

## Les substituts osseux synthétiques



### PLAN

#### I. Utilisations et propriétés des substituts osseux

- ✓ Exemples d'utilisation
- ✓ L'os naturel et ses mécanismes de remodelage
- ✓ Les différents types de substituts osseux utilisés en chirurgie
- ✓ Le cahier des charges du substitut osseux en phosphate de calcium
- ✓ Les propriétés des substituts osseux en phosphate de calcium

#### II. Les substituts osseux ATLANTIK®

- ✓ Méthode de fabrication - Contrôles qualité
- ✓ Caractéristiques techniques de la gamme ATLANTIK®
- ✓ Etude de la bio-fonctionnalité par culture de cellules in vitro
- ✓ Etudes de la bio-fonctionnalité in vivo (lapin)
- ✓ Cas cliniques
- ✓ Historique - Publications

### PLAN

#### I. Utilisations et propriétés des substituts osseux

- ✓ Exemples d'utilisation
- ✓ L'os naturel et ses mécanismes de remodelage
- ✓ Les différents types de substituts osseux utilisés en chirurgie
- ✓ Le cahier des charges du substitut osseux en phosphate de calcium
- ✓ Les propriétés des substituts osseux en phosphate de calcium

#### II. Les substituts osseux ATLANTIK®

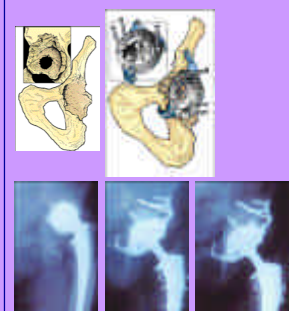
- ✓ Méthode de fabrication - Contrôles qualité
- ✓ Caractéristiques techniques de la gamme ATLANTIK®
- ✓ Etude de la bio-fonctionnalité par culture de cellules in vitro
- ✓ Etudes de la bio-fonctionnalité in vivo (lapin)
- ✓ Cas cliniques
- ✓ Historique - Publications

### EXEMPLES D'UTILISATIONS

#### « Reprise de prothèse de hanche »




#### « Reconstruction acétabulaire »



**EXEMPLES D'UTILISATIONS**

« Arthrodèse vertébrale ou cervicale : remplissage de cage »



Mabilux Orthopédique n° 125

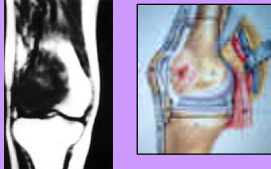
Mabilux Orthopédique n° 125

« Comblement osseux dans des cas de fusion vertébrale ou cervicale »

© Medical Biomix - Vaulx-en-Velin (69), France

**EXEMPLES D'UTILISATIONS**

« Comblement osseux après résection de tumeur »




« Comblement osseux en chirurgie réparatrice »

« Comblement de site de prélèvement iliaque »

© Medical Biomix - Vaulx-en-Velin (69), France

**EXEMPLES D'UTILISATIONS**

« Ostéotomie tibiale »



www.mabilux-orthop.com

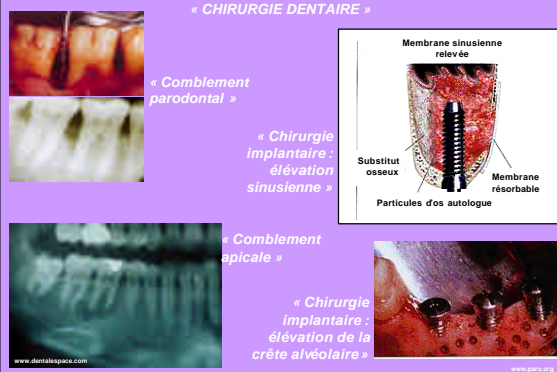
© Medical Biomix - Vaulx-en-Velin (69), France

**EXEMPLES D'UTILISATIONS**

« CHIRURGIE DENTAIRE »

« Comblement parodontal »

« Chirurgie implantaire : élévation sinusienne »



Membrane sinusienne relevée

Substitut osseux

Membrane résorbable

Particules d'os autologue

« Comblement apicale »

« Chirurgie implantaire : élévation de la crête alvéolaire »

www.dentalespace.com

www.pars.org

© Medical Biomix - Vaulx-en-Velin (69), France

**PLAN**

**I. Utilisations et propriétés des substituts osseux**

- ✓ Exemples d'utilisation
- ✓ **L'os naturel et ses mécanismes de remodelage**
- ✓ Les différents types de substituts osseux utilisés en chirurgie
- ✓ Le cahier des charges du substitut osseux en phosphate de calcium
- ✓ Les propriétés des substituts osseux en phosphate de calcium

**II. Les substituts osseux ATLANTIK®**

- ✓ Méthode de fabrication - Contrôles qualité
- ✓ Caractéristiques techniques de la gamme ATLANTIK®
- ✓ Etude de la bio-fonctionnalité par culture de cellules in vitro
- ✓ Etudes de la bio-fonctionnalité in vivo (lapin)
- ✓ Cas cliniques
- ✓ Historique - Publications

© Medical Biomax - Veah - en Vah (P), France

**L'OS NATUREL ET SES MECANISMES DE REMODELAGE**

« Os Long »

**OS NATUREL : COMPOSITION**

**Collagène + cristaux d'hydroxyapatite**  
(polymère) + (céramique  $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$ )

**Os compact = fonction mécanique**

**Os spongieux = fonction métabolique**

© Medical Biomax - Veah - en Vah (P), France

**L'OS NATUREL ET SES MECANISMES DE REMODELAGE**

« Structure de l'os long »

Artère  
 Périoste  
 Système circulaire externe  
 Ostéone  
 Lamelles d'un Ostéone  
 Vaisseaux des canaux de Volkmann  
 Trébuches d'os spongieux

© Medical Biomax - Veah - en Vah (P), France

**L'OS NATUREL ET SES MECANISMES DE REMODELAGE**

« L'os...  
Un tissu en perpétuel renouvellement »

os trabéculaire  
 tissu ostéoclaste  
 site de formation  
 moelle  
 site de résorption  
 veine

© Medical Biomax - Veah - en Vah (P), France

**L'OS NATUREL ET SES MECANISMES DE REMODELAGE**

« La formation de l'os par les ostéoblastes »

The slide contains a diagram on the left showing the stages of bone formation: 1. Formation of the bone matrix, 2. Mineralization of the matrix, and 3. Completion of the bone structure. Labels include 'Ostéoblastes', 'Ostéocyttes', 'Lame osseuse', 'Canaux vasculaires', 'Lacunes', 'Canaux de Sharpey', and 'Ligne de progression de l'activité fonctionnelle du remodelage'. On the right, there are two micrographs: one showing a layer of osteoblasts with a label 'Ostéoblaste 20-30 µm' and another showing a cross-section of bone tissue.

Ostéoblaste 20-30 µm

© Medical Biomax - Veah - en Vain (97), France

**L'OS NATUREL ET SES MECANISMES DE REMODELAGE**

« La résorption de l'os par les ostéoclastes »

The slide contains a diagram on the left showing the structure of an osteoclast with labels 'Schéma d'un ostéoclaste', 'Lacune', 'Lacune résorptive', 'Canaux de Howship', 'Lacunes', 'Canaux de Sharpey', and 'Ligne de progression de l'activité fonctionnelle du remodelage'. On the right, there are two micrographs: one showing a cross-section of bone tissue with a label 'Ostéoclaste 100 µm' and another showing a cross-section of bone tissue with labels 'Ostéoclastes' and 'Lacune de Howship'.

Ostéoclaste 100 µm

© Medical Biomax - Veah - en Vain (97), France

**L'OS NATUREL ET SES MECANISMES DE REMODELAGE**

« Le remodelage »

The slide contains a diagram showing a longitudinal view of a bone unit. Labels include 'Ostéoblastes', 'Ostéocyttes', 'Lacunes', 'Canaux de Sharpey', and 'Ligne de progression de l'activité fonctionnelle du remodelage'. Below the diagram, there is a text box with the following text:

**Le remodelage est stimulé par les contraintes mécaniques.**  
Ainsi, la structure de l'os lui permet de s'opposer de façon optimale aux contraintes qui lui sont imposées

© Medical Biomax - Veah - en Vain (97), France

**PLAN**

**I. Utilisations et propriétés des substituts osseux**

- ✓ Exemples d'utilisation
- ✓ L'os naturel et ses mécanismes de remodelage
- ✓ Les différents types de substituts osseux utilisés en chirurgie
- ✓ Le cahier des charges du substitut osseux en phosphate de calcium
- ✓ Les propriétés des substituts osseux en phosphate de calcium

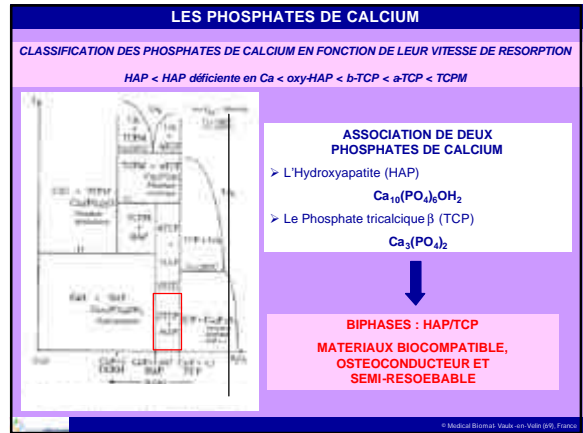
**II. Les substituts osseux ATLANTIK®**

- ✓ Méthode de fabrication - Contrôles qualité
- ✓ Caractéristiques techniques de la gamme ATLANTIK®
- ✓ Etude de la bio-fonctionnalité par culture de cellules in vitro
- ✓ Etudes de la bio-fonctionnalité in vivo (lapin)
- ✓ Cas cliniques
- ✓ Historique - Publications

© Medical Biomax - Veah - en Vain (97), France

### LES DIFFERENTS TYPES DE SUBSTITUTS OSSEUX

Osseux Humaine	Type	Avantages	Inconvénients
	Autogène	- Parfaitement compatible avec les tissus du patient - Caractéristiques idéales	- Deux opérations au lieu d'une - Risques de transmission de pathogènes - Coût
	Allogène	- Même structure organique et énergétique que celle de l'os du patient	- Risques de transmission de pathogènes - Coût
	De fabrication	- Peut se adapter aux sites du patient	- Variabilité selon les fabricants
Animale	De animal bovin à basse température	- Même structure organique et énergétique que celle de l'os du patient	- Risques de transmission de la maladie de l'encéphalopathie spongiforme bovine
	De animal porc	- Même structure organique que celle de l'os du patient	- Non résorbable
Corail	Structure identique de l'os naturel (sulfate de calcium)	- Structure poreuse pour favoriser la bonne vascularisation - Utilisé en chirurgie maxillo-faciale	- Résorbable très rapide
Hydroxyapatite	Structure de l'os (Ca <sub>10</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>6</sub> (OH) <sub>2</sub> )	- Bonne structure organique - Bonne vascularisation - Résorbable très rapide	- Ne peut pas être formé in situ - Contrôle de l'implantation difficile - Résorbance mécanique plus faible que l'os naturel



- ### PLAN
- I. Utilisations et propriétés des substituts osseux**
    - ✓ Exemples d'utilisation
    - ✓ L'os naturel et ses mécanismes de remodelage
    - ✓ Les différents types de substituts osseux utilisés en chirurgie
    - ✓ Le cahier des charges du substitut osseux en phosphate de calcium
    - ✓ Les propriétés des substituts osseux en phosphate de calcium
  - II. Les substituts osseux ATLANTIK®**
    - ✓ Méthode de fabrication - Contrôles qualité
    - ✓ Caractéristiques techniques de la gamme ATLANTIK®
    - ✓ Etude de la bio-fonctionnalité par culture de cellules in vitro
    - ✓ Etudes de la bio-fonctionnalité in vivo (lapin)
    - ✓ Cas cliniques
    - ✓ Historique - Publications

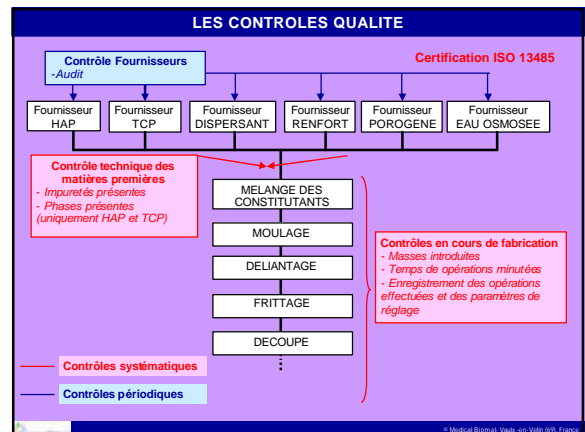
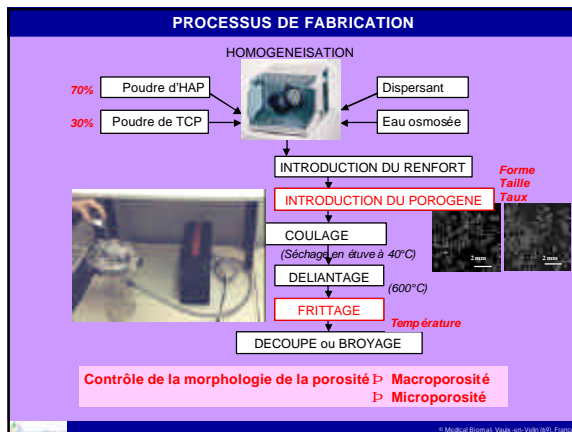
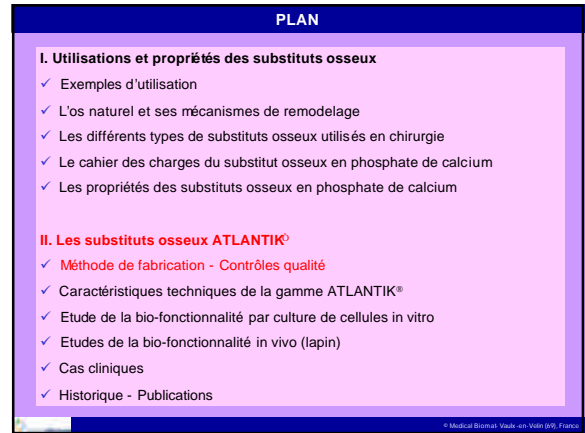
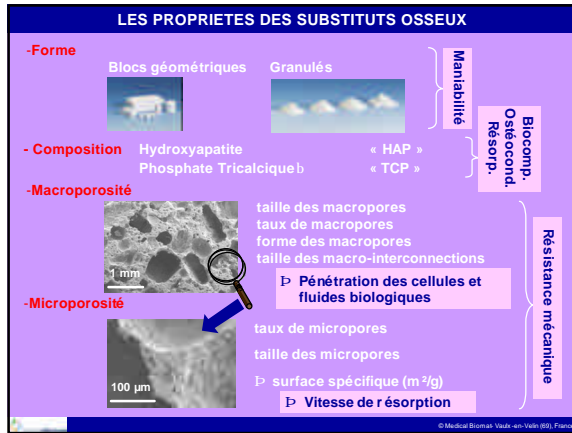
### CAHIER DES CHARGES

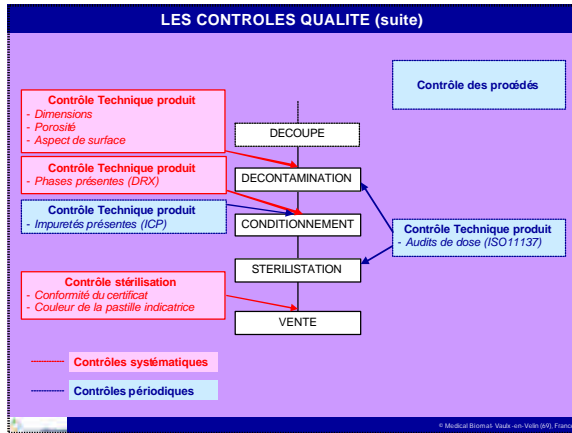
Exemple : « ostéotomie tibiale »

CAHIER DES CHARGES  
SUBSTITUT OSSEUX

1. Biocompatible
2. Oséoconducteur
3. Biorésorbable
4. De forme adaptable
5. Résistant mécaniquement

Images : site Internet Ma Brise Orthopédique





### PLAN

#### I. Utilisations et propriétés des substituts osseux

- ✓ Exemples d'utilisation
- ✓ L'os naturel et ses mécanismes de remodelage
- ✓ Les différents types de substituts osseux utilisés en chirurgie
- ✓ Le cahier des charges du substitut osseux en phosphate de calcium
- ✓ Les propriétés des substituts osseux en phosphate de calcium

#### II. Les substituts osseux ATLANTIK®

- ✓ Méthode de fabrication - Contrôles qualité
- ✓ Caractéristiques techniques de la gamme ATLANTIK®
- ✓ Etude de la bio-fonctionnalité par culture de cellules in vitro
- ✓ Etudes de la bio-fonctionnalité in vivo (lapin)
- ✓ Cas cliniques
- ✓ Historique - Publications

### LES FORMES DE LA GAMME ATLANTIK®

**BLOCS**

- Parallélépipèdes
- Cylindres
- Coins
- Formes spécifiques

**2 VARIANTES**

- ATLANTIK® Macro-Ingrowth (Non commercialisé)
- ATLANTIK® Strong (Coins uniquement)

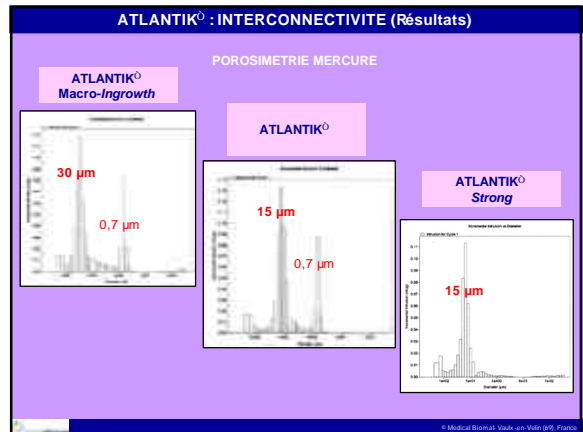
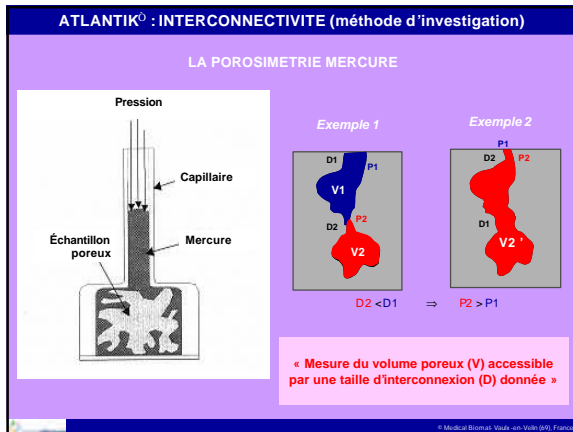
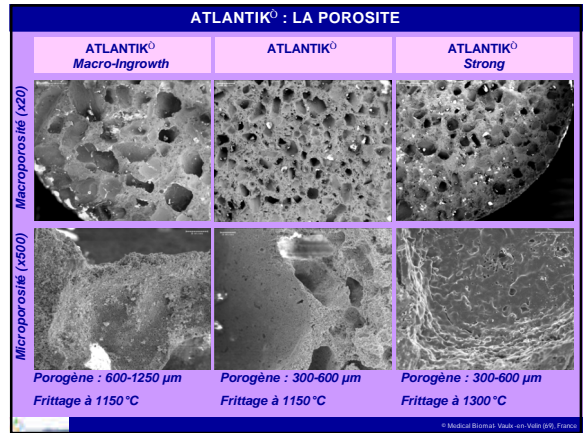
**GRANULES**

- 0,5 mm
- 1 mm
- 2 mm
- 4 mm

### ATLANTIK® : CARACTERISTIQUES

FSID4-FDM-BHA-001	ATLANTIK® Macro-Ingrowth	ATLANTIK®	ATLANTIK® Strong	ATLANTIK® Granulate	Normes / références
Phases cristallo. (Diffraction X)					
Impuretés (ICP : induced coupled plasma)	As < 3 ppm Pb < 30 ppm Hg < 5 ppm Cd < 5 ppm Zn + Cd + Pb < 50 ppm Fe + Cu + W + Si < 500 ppm Mg < 9000 ppm Na < 10000 ppm F < 150 ppm Ni < 10 ppm Mn < 48 ppm Cr < 100 ppm Al < 100 ppm Zr < 500 ppm				ISO13779-1 (2000), §4.2
Dimensions	± 0,5 mm (sauf forme spécifique)			0,5 mm : 300-600 µm 1 mm : 600-1250 µm 2 mm : 1250-2500 µm 4 mm : 2500 - 4000 µm	

ATLANTIK <sup>®</sup> : CARACTERISTIQUES					
FS04-FDM-SHA-001	ATLANTIK <sup>®</sup> Macro-Ingrowth	ATLANTIK <sup>®</sup>	ATLANTIK <sup>®</sup> Strong	ATLANTIK <sup>®</sup> Granulate	Normes / Référence
% porosité	71 ± 3%	70 ± 2%	60 ± 2%		
Taille du porogène	600-1250 µm	300-600 µm	300-600 µm		
Résistance en compression	1,5 MPa	10 MPa	20 MPa		
Teneur en endotoxines (LAL)	< 2,5 EU				PHEUR 82.6.14 (SE2408)
Stérilité	STERILE (SAL = 10 <sup>-6</sup> )				ISO 11137 (1995) NF EN 552 (1994)



### PLAN

**I. Utilisations et propriétés des substituts osseux**

- ✓ Exemples d'utilisation
- ✓ L'os naturel et ses mécanismes de remodelage
- ✓ Les différents types de substituts osseux utilisés en chirurgie
- ✓ Le cahier des charges du substitut osseux en phosphate de calcium
- ✓ Les propriétés des substituts osseux en phosphate de calcium

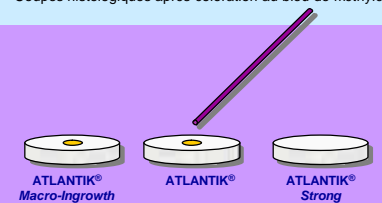
**II. Les substituts osseux ATLANTIK®**

- ✓ Méthode de fabrication - Contrôles qualité
- ✓ Caractéristiques techniques de la gamme ATLANTIK®
- ✓ Etude de la bio-fonctionnalité par culture de cellules *in vitro*
- ✓ Etudes de la bio-fonctionnalité *in vivo* (lapin)
- ✓ Cas cliniques
- ✓ Historique - Publications

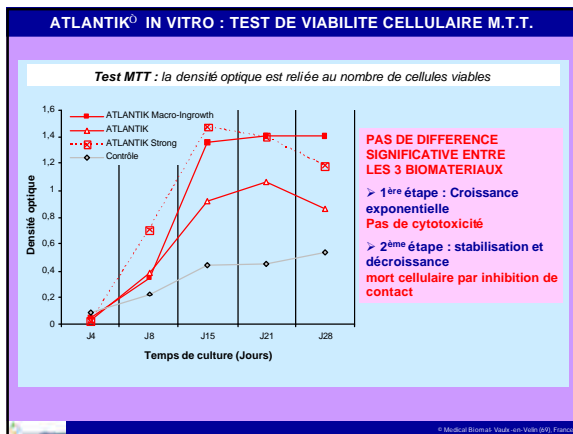
© Medical Biomaterials (M.B.), France

### ATLANTIK® IN VITRO : PROTOLE

- Culture d'**ostéoblastes** (prélevés sur explants d'os spongieux humain)
- Sur les **3 types de substituts osseux**
- Pendant **4, 8, 15, 21 et 28 jours**
- Essais réalisés :
  - Imagerie MEB
  - Coupes histologiques après coloration au bleu de méthylène



© Medical Biomaterials (M.B.), France



### ATLANTIK® IN VITRO : OBSERVATIONS M.E.B. ET HISTOLOGIQUES

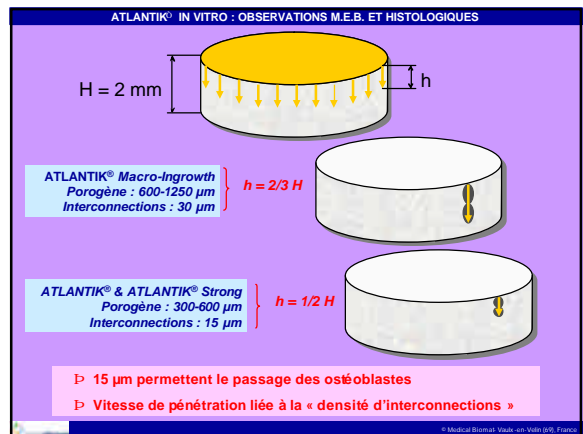
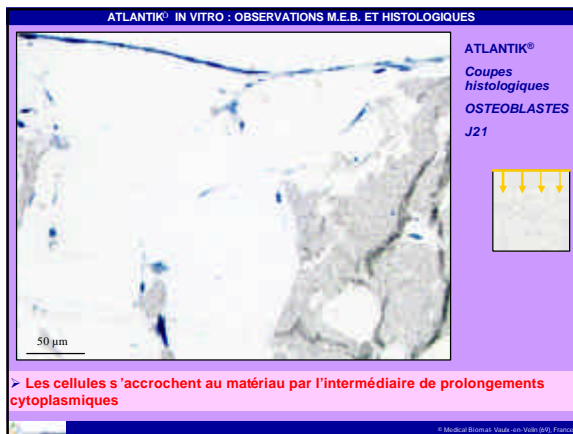
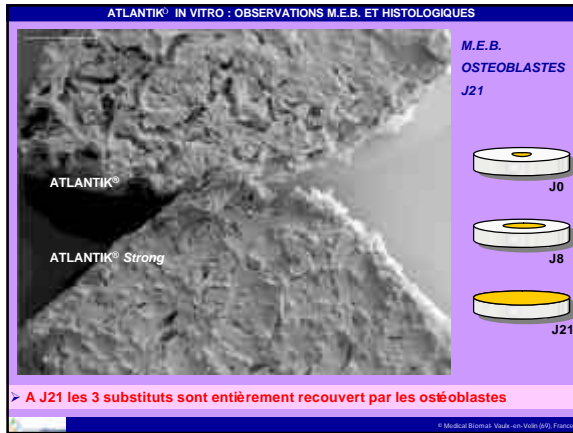


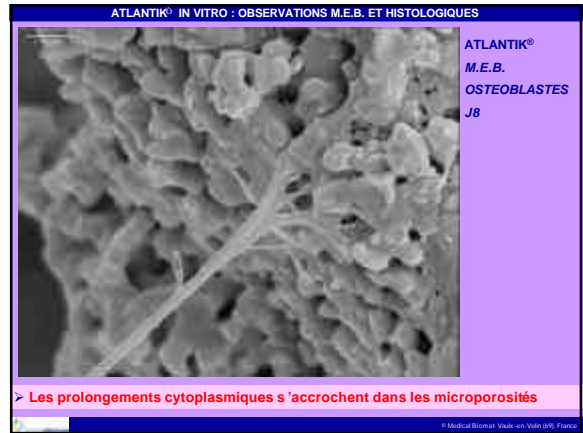
**ATLANTIK®  
M.E.B.  
OSTEOBLASTES  
J8**



➢ La croissance cellulaire se fait de façon centrifuge à partir de la goutte d'ensemencement

© Medical Biomaterials (M.B.), France





**PLAN**

**I. Utilisations et propriétés des substituts osseux**

- ✓ Exemples d'utilisation
- ✓ L'os naturel et ses mécanismes de remodelage
- ✓ Les différents types de substituts osseux utilisés en chirurgie
- ✓ Le cahier des charges du substitut osseux en phosphate de calcium
- ✓ Les propriétés des substituts osseux en phosphate de calcium

**II. Les substituts osseux ATLANTIK®**

- ✓ Méthode de fabrication - Contrôles qualité
- ✓ Caractéristiques techniques de la gamme ATLANTIK®
- ✓ Etude de la bio-fonctionnalité par culture de cellules in vitro
- ✓ Etudes de la bio-fonctionnalité in vivo (lapin)
- ✓ Cas cliniques
- ✓ Historique - Publications

© Medical Biomaterials - Vahid - Vahid (97), France

**ATLANTIK® IN VIVO (LAPINS) : METHODOLOGIE**

**OBJECTIF : Étudier l'intégration osseuse des 3 types d'implants à 3 et 6 mois chez le lapin**

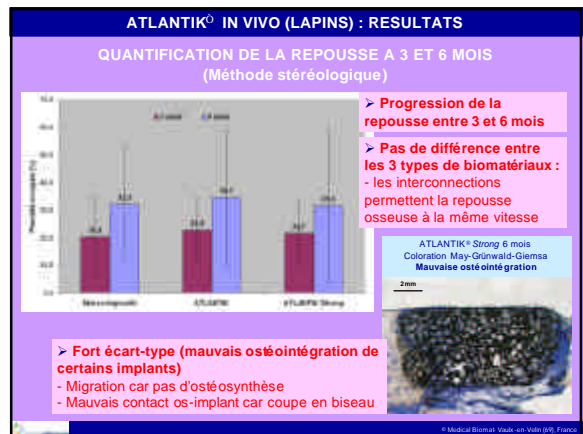
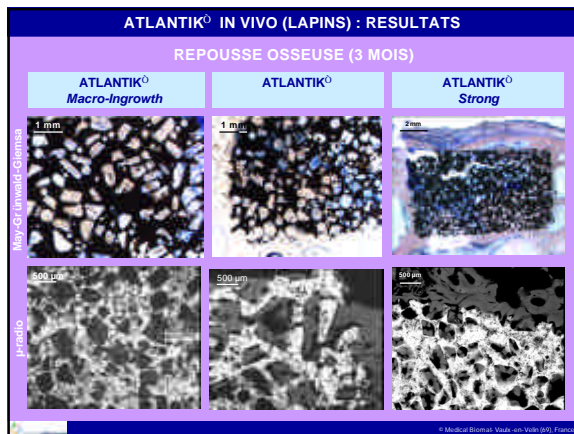
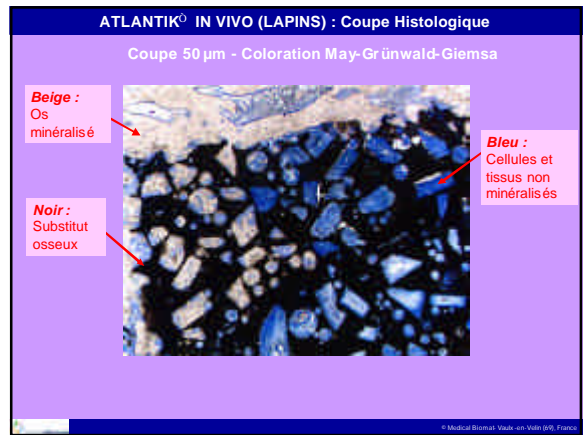
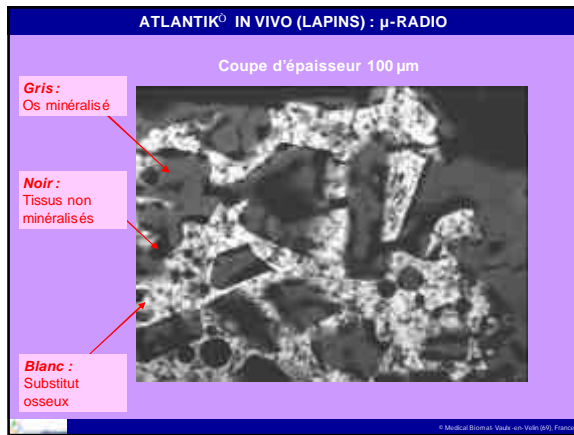
Coupe en biseau

Pour chaque lapin : Implantation dans l'ulna de chacune des pattes antérieures (2 types d'implant par lapin)

	3 mois		6 mois
Lapin 1	A & MI	Lapin 7	A & MI
Lapin 2	A & MI	Lapin 8	A & MI
Lapin 3	A & S	Lapin 9	A & S
Lapin 4	A & S	Lapin 10	A & S
Lapin 5	MI & S	Lapin 11	MI & S
Lapin 6	MI & S	Lapin 12	MI & S

A : ATLANTIK®  
MI : ATLANTIK® Macro-Ingrowth  
S : ATLANTIK® Strong

© Medical Biomaterials - Vahid - Vahid (97), France



**ATLANTIK<sup>®</sup> IN VIVO (LAPINS) : RESULTATS**

**QUALITE DE LA REPOUSSE OSSEUSE**



200 µm  
Lumière normale  
ATLANTIK<sup>®</sup> (6 mois)



500 µm  
ATLANTIK<sup>®</sup> Strong (3 mois)



200 µm  
Lumière polarisée

➤ La densité de l'os minéralisé présent dans les porosités est équivalente à celle de l'os environnant

➤ Le tissu osseux formé dans les porosités est bien lamellaire

© Medical Biomaterials, France

**ATLANTIK<sup>®</sup> IN VIVO (LAPINS) : RESULTATS**

**RESORPTION (6 MOIS)**

ATLANTIK <sup>®</sup> <i>Macro-Ingrowth</i>	ATLANTIK <sup>®</sup>	ATLANTIK <sup>®</sup> <i>Strong</i>
		
<p><b>RESORPTION :</b></p> <p>Macro-Ingrowth &gt; ATLANTIK<sup>®</sup> &gt; Strong</p> <p>Résorption par les ostéoclastes ? ou érosion mécanique ? ou dissolution aux joints de grain ? ➤ Les 3 ?</p>		

© Medical Biomaterials, France

**PLAN**

**I. Utilisations et propriétés des substituts osseux**

- ✓ Exemples d'utilisation
- ✓ L'os naturel et ses mécanismes de remodelage
- ✓ Les différents types de substituts osseux utilisés en chirurgie
- ✓ Le cahier des charges du substitut osseux en phosphate de calcium
- ✓ Les propriétés des substituts osseux en phosphate de calcium

**II. Les substituts osseux ATLANTIK<sup>®</sup>**

- ✓ Méthode de fabrication - Contrôles qualité
- ✓ Caractéristiques techniques de la gamme ATLANTIK<sup>®</sup>
- ✓ Etude de la bio-fonctionnalité par culture de cellules in vitro
- ✓ Etudes de la bio-fonctionnalité in vivo (lapin)
- ✓ Cas cliniques
- ✓ Historique - Publications

© Medical Biomaterials, France

**ATLANTIK<sup>®</sup> : INSTRUCTIONS DE POSE**

➤ **Vérifications préalables :**

- Vérifier la présence de la pastille rouge indicatrice de stérilisation
- Vérifier que le conditionnement n'est pas endommagé
- Vérifier la date de péremption

➤ **Préparation :**

- Imprégner l'implant avec du sérum ou de la moelle osseuse autogène

➤ **Pose :**

- Il faut veiller au bon contact os / implant  
  - Usinage blocs : scies sagittales – meules diamantées
- Veiller à la bonne stabilité de l'implant
- Mettre en place une structure de soutien si les contraintes sont trop importantes pour la céramique

➤ **Suivi :**

- Suivi radiologique : positionnement - cicatrisation  
  - Se reporter à la notice du fabricant

© Medical Biomaterials, France

**ATLANTIK® : CAS CLINIQUES EN ORTHOPEDIE**

Pr. Carret, Octobre 2001 (Hôpital Édouard Herriot, Lyon)  
**REPRISE DE PTH**

Pré-op. Post-op.

« Au niveau du cotyle :  
comblement des trous des plots  
qui sont importants (2 cm) par des  
cubes ATLANTIK® »

© Medical Biomaterials, Vaulx-en-Velin (69), France

**ATLANTIK® : CAS CLINIQUES EN ORTHOPEDIE**

Pr. Carret, Janvier 2003 (HEH)

Mme ARAG 07/2002 (pré-op.)

**RUPTURE LCP +  
OSTEOTOMIE TIBIALE DE  
VALGISATION PAR ADD. INT.**

03/2003 (2 mois)

01/2003 (post-op)

Pose ATLANTIK® Strong  
Blocs cassés

Début d'ostéointégration

03/2003 (2 mois)

© Medical Biomaterials, Vaulx-en-Velin (69), France

**ATLANTIK® : CAS CLINIQUES EN CHIRURGIE DENTAIRE**

Dr H. Godefroy, 2002  
**ODONTOLOGIE**

08/08/2003 : Pré-op. 25/08/2003 : Post-op.

Douleur et mobilité autour de la 45

**Diagnostic :**  
inflammation étendue autour de la 45. Passage de la sonde le long de la racine.

08/08/2003 : prescription antibiotique Zithromax pendant 3 jours

25/08/2003 : curetage puis implantation ATLANTIK® Granulés 0,5 mm  
Pas de suture, pas de ciment.

05/12/2003 : 4 mois

15/12/2003 (4 mois) : « dent fixe, pas d'inflammation gengivale, la sonde ne pénètre plus le long de la racine »

© Medical Biomaterials, Vaulx-en-Velin (69), France

**ATLANTIK® : CAS CLINIQUES EN IMPLANTOLOGIE DENTAIRE**

Pose ATLANTIK® Granulés 0,5 mm

Dr H. Godefroy, 2002  
**RELEVEMENT DE LA  
CRETE ALVEOLAIRE  
EN 1 TEMPS**

Fermeture

À 6 mois : « bonne consolidation de l'os et stabilité de l'implant »

© Medical Biomaterials, Vaulx-en-Velin (69), France



**ATLANTIK®**  
Substitut osseux synthétique

- > Premières recherches : Sep. 1998
- > Premières implantations cliniques : Octobre 2001 (Hôpital Edouard Herriot, Lyon)
- > Publications :
  - BIGNON et al. « Effect of ball milling on the processing of bone substitutes with calcium phosphate powders » *Journal of Biomedical Material Research, applied biomaterials* 63 (2002) 619-626.
  - CHOUTET, U et al. « Culture cellulaire d'ostéoblastes et de fibroblastes sur substitut osseux poreux en phosphate de calcium » : *Revue de chirurgie orthopédique* 89 (2003) 44-52.
  - BIGNON et al. « Effect of micro and macroporosity of bone substitutes on their mechanical properties and cellular response » : *Journal of material science : materials in medicine* 14 (2003) 1069-1097.

