vitesse dans la direction z :

$$a_t w_t = \sum_{i=1}^{N} w_i + b + (P_P - P_T)\Delta x \Delta y \quad (10.7)$$

En conclusion, si le champ de pression est connu (ou deviné), il est possible de calculer le champ des vitesses à partir des équations ci-dessus.

Après avoir deviné le champ de pression et calculé un champ *hypothétique* de vitesses, il reste à corriger l'estimation initiale de la pression afin de converger vers la solution exacte. Si P^* est la pression devinée et P' la correction de pression, la nouvelle pression sera calculée avec :

$$P = P^* + P',$$

il ne reste quà trouver une équation pour P'.

Les composantes de vitesse corrigées s'obtiennent de manière analogue :

$$u = u^* + u', \quad v = v^* + v', \quad w = w^* + w'$$

et les corrections u', v' et w' sont déterminées si les corrections de pression P' sont connues.

Si l'équation (10.5) est utilisée avec le champ deviné P^*, on obtient, après soustraction de (10.5) :

$$a_e u_e' = \sum_{i=1}^{N} a_i u_i' + (P_P' - P_E')\Delta y \Delta z.$$

Etant donné qu'à la convergence $u_i' = 0$, le second terme ci-dessus sera admis comme étant nul et la correction de vitesse sera calculée avec :

$$a_e u_e' = (P_P' - P_E')\Delta y \Delta z.$$

En trois dimensions, les corrections de vitesse s'obtiennent avec :

$$u_e = u_e^* + d_e(P_P' - P_E')$$

$$v_n = v_n^* + d_n(P_P' - P_N')$$

$$w_t = w_t^* + d_t(P_P' - P_T').$$

où

$$d_e = \frac{\Delta y \Delta z}{a_e}, \quad d_n = \frac{\Delta x \Delta z}{a_n}, \quad d_t = \frac{\Delta x \Delta y}{a_t}.$$

Enfin, l'équation de correction de pression s'obtient en remplaçant les équations de correction des vitesses dans l'équation de continuité. Le résultat obtenu est :

$$a_P P_P' = a_E P_E' + a_W P_W' + a_N P_N' + a_S P_S' + a_T P_T' + a_B P_B' + b$$

où

$$a_E = \rho_e d_e \Delta y \Delta z, \quad a_W = \rho_w d_w \Delta y \Delta z$$

$$a_N = \rho_n d_n \Delta x \Delta z, \quad a_S = \rho_s d_s \Delta x \Delta z$$

$$a_T = \rho_t d_t \Delta x \Delta y, \quad a_B = \rho_b d_b \Delta x \Delta y$$

$$a_P = a_E + a_W + a_N + a_S + a_T + a_B$$

$$b = \frac{(\rho_P^o - \rho_P)\Delta x \Delta y \Delta z}{\Delta t} + [(\rho u^*)_w - \rho u^*)_e]\Delta y \Delta z +$$
$$+[(\rho v^*)_s - \rho v^*)_n]\Delta z \Delta x + [(\rho w^*)_b - (\rho w^*)_t]\Delta x \Delta y.$$

A présent, l'algorithme SIMPLE permettant de résoudre les équations de conservation en variables primitives est expliqué. Cet algorithme se décompose en 7 étapes qui sont énumérées ci-dessous.

1. Estimer ou deviner le champ de pression P^*.
2. Résoudre les équations de Navier-Stokes pour obtenir les composantes de vitesse u^*, v^*, et w^*.
3. Résoudre l'équation de correction de pression.
4. Calculer la pression $P = P^* + P'$.
5. Calculer les composantes de vitesse à partir des valeurs u^*, v^* et w^* en utilisant les relations :

$$u_e = u_e^* + d_e(P_P' - P_E')$$

$$v_n = v_n^* + d_n(P_P' - P_N')$$

$$w_t = w_t^* + d_t(P_P' - P_T').$$

6. Résoudre les autres équations de conservation pour calculer la température ou la concentration si ces équations sont couplées à l'équation du mouvement.
7. La pression P est une nouvelle estimation de la pression P^*, retourner au point 2 et continuer jusqu'à l'obtention d'une solution convergée.

L'algorithme SIMPLE a été modifié afin de réduire le nombre d'itérations nécessaires pour atteindre la convergence. Dans la version SIMPLER, l'équation de pression est résolue d'abord et l'équation de correction de pression est utilisée uniquement pour modifier les vitesses.

10.8 Conclusions

La méthode des volumes finis est utilisée aujourd'hui pour résoudre des problèmes de CFD de géométrie comlexe en 3-D. L'algorithme SIMPLE, proposé par Patankar et Spalding permet de résoudre les équations de transport en variables primitives.