



DOMINIQUE P. PIOLETTI
dominique.pioletti@epfl.ch
GROUPE DE BIOINGÉNÉRIE DE L'OS, CENTRE DE RECHERCHE EN ORTHOPÉDIE,
FACULTÉ STI, EPFL
HÔPITAL ORTHOPÉDIQUE DE LA SUISSE ROMANDE LAUSANNE,



BASTIAN PETER
bastian.peter@epfl.ch
GROUPE DE BIOINGÉNÉRIE DE L'OS, CENTRE DE RECHERCHE EN ORTHOPÉDIE,
FACULTÉ STI, EPFL
HÔPITAL ORTHOPÉDIQUE DE LA SUISSE ROMANDE LAUSANNE,

DÉVELOPPEMENT D'UN NOUVEL IMPLANT ORTHOPÉDIQUE UTILISÉ COMME *DRUG DELIVERY SYSTEM*

APPROCHE THÉORIQUE PAR LA MÉTHODE DES ÉLÉMENTS FINIS

La perte osseuse autour des implants après une arthroplastie totale de la hanche est la cause principale des échecs de cette chirurgie. Le taux d'échec peut dépasser les 30% après 15 ans pour des patients âgés de moins de 50 ans. Une chirurgie de révision où l'ancien implant est remplacé par un nouvel implant est alors effectuée. Cependant, cette seconde opération induit de fréquentes complications.

Afin de diminuer le problème de la perte osseuse autour des implants, notre groupe a proposé une nouvelle approche dans le développement des implants orthopédiques. Les implants ne sont plus seulement utilisés comme une structure de support mécanique, mais également comme un *drug delivery system*. Pour réaliser ce nouveau concept, la tige d'une prothèse de hanche est sélectivement recouverte d'un agent actif (bisphosphonates) afin de contrôler localement la repousse osseuse.

Dans cette approche, il est primordial de déterminer les concentrations optimales ainsi que la localisation sur l'implant de l'agent actif. Nous avons donc développé un outil numérique, basé sur la méthode des éléments finis, qui permet d'anticiper les effets de l'agent actif sur la repousse osseuse. Afin d'identifier les paramètres apparaissant dans le modèle théorique, nous avons utilisé les données publiées d'une étude clinique en phase III de l'agent actif concerné. Cette approche permet d'avoir des valeurs numériques pour notre modèle ayant une réalité clinique. Nous avons ensuite simulé numériquement différentes situations afin de définir les concentrations et localisations sur l'implant afin d'obtenir un remodeling optimal de l'os.

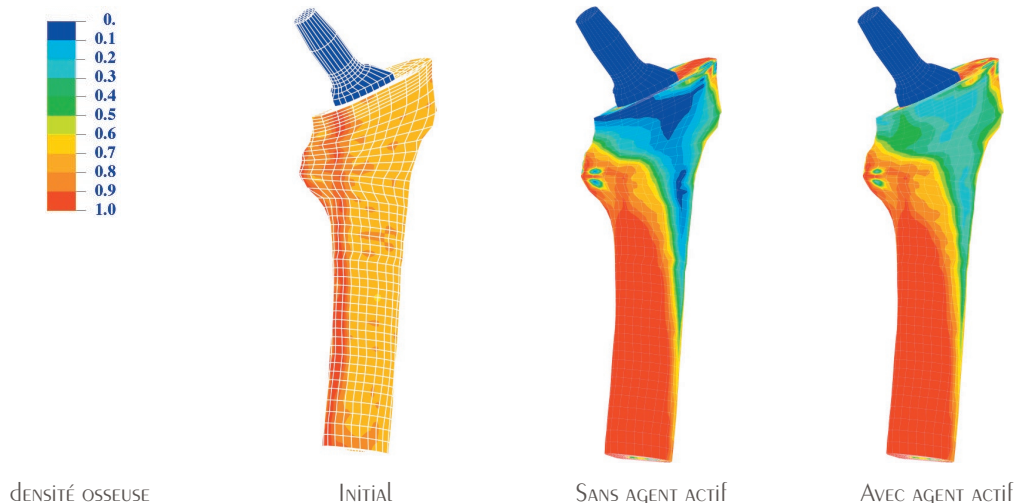


fig. 1 – DENSITÉ OSSEUSE AUTOUR D'UN IMPLANT DE HANCHE: IMMÉDIATEMENT APRÈS OPERATION (Initial), APRÈS 2 ANS SANS AGENT ACTIF, APRÈS 2 ANS AVEC AGENT ACTIF. LE CODE DES COULEURS INDIQUE EN ORANGE (■) UNE DENSITÉ ÉLEVÉE D'OS ET EN BRUN (■) UNE DENSITÉ FAIBLE D'OS.

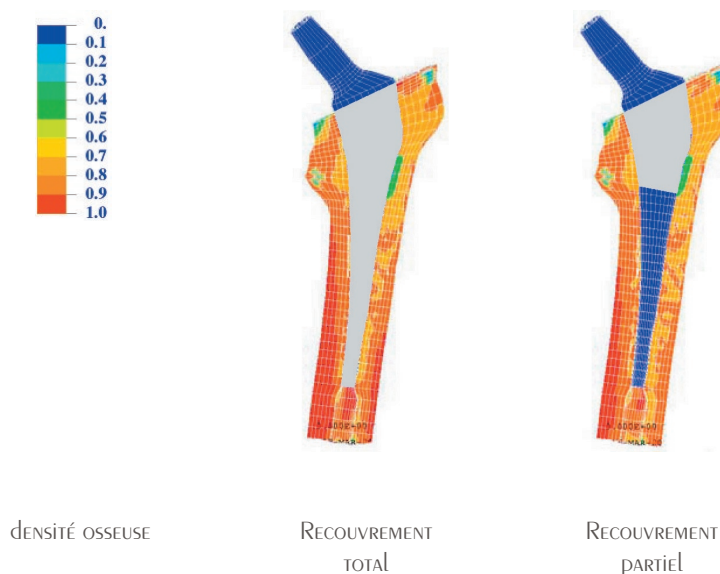


fig. 2. DENSITÉ OSSEUSE AUTOUR D'UN IMPLANT DE HANCHE APRÈS 2 ANS: AVEC AGENT ACTIF RECOUVRANT TOUTE LA SURFACE DE L'IMPLANT (TRAMÉ), AVEC AGENT ACTIF RECOUVRANT PARTIELLEMENT LA SURFACE DE L'IMPLANT (GRIS). LE CODE DES COULEURS INDIQUE EN ORANGE (■) UNE DENSITÉ ÉLEVÉE D'OS ET EN BRUN (■) UNE DENSITÉ FAIBLE D'OS.

Sur la figure 1, on voit que l'effet du recouvrement de l'implant par un agent actif permet de diminuer la perte osseuse dans la partie supérieure de l'implant. Avec ce type de modélisation, nous avons pu montrer qu'une concentration de 10 mg de bisphosphonates donnait des résultats optimaux et qu'il est inutile d'aller à des doses plus élevées.

Afin de déterminer les zones sur l'implant où l'agent actif devrait être déposé, nous avons effectué plusieurs simulations en faisant varier ce paramètre.

Sur la figure 2, on remarque que le recouvrement partiel avec une concentration de 10 mg de bisphosphonates permet d'obtenir une diminution de la perte osseuse dans la partie supérieure de l'implant sans augmenter de façon pathologique la densité osseuse dans la partie inférieure de l'implant (*a contrario* de l'implant ayant un recouvrement total d'agent actif).

Ce type de modèle numérique nous a donc permis de déterminer des concentrations et localisations sur l'implant pour obtenir une densité osseuse optimale.

Les résultats de cette étude ont été utilisés pour établir un protocole in vivo sur le rat. Cette étude in vivo vient de se terminer et confirme que le concept d'implant orthopédique utilisé comme *drug delivery system* a un important potentiel dans l'amélioration à long terme des implants orthopédiques. ■

