

GUIDE AIRSOFT: JOULES, JOULE CREEP & HPA



LICENCE

Cette œuvre est mise à disposition selon les termes de la [Licence Creative Commons Attribution - Partage dans les Mêmes Conditions 3.0 France](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/fr/).



RÉVISIONS

VERSION	DATE	AUTEUR	DESCRIPTION
0.1	15/02/2020	Galevsky	Partage Nankech

CONTENU

- LICENCE.....2
- RÉVISIONS.....2
- GÉNÉRALITÉS.....3
 - Puissance et énergie.....3
 - Avec une réplique.....3
- Le Joule Creep.....5
 - Cas 1 : le temps de soufflage est optimal pour la bille de référence :.....6
 - Cas 2 : le temps de soufflage est sur-estimé pour la bille de reference.....6
- Réglage du dwell.....7
 - Faire sans réglage dwell.....9
- Tests au chrony.....9
 - Cas 1 : dwell réglé pour la 0.28g.....10
 - Cas 2 : dwell mal-réglé (sur-consommation) pour la 0.28g.....11
- Conclusion.....12

GÉNÉRALITÉS

Puissance et énergie

Commençons par définir quelques notions élémentaires qu'il est important de comprendre pour la suite.

Une **puissance**, c'est une **caractéristique propre** à un système.

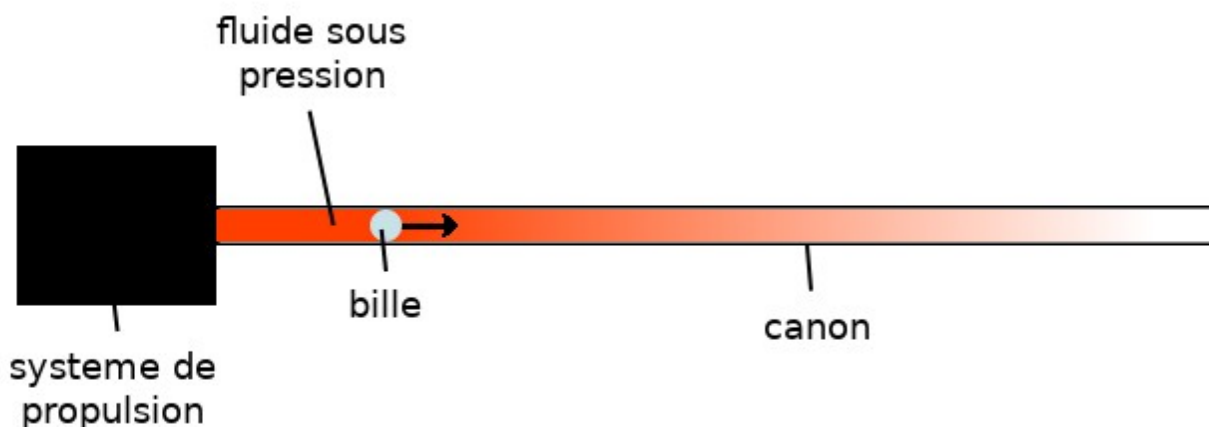
Une **énergie**, c'est le **travail** d'une certaine puissance pendant un certain **temps**.

Ex : un radiateur électrique de puissance 1000 W qui fonctionne pendant 30 minutes va délivrer une certaine quantité d'énergie (appelée « énergie calorifique » ou simplement « chaleur »). Si on le fait fonctionner 1 heure, l'énergie délivrée sera le double.

Si on veut varier la quantité de chaleur produite, on ne peut agir que sur 2 paramètres : soit on fait varier le temps de travail du radiateur, soit on modifie sa puissance (grâce à une petite molette qui permet de ne pas le faire fonctionner à puissance maximale).

Avec une réplique

Et bien c'est tout pareil. Schématiquement, une réplique, c'est ça :



Peu importe le système de propulsion (gaz libéré par une valve, ressort qui pousse un piston, ou bien solénoïde qui libère de l'air pressurisé par un régulateur), on va considérer ça comme une « boîte-noire » parfaite qui délivre pendant un certain temps T de l'air (là-aussi on ne rentrera pas dans les détails de l'air vs CO_2) sous une pression P constante. Il est évident que la pression n'est pas constante dans une vraie réplique, notamment dans un AEG où le ressort doit commencer par parcourir une certaine distance avant de presser le piston à la puissance maximale, mais pour comprendre le principe, nous n'avons pas besoin de nous encombrer avec ces détails. De même pour l'effet hop-up. Pour le cas pratique, nous utiliserons un engine HPA qui est la meilleure solution technique en terme de fiabilité et régularité, car il ne dépend pas des conditions atmosphériques, et la solution du solénoïde qui libère une grande quantité d'air déjà sous pression s'approche au mieux d'une pression P constante tout le long du souffle.

Tout comme notre radiateur, l'énergie transmise par le système de propulsion à la bille ne peut dépendre que de 2 choses :

- la puissance du propulseur, c'est-à-dire la pression P de l'air
- le temps du souffle « efficace », c'est-à-dire la durée pendant laquelle l'air sous pression pousse la bille.

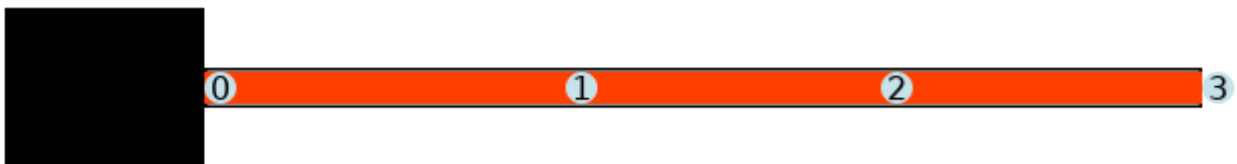
Nous allons faire ici une autre approximation : dès que la bille est sortie du canon, le souffle n'est plus efficace sur la bille. Pour de vrai, il continue à transmettre une petite quantité d'énergie, mais celle-ci est vraiment petite pour des raisons que nous ne verrons pas ici, mais on comprend bien que la vitesse engrangée par la bille fait que le temps de travail du souffle -en pleine perte de pression à cause de l'absence de canon- ne va pas jouer beaucoup sur l'énergie totale transmise.

LE JOULE CREEP

Le Joule Creep, c'est ne pas toucher à la puissance de la réplique, donc la pression P reste inchangée, et changer le grammage de la bille pour que l'énergie transmise soit différente. Bizarre, on a dit que seul le temps T du souffle sur la bille et la puissance P définissait la quantité d'énergie transmise à la bille... et que ça ne dépend de rien d'autre. Et bien c'est toujours vrai : si on reprend l'analogie avec le radiateur électrique de 1000 W qui fonctionnerait 1 heure pour chauffer une pièce, il est vrai que ça ne dépend pas de sa taille, même si la température au bout d'une heure ne sera pas du tout la même dans une très grande pièce ou une toute petite, n'empêche que le radiateur aura délivré la même quantité d'énergie. Ici c'est pareil. Pour qu'il y ait Joule Creep, c'est-à-dire augmentation de l'énergie en sortie de canon de la bille sans avoir modifié la puissance P de la réplique, il faut forcément... que le temps T de soufflage sur la bille ait augmenté.

Une bille plus lourde, avec davantage d'inertie, est plus résistante à la mise en mouvement, et prend donc moins rapidement sa vitesse. Du coup si elles traversent le canon avec moins de vitesse, cela signifie qu'elles y passent plus de temps... et pour un peu que la boîte-noire continue de souffler jusqu'à que la bille lourde quitte le canon, elle aura été poussée par la même pression P mais pendant plus longtemps que dans le cas de la bille légère !

bille de reference

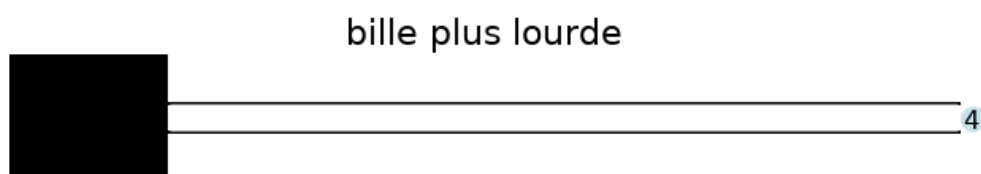
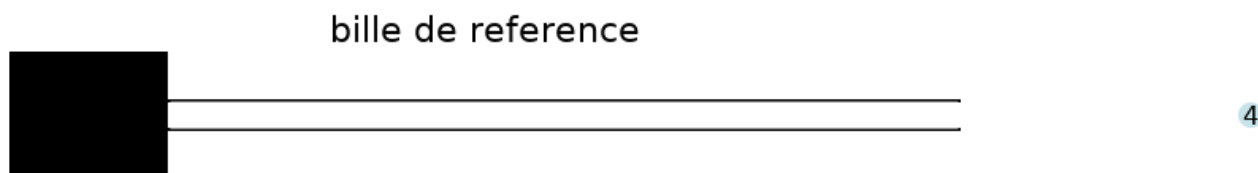


bille plus lourde



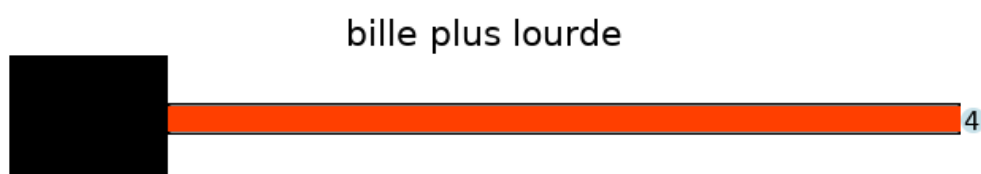
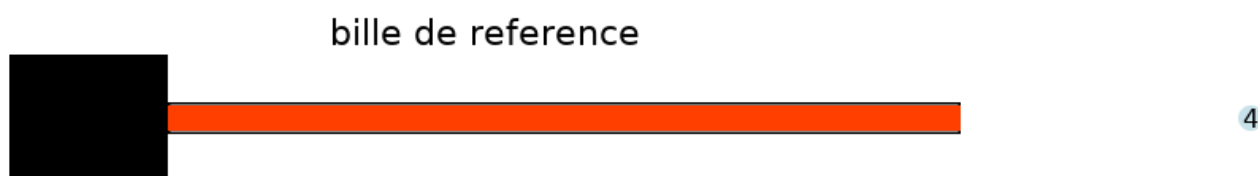
Dans ce schéma, on observe qu'à $t=0$ les billes sont au début du canon, que la bille de référence traverse rapidement le canon jusqu'à $t=3$, et la bille plus lourde n'a pas encore quitté le canon à ce moment-là... deux cas sont alors possibles :

Cas 1 : le temps de soufflage est optimal pour la bille de référence :



à partir de $t=3$, la réplique ne souffle plus et la bille lourde poursuit son trajet jusqu'à sortir du canon quand $t=4$ sans pression exercée dessus. Le temps T du souffle est identique pour les 2 billes, il n'y a pas de Joule Creep.

Cas 2 : le temps de soufflage est sur-estimé pour la bille de reference



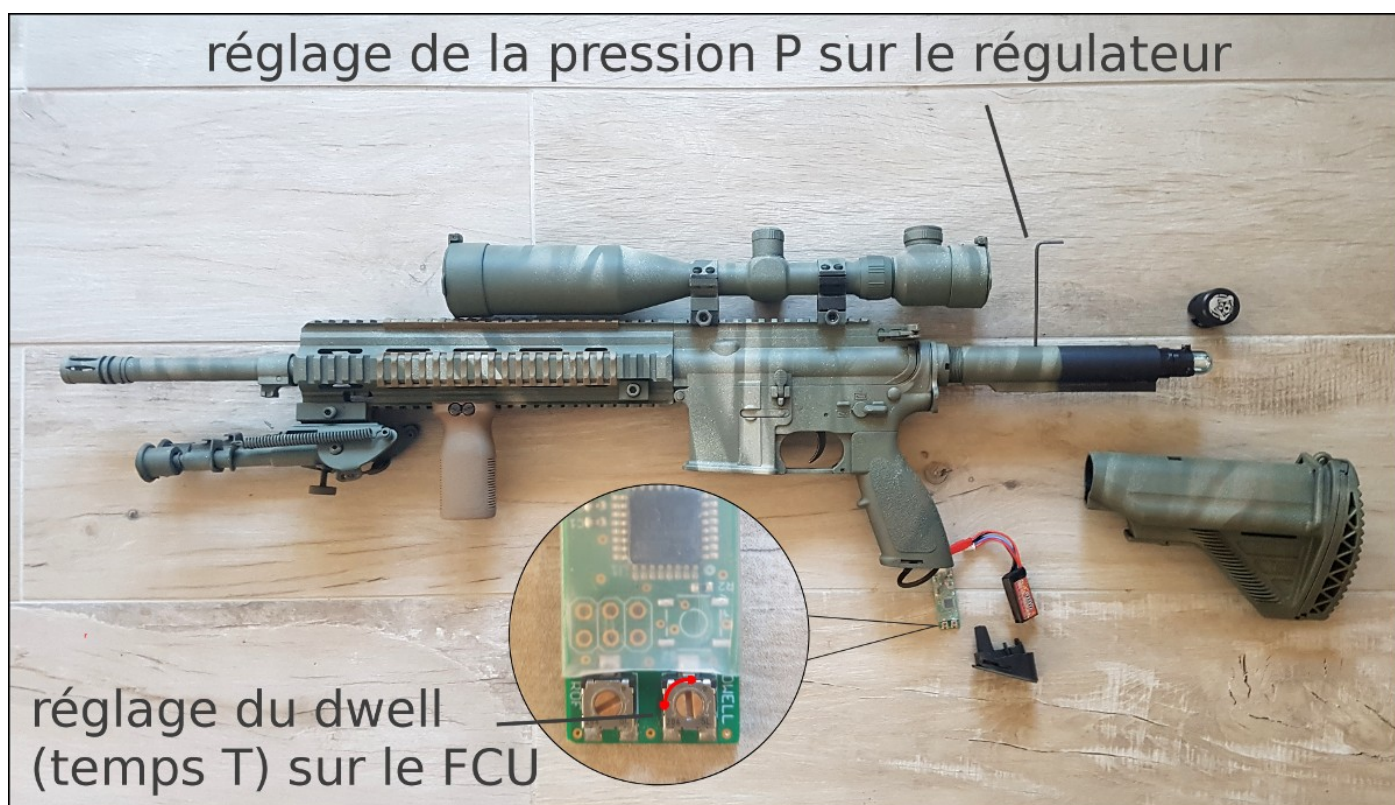
La réplique continue d'exercer une pression sur la bille lourde jusqu'à qu'elle sorte du canon quand $t=4$, donc elle reçoit un excès d'énergie

entre $t=3$ et $t=4$ si on compare à l'énergie reçue par la bille de référence. On est donc dans une situation de Joule Creep.

Le Joule Creep existe quand votre réplique gaspille de l'air pour votre grammage de jeu choisi.

Réglage du dwell

Il suffirait donc de limiter le temps de soufflage sur la bille pour empêcher tout Joule Creep ? C'est bien ça. Sur un engine HPA tel que l'Inferno II de Wolverine, le réglage du temps de soufflage s'appelle le dwell. Une réglage correct de l'Inferno implique donc un réglage correct du dwell pour ne pas gaspiller inutilement l'air sous pression, et également empêcher tout Joule Creep. Rappelons que le HPA fonctionne avec une réserve d'air sous pression, et qu'on a intérêt à ne pas vouloir la gaspiller inutilement. Voici le lien vers la [documentation officielle Wolverine](#) qui indique comment régler correctement son dwell. Mais nous allons le voir en pratique, avec la version « Premium » donc avec un FCU qui dispose des réglages de cadence pour le mode automatique et le fameux temps de soufflage dwell. La réplique est équipée d'une crosse Wraith fonctionnant avec des sparclettes de CO_2 , alternative aux bouteilles pour les allergiques aux tuyaux.



Pour régler convenablement notre réplique, la procédure est la suivante :

1. Choisir un grammage pour la partie donnée. Ça dépend du rôle à jouer, des règles de l'asso, du terrain indoor/outdoor, de la météo.. (vent annoncé ou pas), bref il faut trouver le meilleur compromis adapté à LA partie à jouer, entre le besoin de projectiles rapides avec les plus légers (typiquement pour du CQB) et de la précision/groupement en conditions plus difficiles (longues portées ou vent météo...)
2. Ouvrir le dwell à fond
3. Régler la pression P au régulateur avec les billes/hop-up de jeu pour obtenir les FPS souhaités correspondant aux Joules imposés par l'orga (à défaut 2J). Pour connaître cette correspondance, le tableau de conversion FPS/Joules qui figure en annexe est une aide précieuse. Une fois réglé, ne plus y toucher.
4. Baisser petit-à-petit (ou par dichotomie, c'est plus rapide) le réglage du dwell tout en vérifiant à chaque fois que le nombre de FPS est stable. Dès qu'il commence à chuter, c'est que l'on est en train de couper le souffle trop tôt sur la bille en jeu, il faut donc rouvrir un tout petit peu pour obtenir le réglage optimal : zéro gaspillage et un souffle qui dure le temps nécessaire pour le grammage de jeu choisi.

Et avec un AEG ? Comment faire les réglages ? Très bonne question... Pour régler la puissance P, il faut certainement un stock de ressorts, et être prêt à découper des bouts de spires de ressort, tester au chrony, redécouper etc.... et pour ce qui est du temps T de soufflage, c'est pas simple. En plus avec l'AEG, le piston repart en arrière lorsqu'il a fini de souffler, pour se préparer à pousser la prochaine bille.. donc un AEG qui sort du carton est configuré pour un certain grammage de référence qui n'est pas communiqué. Heureusement pour les utilisateur, ce n'est pas pour de la 0,20g, sinon il serait impossible d'utiliser de la bille plus lourde, mais pour le savoir il n'y a pas le choix : il faut tester au chrony avec les différents grammages. Partir de la 0.20, et augmenter la masse de billes utilisées. Dans un premier temps les Joules vont augmenter par le Joule Creep (la réplique souffle davantage sur ses billes là), puis elle va retomber dès qu'on aura passé ce grammage de référence, le piston freinant les billes plus lourdes, de plus en plus. Concernant les GBBR, ils ne seront pas abordés par manque de connaissance de l'auteur.

Faire sans réglage dwell

Il existe des engines HPA tels que le Wolverine Reaper ou d'autres purement mécaniques n'ayant ni batterie, ni FCU permettant de régler ce temps T de soufflage. Comment cela-marche-t-il ?

Et bien on n'as pas besoin de jouer sur les 2 paramètres pression P et temps T pour obtenir les Joules que l'on souhaite. Un seul suffit !

Si le temps T (dwell) ne peut pas se régler, il y aura gaspillage de l'air pour les billes plus légères, et augmentation de la pression P plus forte que nécessaire pour compenser la décélération de la bille sur la fin du canon. C'est la raison pour laquelle ces systèmes sont connus pour être « consommateurs » en air, et ne sont pas recommandés pour ceux qui ont un besoin d'optimiser leur autonomie, notamment comme c'est le cas ici avec une réplique fonctionnant à sparclette CO₂ de 12g.

TESTS AU CHRONY

Nous allons mettre en pratique la théorie énoncée jusqu'ici pour la valider : vérifions que le Joule Creep ne dépend que du temps T de soufflage pour une puissance P constante.

Joules souhaités : 1.5J soit :

- Pour de la 0.20 : 400 FPS
- Pour de la 0.25 : 360 FPS
- Pour de la 0.28 : 340 FPS
- Pour de la 0.30 : 330 FPS
- Pour de la 0.43 : 275 FPS

Billes de référence : 0.28g

Billes pour tester le Joules Creep : 0.30g et 0.43g

Billes pour tester la baisse d'énergie : 0.25g 0.20g

Cas 1 : dwell réglé pour la 0.28g

Dwell ouvert à fond, on règle le régulateur jusqu'à obtenir 340 FPS au chrony :

PHOTO CHRONY

Puis on ne touche plus au régulateur, mais on ferme petit-à-petit le dwell jusqu'à conserver 340 FPS juste avant la baisse de FPS.

Voilà le réglage dwell qu'on obtient :

PHOTO DWELL

Et maintenant on ne touche plus aux réglages, et on change de grammage :

0.20g :

PHOTO CHRONY

0.25g :

PHOTO CHRONY

0.30g :

PHOTO CHRONY

0.43g :

PHOTO CHRONY

On constate qu'il n'y a pas de Joule Creep, si je décide de mettre de la bille plus lourde, je ne peux pas dépasser les 1,5J , et si je passe sur de la bille plus légère et véloce, l'énergie diminuera... ce qui me garantie donc de pouvoir passer tranquillement un test chrony à la 0.20g, ce qui serait un non-sens complet du point de vue de

l'organisateur (vaut mieux qu'il teste tout le monde à la 0.50g, cela aurait plus de sens, et comprend mieux ici pourquoi.)

Cas 2 : dwell mal-réglé (sur-consommation) pour la 0.28g

Cette fois-ci, on va augmenter le dwell, le temps T de soufflage sur les billes. Voici le nouveau réglage dwell choisi arbitrairement:

PHOTO DWELL

Pour la 0.28g, on vérifie que ça ne change pas les FPS (hormis gaspiller de l'air pour rien) :

PHOTO CHRONY

Et maintenant on ne touche plus aux réglages, et on change de grammage :

0.20g :

PHOTO CHRONY

0.25g :

PHOTO CHRONY

0.30g :

PHOTO CHRONY

0.43g :

PHOTO CHRONY

Pas de changement pour les billes plus légères comme on pouvait s'en douter, en revanche**à continuer**

CONCLUSION

Nous voilà au terme de ce tuto sur le Joule Creep expliqué à travers le HPA. Les deux objectifs étaient de comprendre une bonne foi pour toute ce qu'est véritablement le Joule Creep, et que cette histoire provient à l'origine du fait que bon nombre de répliques ne permettent pas de régler leur dwell, rendant obscur le changement de grammage de billes utilisées et son effet sur les Joules. Une réplique bien réglée, c'est une réplique théoriquement réglée pour le grammage utilisé en jeu, hors de nos jours peu de monde reste en 0.20g de manière exclusive, hors il se trouve que ce n'est pas le cas des AEG, qui viennent d'usine avec un calibrage du temps T ignoré par le propriétaire, et qui se retrouve de toute manière avec des difficultés techniques pour pouvoir faire les réglages. Si on ajoute à ça la nécessité de viser un grammage élevé pour ne pas faire face trop rapidement au ralentissement du piston qui part en arrière, les temps de soufflages augmentent.

A l'opposé de ces soucis d'un autre âge, le HPA lui permet un meilleur contrôle et une meilleure compréhension de ces sujets-là : les manuels utilisateurs promeuvent les réglages des répliques au grammage utilisé en jeu, les solutions techniques permettent de mettre en application davantage de souplesse, varier les grammages des billes comme on le souhaite, adapter sa réplique à des limites d'énergie différentes imposées par les orgas avec facilité, vous pouvez passer d'un DMR à 2J un week-end avec de la 0,43g , puis passer à 1,3J pour le week-end suivant pour aller jouer dans un CQB avec de la 0,23g... tout en pouvant grailler de la 0.28g dépanné par un collègue et en ayant la certitude que vous allez rester à 1,3J car vous avez réglé votre dwell. Bienvenue dans l'airsoft du 21ème siècle. Le second objectif a été de vous éloigner de la mauvaise réputation du HPA pour vous laisser comprendre avec un cas concret que le HPA n'est non seulement pas « une technologie dont il faut redouter le Joule Creep » mais au contraire une des rares qui permet de l'éviter ! En tant qu'utilisateur HPA sans mauvaise volonté, vous êtes au contraire capables de vous soumettre aux règles de sécurité comme personne d'autres. Arriverez-vous à convaincre ceux qui pensent toujours que le Joule Creep est une augmentation de Joules par rapport à de la 0,20g, je ne sais pas, mais surtout n'hésitez pas pour les mauvaises raisons à basculer sur ce système dont la culture est le réglage à la bille en jeu et qui propose même l'arme ultime contre le Joule Creep avec le réglage du dwell sur les modèles les plus avancés.