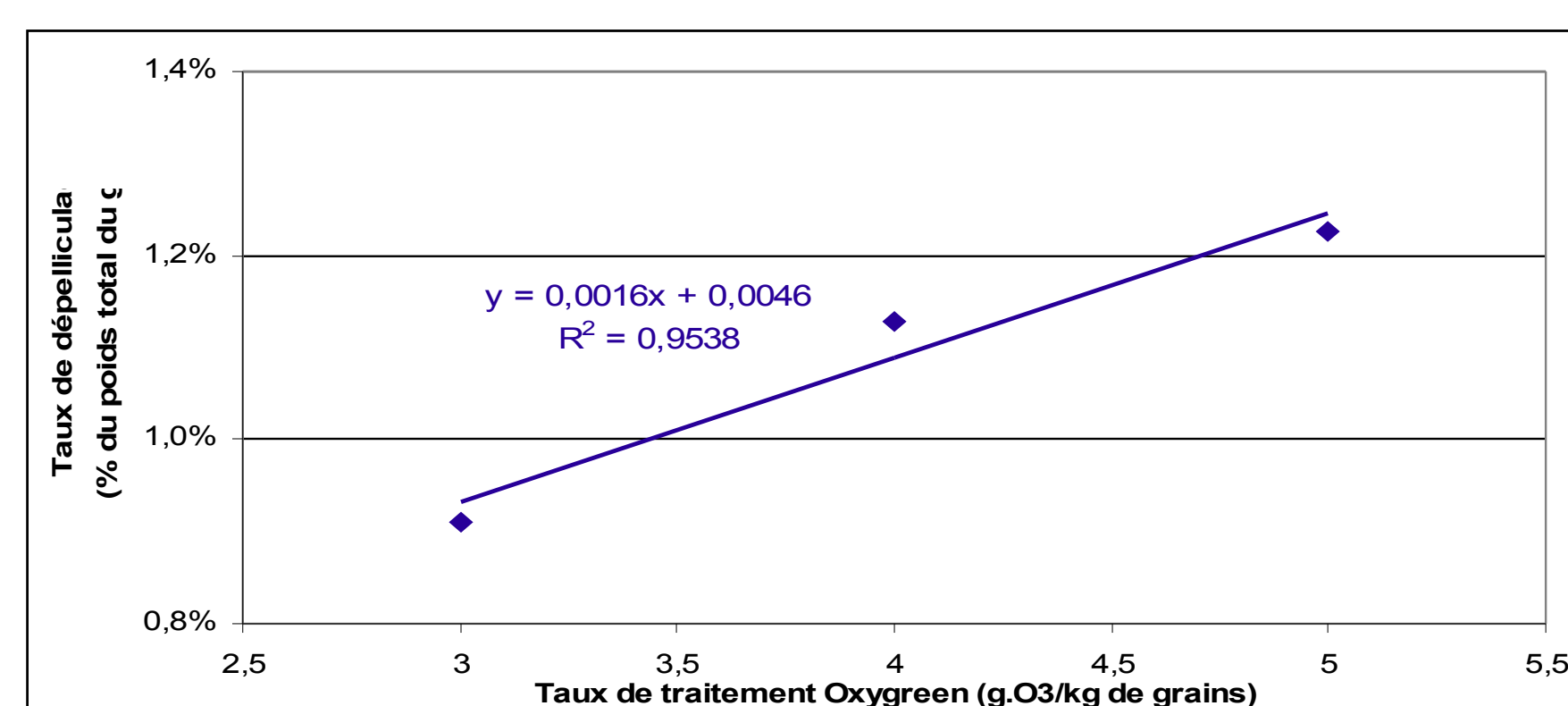
Dans les conditions actuelles du procédé, les paramètres les plus importants pour le dépelliculage sont :

- le taux d'humidification (entre 2 et 4% du poids de grains), vis à vis duquel le taux de dépelliculage est proportionnel (tableau 1).



Graphie 1 : Taux de dépelliculage (%) en fonction de l'humidification et de la concentration d'ozone – Pression = 0,45 bars.

- le taux de traitement du grain (entre 3 et 10 g.O<sub>3</sub>/kg de grains), directement lié au temps de traitement et vis à vis duquel le taux de dépelliculage est proportionnel (tableau 2).



Graphie 2 : Taux de dépelliculage (%) en fonction du taux de traitement Oxygreen® – Taux d'humidification = 3% - Pression = 0,3 bars – Concentration = 89 gO<sub>3</sub>/m<sup>3</sup>tpn.

La concentration d'ozone dans le gaz vecteur, la pression de gaz dans le réacteur, et la variété de blé ont une influence beaucoup moins importante sur le taux de dépelliculage.

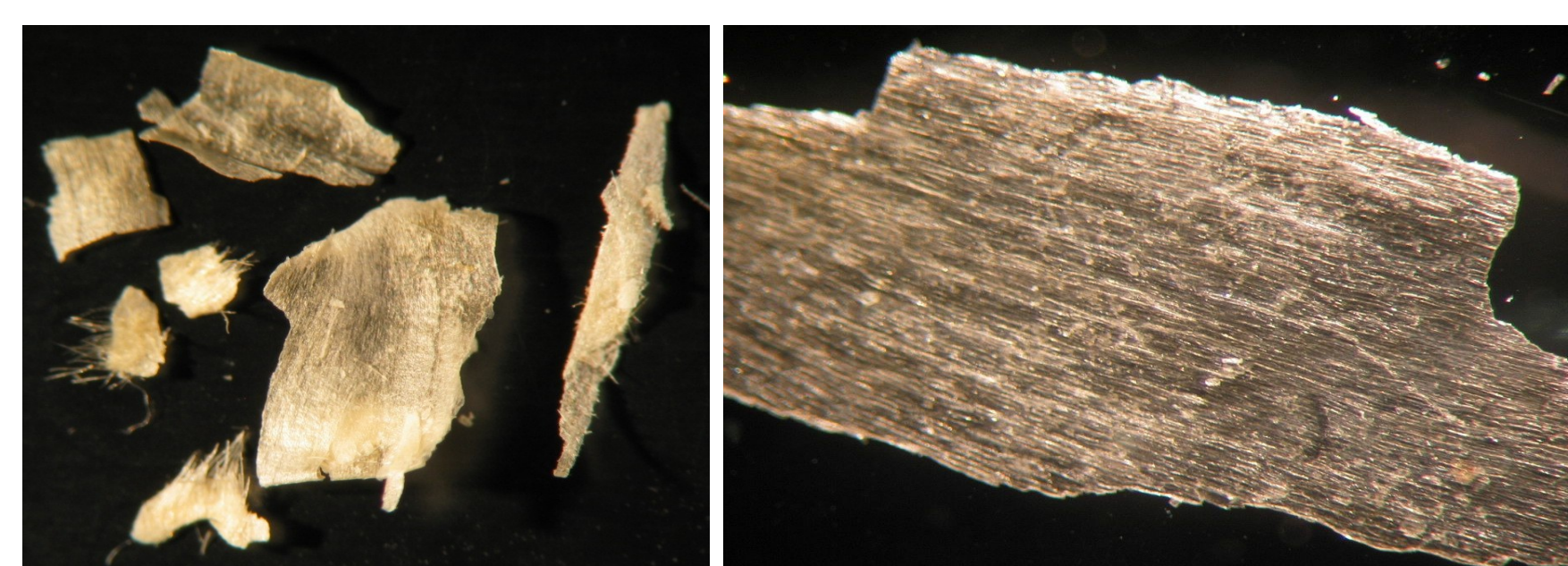
Le taux de dépelliculage sur un mélange de blés panifiables est en moyenne de l'ordre de 2% du poids du grain (lorsque les conditions de traitement sont optimisées dans le but de dépelliculer le grain), mais il peut atteindre jusqu'à 3,8% du poids du grain pour certaines variétés pures, comme Apache ou Camp Rémy.

### Caractéristiques des pellicules

Les caractéristiques des pellicules issues du traitement du blé tendre par le procédé Oxygreen® sont directement liées à leur mode de séparation.

Le dépelliculage est obtenu par un effet physico-chimique reposant sur les qualités oxydatives de l'ozone : le gaz ozone se dissout dans l'eau présente à la périphérie du grain ou dans les pores du grain, et exerce des attaques sur les sites comportant des doubles liaisons, des sites nucléophiles ou des sites électrophiles. C'est en particulier le cas des lignines présentes en fort pourcentage dans les couches les plus périphériques du grain (jusqu'à 40% des fibres). Le mécanisme d'action de l'ozone dans le cas du dépelliculage peut être expliqué par le clivage des molécules intermédiaires liant les couches entre elles.

De plus, l'action de l'ozone sur les parties périphériques du grain a pour effet de décontaminer bactériologiquement et chimiquement ces parties périphériques, mais aussi de les blanchir.



Photos 1 et 2 : Pellicules de blé tendre obtenues par le procédé Oxygreen® (Photos INRA Montpellier).

Les principales caractéristiques des pellicules obtenus par le procédé Oxygreen® sont :

Caractéristiques générales	
Longueur	1000 à 5000 µm
Teneur en eau	Environ 18 %
Couleur	Blanches et translucides
Couches histologiques	Péricarpe interne et externe jusqu'à la Testa

Caractéristiques sanitaires	
Contamination bactériologique (ex: Flore Mésophile Totale)	< 10 UFC/g
Contamination en mycotoxines (ex: DON)	< 300 ppb
Contamination en insecticides de stockage (ex: Malathion)	< 10 ppb

Caractéristiques nutritionnelles : teneur en fibres	
Teneur totale en fibres (% poids total)	58 %
dont lignine	23 %
dont cellulose	21 %
dont hémicellulose	6 %
dont fibres solubles	10 %
Proportion fibres solubles / fibres totales	> 15 %

Tableaux 3, 4, 5 : Principales caractéristiques des pellicules de blé tendre séparées par le procédé Oxygreen®.

Les parties périphériques du grain de blé sont reconnues pour être riches en sels minéraux, en vitamines, en fibres solubles et insolubles. Les nutritionnistes recommandent la consommation de ces fibres pour apporter à nos organismes, les sels minéraux, les vitamines, les fibres, nécessaires au bon équilibre nutritionnel.

Les pellicules de blé tendre obtenus par le procédé Oxygreen® conviennent parfaitement à l'alimentation humaine, pour leur richesse nutritionnelle, et grâce à leur qualité sanitaire. Elles peuvent facilement être utilisées en tant qu'ingrédients.



Photo 3 : Comparaison de l'état de surface d'un grain de blé brut (à gauche) et d'un grain de blé traité par le procédé Oxygreen® (à droite) (Photo INRA Montpellier).

L'action physico-chimique de l'ozone sur le grain permet d'obtenir des «grains nus» présentant une surface lisse, brillante, et dépourvue d'aspérités, où la brosse (située à l'extrémité inférieure du grain) a totalement disparu. Le germe du grain de blé (situé à l'extrémité supérieure du grain) a lui aussi été nettoyé et débarrassé de la partie de l'enveloppe qui le protège naturellement.

Au contraire, le grain non traité fait apparaître une surface rugueuse, plissée, avec, en partie basse, la brosse présente, et en partie haute, la gaine de protection du germe.

Le «grain nu» dépelliculé par le procédé Oxygreen® peut être utilisé aussi bien pour la mouture, qu'en grain entier, en tant qu'ingrédient.

## CONCLUSION

Une des conséquences du traitement des grains de blé tendre par le procédé Oxygreen® est le dépelliculage physico-chimique de ces grains. Le taux de dépelliculage est en moyenne de 2% du poids du grain, mais dépend fortement :

- du taux d'humidification du grain, et
- du taux de traitement du grain.

Les pellicules ainsi obtenues sont relativement longues, blanches et translucides, mais surtout complètement décontaminées. Elles sont très riches en fibres, et totalement exemptes d'amidon, ce qui permet leur utilisation en tant qu'ingrédient riche en fibres.

Les grains dépelliculés sont d'aspect lisse et brillant, et peuvent être utilisés pour la meunerie, ou directement en tant qu'ingrédients.

1 – Brevet : Method and installation for making flour from Ozone-treated grains, December 2000, WO 01/43556.

2 – Brevet : Treatment of lignocellulosic substrates with Ozone, June 2001, WO 03/000070 A1.

3 – Brevet : Nouveau procédé de dépelliculage du grain de blé, Mars 2006, Dépôt FR 0650952.