



PFC^{2D} et **PFC^{3D}** (**Particle Flow Code**) sont des logiciels bi- et tri-dimensionnel, basés sur la méthode des éléments distincts, dont l'algorithme de **résolution explicite** traite idéalement des **comportements non-linéaires**, en **grands déplacements** (glissements et ouvertures) et en **grandes déformations**.

La **version 4.0**, désormais en **64 bits**, donne la possibilité de générer des modèles de **taille virtuelle illimitée**. Elle propose une **amélioration de la librairie FishTank** qui permet désormais de créer son propre assemblage compacté de particules ainsi que la génération automatique de particules non sphériques (clumps) et d'assemblages à raffinement variable. Elle intègre également un **nouveau modèle de joints glissants** permettant de simuler le comportement à l'interface sans se soucier de l'orientation des contacts entre les particules le long de cette interface. Ce développement permet de simuler directement dans **PFC** le comportement des joints, tels que définis dans **UDECI/3DEC**. A l'option Fluide disponible depuis la version 3.1 s'ajoute la **nouvelle option CCFD** qui permet le couplage de la Méthode des Eléments Discrets à un véritable **logiciel de dynamique des Fluides**, appelé FINAS/CFD. Enfin, une **nouvelle aide en ligne, accessible via l'interface utilisateur**, améliore la convivialité de l'outil.

■ DOMAINES D'APPLICATION

PFC est utilisé pour l'analyse, l'expérimentation et la recherche dans tous les domaines pour lesquels l'interaction de corps discrets, présentant des grandes déformations et/ou de la fracturation, est requise. **PFC** s'applique aux domaines du **génie civil**, du **génie des matériaux**, de l'**ingénierie des procédés** et de l'**industrie agro-alimentaire** ou **chimique** :

- Analyse des mécanismes d'endommagement et de rupture de roches et matériaux cohésifs, soumis à une sollicitation mécanique, thermique ou hydraulique,
- Modélisation de l'écoulement des matériaux discrets, dans le cas d'éboulement, de convoyage, de transport,
- Analyse du comportement des matériaux soumis à une fatigue cyclique ou statique, à court ou à long terme,
- Optimisation des machine-outils - mélange, séparation/ségrégation de compositions granulaires,
- Optimisation du processus de compactage d'une poudre et de l'éjection du produit fini,
- Etude des phénomènes à l'origine de l'écrasement et de la dislocation des matériaux.

■ CAPACITES TECHNIQUES

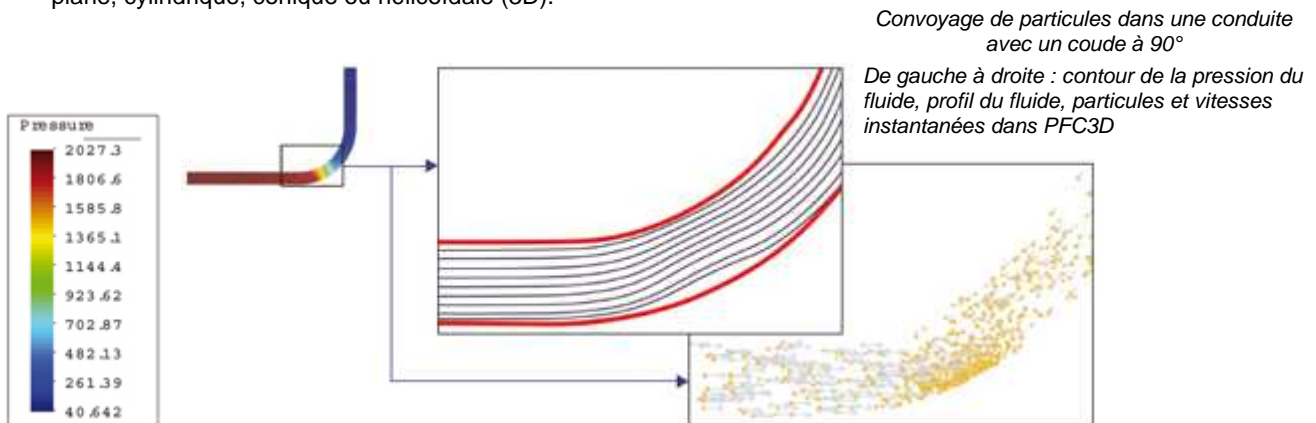
PRINCIPES & METHODE DE RESOLUTION

PFC est un programme permettant la **modélisation du mouvement et de l'interaction de corps discrets**. Le milieu discret est traité par un assemblage de particules, supposées rigides qui se déforment localement aux points de contact. Les **particules peuvent être indépendantes** pour modéliser un matériau granulaire (sable, gravier) **ou liées les unes aux autres** pour représenter un matériau solide (béton, roche) dans lequel la fissuration apparaît par rupture progressive des liaisons cimentées inter-particulaires.

La **méthode des Eléments Distincts** permet la modélisation de la **propagation d'ondes dynamiques** à travers l'assemblage de particules, sans aucune limitation quant aux déplacements, rotations, séparations.

ELEMENTS CONSTITUTIFS

- **Particule** : circulaire ou cylindrique (en 2D) et sphérique (en 3D), de taille arbitraire.
- « **Clump** » : assemblage de particules incassable de forme quelconque.
- « **Cluster** » : assemblage de particules cassable liées en leurs points de contact.
- **Paroi** : élément plan ou courbe (2D) et de géométrie plane, cylindrique, conique ou hélicoïdale (3D).
- **Joint** : élément permettant la génération automatique de fractures au sein d'un massif rocheux.
- « **Approche mixte** » : Depuis la version 3.1, **PFC** permet de coupler directement un modèle continu à un modèle discontinu (AC/DC : Adaptive Continuum/Discontinuum Code).



MODELES DE COMPORTEMENT

Des modèles de contact, **des plus simples aux plus complexes**, sont prédéfinis dans *PFC*. Ceux-ci peuvent être activés indépendamment les uns des autres, soit sur l'ensemble des contacts soit sur certains d'entre eux.

- Modèles **Rigides** (linéaire ou non-linéaire)
- Modèle de **Glissement**
- Modèle **Visqueux**
- Modèles **Cohésifs** (cimentation en un point ou sur une surface de contact)
- Modèles **Alternatifs**
 - Viscoélastique simple
 - Ductile simple
 - Déplacements adoucis
- Modèle de joints glissants

L'utilisateur peut également **développer ses propres modèles de comportement en C++** (*option*). L'utilisation de cette option permet de **réduire les temps de simulation d'un facteur 10** par rapport à une programmation *FISH* traditionnelle. Par ailleurs, l'utilisateur a accès aux modèles de comportement développés par d'autres utilisateurs *PFC^{2D/3D}*, disponibles sur notre site web <http://www.itasca-udm.com/>

CONDITIONS INITIALES & CONDITIONS AUX LIMITES

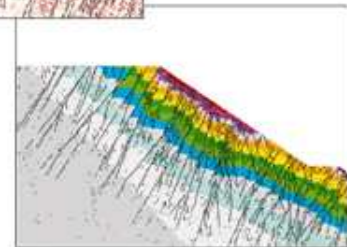
Des conditions initiales et aux limites **en vitesse, force et contrainte** sont facilement applicables **à tout ou une partie du modèle**, par l'intermédiaire de commandes *PFC* ou de fonctions *FISH* pré-définies.

SOLLICITATIONS

- **Mécanique** : simulation d'une excavation, d'un champ de déplacement ou de contrainte, d'un chargement ...
- **Dynamique** : simulation d'une vibration, d'un séisme ou d'une explosion,
- **Fluage** : simulation des phénomènes de vieillissement du matériau (des contacts) soumis un chargement statique, par modification des propriétés micro-mécaniques,
- **Thermique** (*option*) : modélisation des phénomènes de stockage et de conduction thermique, pouvant engendrer des déplacements relatifs et le développement de forces induites, jusqu'à endommagement ou la rupture du matériau,
- **Hydraulique** (*option*) : simulation de l'interaction entre des particules et un fluide incompressible, par réalisation d'un couplage biunivoque : des forces d'écoulement, fonctions du gradient de pression, sont appliquées sur les particules, et la variation de porosité engendrée par le déplacement des particules modifie le gradient de pression.



Analyse de la stabilité d'une roche : visualisation des déformations normales (rouge) et en cisaillement (en noir) et du déplacement horizontal des particules (en niveau de couleurs), à la suite de l'excavation.



MACRO-LANGAGE FISH

Tous les logiciels ITASCA possèdent le macro-langage *FISH*, qui peut être utilisé pour définir des variables, écrire des fonctions, automatiser les procédures en vue d'analyses paramétriques, créer un servo-contrôle pour optimiser l'application des conditions aux limites du modèle ...

RECONNAISSANCE INTERNATIONALE

ITASCA Consultants S.A.S. – expert international en modélisation numérique – offre **une vision nouvelle de la modélisation numérique** par l'intermédiaire de son savoir-faire et de ses **solutions logicielles**. Au carrefour de la prestation de conseil et de la Recherche & Développement, ITASCA Consultants S.A.S. met en place des solutions numériques originales pour répondre aux besoins spécifiques des organismes publics, des bureaux d'études et des organismes de contrôle.

ASSISTANCE

Une assistance gratuite (téléphone/fax/email) vous oriente dans le choix du logiciel, puis vous aide lors de son installation sur votre ordinateur personnel.

Les dernières mises à jour sont accessibles gratuitement sur le site www.itascacg.com Des formations en groupe ou individuelles sont régulièrement organisées par les différents bureaux ITASCA. N'hésitez pas à nous contacter ITASCA peut également vous fournir, en tant que prestataire, une aide personnalisée pour la résolution de problèmes techniques et la rédaction de procédures.



ITASCA Consultants S.A.S.

64, Chemin des Mouilles, F-69134 ECULLY Cedex
Tél. : 33 (0)4 72 18 04 20 - Fax : 33 (0)4 72 18 04 21
Email : itasca@itasca.fr - Site Web : www.itasca.fr

Ventes et conseil:
Fabian DEDECKER,
f.dedecker@itasca.fr