Cas général : Egalité de complétude

$$I = 0\rangle\langle 0 + \frac{1}{1!}\int dp b_\wedge^*(p)0\rangle\langle 0 b_\wedge(p) + \frac{1}{1!}\int dq b_\vee^*(q)0\rangle\langle 0 b_\vee(q)$$

$$+\frac{1}{1!}\int dr\, d_\wedge^*(r)0\rangle\langle 0 d_\wedge(r) + \frac{1}{1!}\int ds d_\vee^*(s)0\rangle\langle 0\, d_\vee(s)$$

$$+\frac{1}{1!1!}\int dpdq b_\wedge^*(p) b_\vee^*(q)0\rangle\langle 0\, b_\vee(q) b_\wedge(p) + ...$$

$$\frac{1}{2!}\int dp_1 dp_2 b_\wedge^*(p_1) b_\wedge^*(p_2)0\rangle\langle 0 b_\wedge(p_2) b_\wedge(p_1) + ...$$

$$\frac{1}{k!l!m!n!}\int dp_1...dp_k...dq_l...dr_m...ds_n b_\wedge^*(p_1)....b_\wedge^*(p_k)...b_\vee^*(q_l)...d_\wedge^*(r_m)...d_\vee^*(s_n)0>$$

$$<0 d_\vee(s_n)...d_\wedge(r_m)...b_\vee(q_l)...b_\wedge(p_k)...b_\wedge(p_1)$$

I conserve chaque vecteurs de base ; exemple

$$I b_\wedge^*(p_1) b_\wedge^*(p_2)0>=$$

$$\frac{1}{2}\int dp_1^{'} dp_2^{'} b_\wedge^*(p_1^{'}) b_\wedge^*(p_2^{'})0><0 b_\wedge(p_2^{'}) b_\wedge(p_1^{'}) b_\wedge^*(p_1^{'}) b_\wedge^*(p_2^{'})0>$$

$$=\frac{1}{2}\int dp_1^{'} dp_2^{'} b_\wedge^*(p_1^{'}) b_\wedge^*(p_2^{'})0>\left(\delta\left(p_1^{'}-p_1\right)\delta\left(p_2^{'}-p_2\right)-\delta\left(p_1^{'}-p_2\right)\delta\left(p_2^{'}-p_1\right)\right)$$

$$=\frac{1}{2} b_\wedge^*(p_1) b_\wedge^*(p_2) - \underbrace{\frac{1}{2} b_\wedge^*(p_2) b_\wedge^*(p_1)0}_{\frac{1}{2} b_\wedge^*(p_1) b_\wedge^*(p_2)0> = b_\wedge^*(p_1) b_\wedge^*(p_2)} \quad >$$

Vecteurs d'états Ψ et fonctions d'ondes A en impulsion

$$\Psi = 0>\underbrace{<0\Psi>}_{A_0} + \frac{1}{1!}\int dp b_\wedge^*(p)0>\underbrace{<0 b_\wedge(p)\Psi>}_{=\sqrt{1!}A_{10,00}(p)}$$

$$+\frac{1}{1!}\int dq b_\vee^*(q)0>\underbrace{<0 b_\vee(q)\Psi>}_{=\sqrt{1!}A_{01,00}(p)} + ...$$

$$+\frac{1}{2!}\int dp_1 dp_2 b_\wedge^*(p_1) b_\wedge^*(p_2)0>\underbrace{<0 b_\wedge(p_2) b_\wedge(p_1)\Psi>}_{=\sqrt{2!}A_{20,00}(p_1,p_2)}$$

Les 4 indices concernent :

Charge + et spineur $\wedge$

Charge + et spineur $\vee$

Charge - et spineur $\wedge$

Charge - et spineur $\vee$

$$\Psi = A_0 0> + \frac{1}{\sqrt{1!}}\int dp A_{10,00}(p) b_\wedge^*(p)0> + \frac{1}{\sqrt{1!}}\int dq A_{01,00}(q) b_\vee^*(q)0> + ...$$

$$\frac{1}{\sqrt{1!1!}}\int dpdq A_{11,00}(p,q) b_\wedge^*(p) b_\vee^*(q)0> + ... + \frac{1}{\sqrt{2!}}\int dp_1 dp_2 A_{20,00}(p_1,p_2) b_\wedge^*(p_1) b_\wedge^*(p_2)0>$$

terme général de Ψ

$$\frac{1}{\sqrt{k!l!m!n!}}\int dp_1\ldots dp_k\ldots dq_l\ldots dr_m\ldots ds_n A_{k,l,m,n}(p_1\ldots p_k\ldots q_l\ldots r_m\ldots s_n)$$

$$b_\wedge^*(p_1)\ldots b_\wedge^*(p_k)\ldots b_\vee^*(q_l)\ldots d_\wedge^*(r_m)\ldots d_\vee^*(s_n)0>$$

avec

$$\sqrt{k!l!m!n!}A_{k,l,m,n}(p_1\ldots s_n) = \langle 0 d_\vee(s_n)...d_\wedge(r_m)...b_\vee(q_l)...b_\wedge(p_k)...b_\wedge(p_1)\Psi\rangle$$

Il en résulte que les fonctions d'onde $A_{k,l,m,n}$ est antisymétrique
en chacun des 4 ensembles de variables : les p, les q, les r, les s