

Partie 1

Divergences UV: apparaissent lors des calculs à boucles à haute énergie, ne sont pas physiques et peuvent être régularisées, la renormalisation des paramètres permet d'obtenir des résultats UV finis.

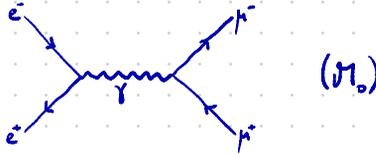
Divergences IR: se manifestent lors de calculs à boucles ou d'émission réelle à basse énergie pour des particules sans masse (ou dans le cas de deux particules collinéaires) sont physiques, mais se compensent entre contributions virtuelles et réelles.

L'origine des divergences IR est la dégénérescence entre un processus à boucle ou d'émission réelle et un processus à l'arbre. Les singularités se compensent entre interférences arbre-boucle et l'émission réelle, c.a.d. lorsqu'on tient compte de toutes les contributions du même ordre.

Partie 2

Processus $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$ avec $\mathcal{L} = -e \bar{\psi} \gamma^\mu \psi A_\mu$

Diagramme à l'arbre:

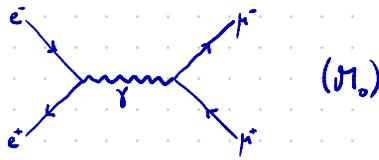


Diagrammes à une boucle:

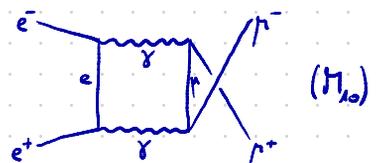
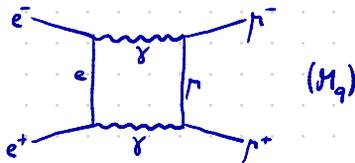
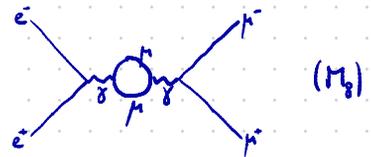
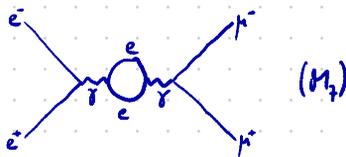
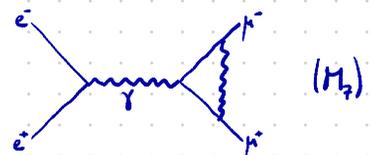
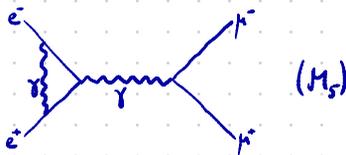
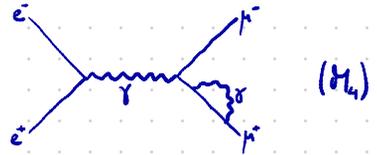
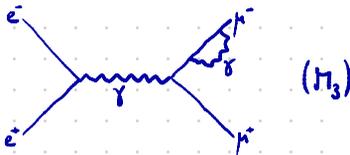
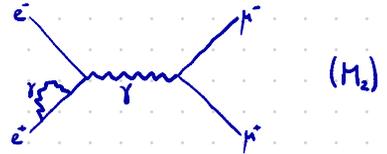
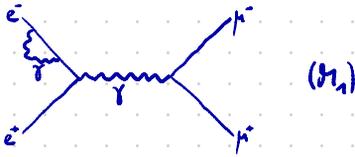
Partie 2

Processus $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$ avec $\mathcal{L}_3 = -e\bar{\psi}\gamma^\mu\psi A_\mu$

Diagrammes à l'arbre:



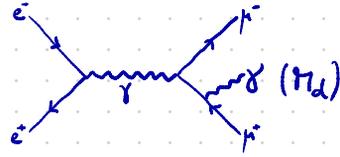
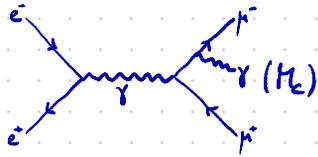
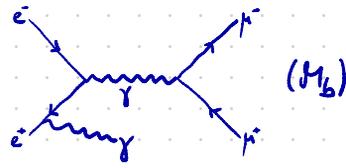
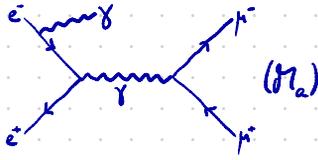
Diagrammes à une boucle:



Diagrammes à boucle divergent dans l'UV:

$\mathcal{M}_1, \mathcal{M}_2, \mathcal{M}_3, \mathcal{M}_4, \mathcal{M}_5, \mathcal{M}_8$

Diagrammes d'émission réelle: $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-\gamma$



Associations qui compensent les divergences IR:

$$M_a M_a^+ \leftrightarrow M_0 M_1^+$$

$$M_c M_c^+ \leftrightarrow M_0 M_3^+$$

$$M_a M_b^+ \leftrightarrow M_0 M_5^+$$

$$M_c M_d^+ \leftrightarrow M_0 M_7^+$$

$$M_a M_e^+ \leftrightarrow M_0 M_9^+$$

$$M_b M_d^+ \leftrightarrow M_0 M_4^+$$

$$M_a M_d^+ \leftrightarrow M_0 M_{10}^+$$

$$M_b M_b^+ \leftrightarrow M_0 M_2^+$$

$$M_b M_e^+ \leftrightarrow M_0 M_9^+$$

$$M_b M_d^+ \leftrightarrow M_0 M_{10}^+$$

Remarque: pas de divergence IR en $M_0 M_7^+$ et $M_0 M_8^+$.