

Un article est paru sur FX Bricks expliquant pourquoi $22,62^\circ$ a été choisi et non le $22,5^\circ$ habituel.
voir : [Why 22.62 degrees? – Fx Bricks](#) (Anglais!)

Traduction de l'article.

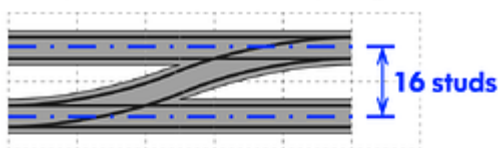


Depuis que nous avons introduit le système Fx Track en 2021, on nous a demandé à plusieurs reprises pourquoi le système est structuré ainsi. En particulier, pourquoi avons-nous l'élément de voie courbe R64P et pourquoi l'angle de route divergent de l'aiguillage P40 est-il de $22,62^\circ$? Plutôt que d'expliquer ces sujets individuellement lorsqu'on nous le demande, cet article tentera de décrire la géométrie du système Fx Track et la justification de notre choix d'éléments et de leurs attributs géométriques.

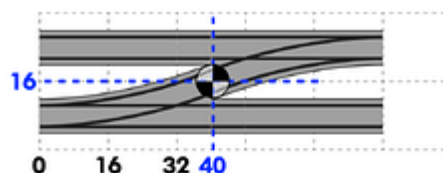
Objectifs de conception

L'angle de $22,62^\circ$ associé au aiguillage **P40** n'est pas un choix arbitraire ; c'est le résultat d'un processus de conception par rapport à certains objectifs et spécifications clés. Nous savions que l'aiguillage **P40** allait être un élément essentiel du système Fx Track. Compte tenu de l'ampleur de l'investissement nécessaire à son développement, nous devons nous assurer que sa géométrie et ses spécifications étaient conformes à la logique et à la cohérence de la grille du système LEGO. En outre, il doit permettre aux amateurs de trains de construire des configurations de voies ferrées communes avec facilité et précision. Les objectifs de conception les plus importants de l'aiguillage P40 peuvent être résumés comme suit :

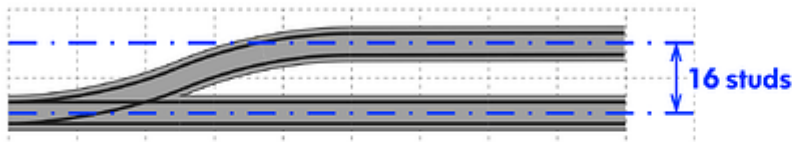
- 1** Parallel track crossovers must ensure 16 studs parallel track centreline spacing



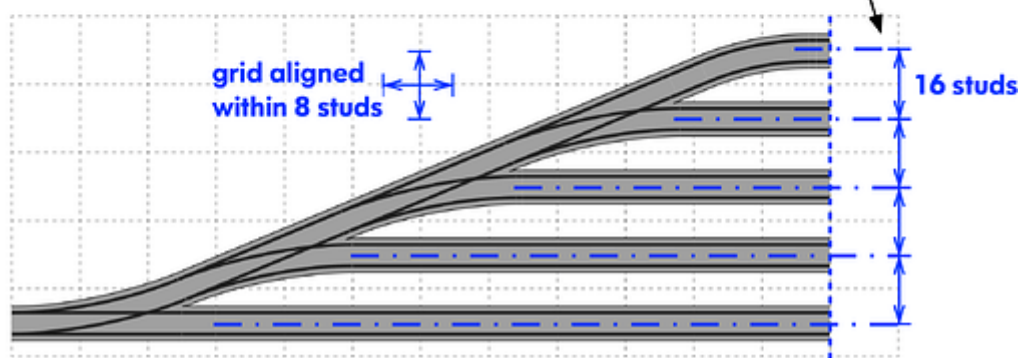
- 2** Crossover midpoint connection must align to the LEGO system grid



- 3** Return curves from the diverging route must also result in 16 studs parallel track spacing



- 4** Yard ladders built along the diverging route of the switch must have sidings which align at repeating 16 stud parallel track intervals.



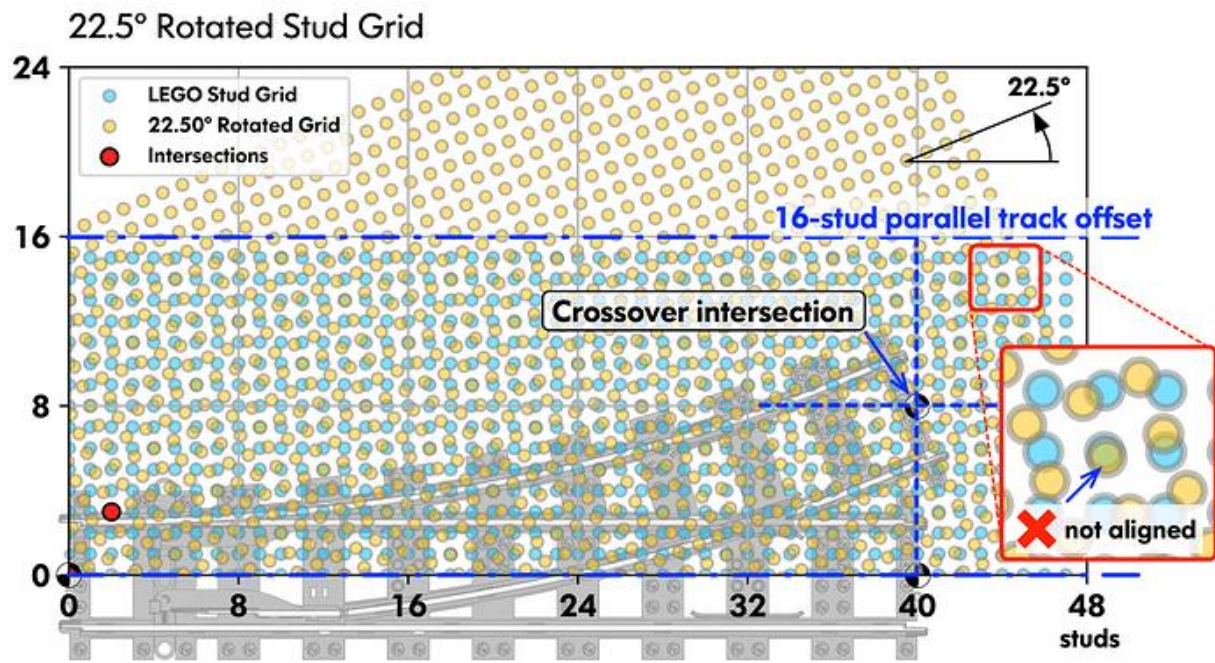
Yard ladder sidings should also be eligible to axial alignment to the LEGO system grid

Compte tenu de ces exigences, nous avons réfléchi à la manière dont ces objectifs pourraient être atteints. Contrairement à d'autres fabricants de voies à d'autres échelles de trains miniatures (par exemple O, HO, N, etc.), nous sommes confrontés à une contrainte unique et difficile d'alignement sur un système de grille discret, c'est-à-dire la grille de tenons du système LEGO de 8 mm. D'autres échelles de train ne sont normalement pas contraintes à une grille et permettent la liberté d'agencement organique des voies utilisant des éléments tels que des voies flexibles qui peuvent être conformées à n'importe quelle géométrie arbitraire.

Les mathématiques à la rescousse !

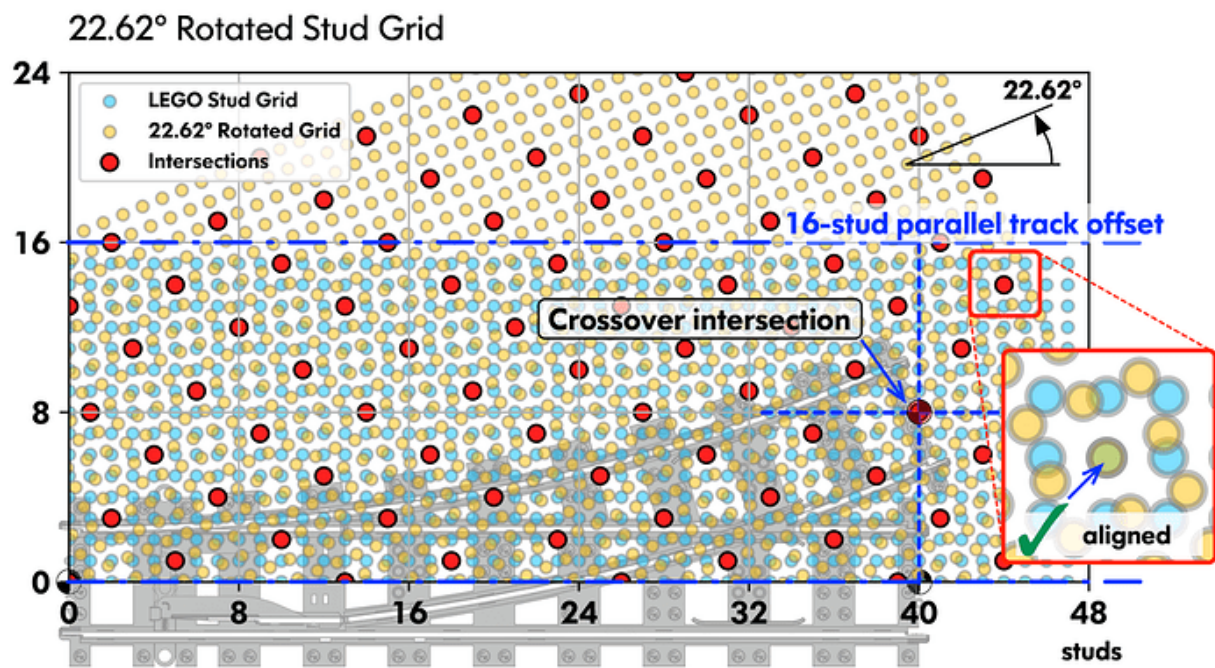
Notre processus de conception a commencé avec les premiers principes. Nous avons examiné les propriétés mathématiques de la grille du système LEGO et imaginé à quoi elle ressemblerait une fois transformée par rotation. L'idée était d'explorer la possibilité de géométries superposées qui pourraient être exploitées pour satisfaire nos objectifs de conception.

Nous avons commencé par analyser une grille du système LEGO tournée de 22,5°. Cet angle s'aligne commodément sur un angle de secteur de courbe commun (avec 4 courbes par 90°) et il serait bien (mais pas nécessaire) d'avoir un angle divergent qui correspond également à un élément de piste de courbe correspondant. Ci-dessous se trouve un schéma qui montre la grille du système LEGO (points bleus) et la même grille tournée de 22,5° (points orange). Les emplacements des tenons qui se croisent sont indiqués par un point rouge.

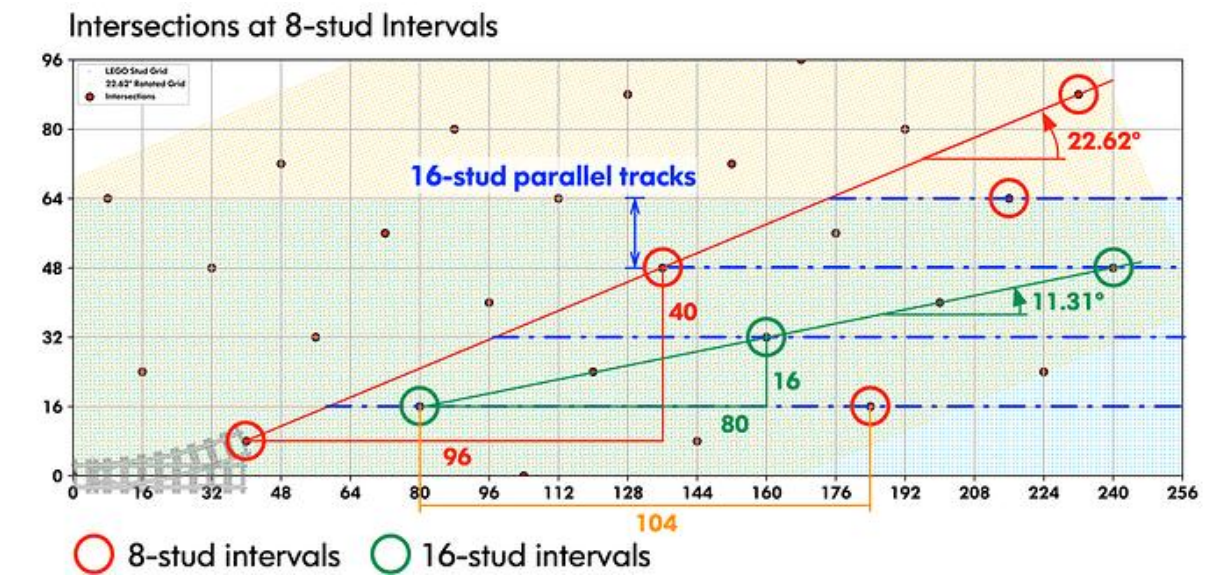


Ce diagramme montre également les lignes centrales des pistes parallèles séparées par 16 tenons et la connexion médiane souhaitée décalée de 8 tenons. De toute évidence, il y a peu ou pas de points d'intersection utiles ; cependant nous pouvons voir de nombreux points qui sont terriblement très proches ! En utilisant la trigonométrie, nous avons cherché un angle qui alignait parfaitement le motif de points qui semblaient se croiser à intervalles périodiques. Cet angle a été calculé comme étant de **22,62° (22,619864948040426°** pour être exact !)

Le diagramme ci-dessous montre la grille du système LEGO désormais tournée de 22,62°.

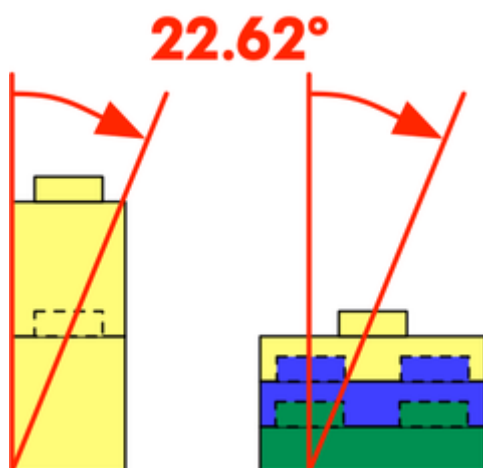


Succès! Un système périodique de points d'intersection existe à chaque intervalle de tenons. Nous avons étendu cette analyse pour trouver également des points d'intersection à des intervalles de 8 et 16 tenons :



Encore une fois, nous avons été très encouragés de constater qu'il existe des points d'intersection garantis à des intervalles de 8 et 16 tenons. Cela garantirait qu'il était possible de construire des configurations de pistes qui non seulement produisaient des pistes parallèles à 16 tenons, mais qui s'alignaient également axialement sur la grille de tenons LEGO.

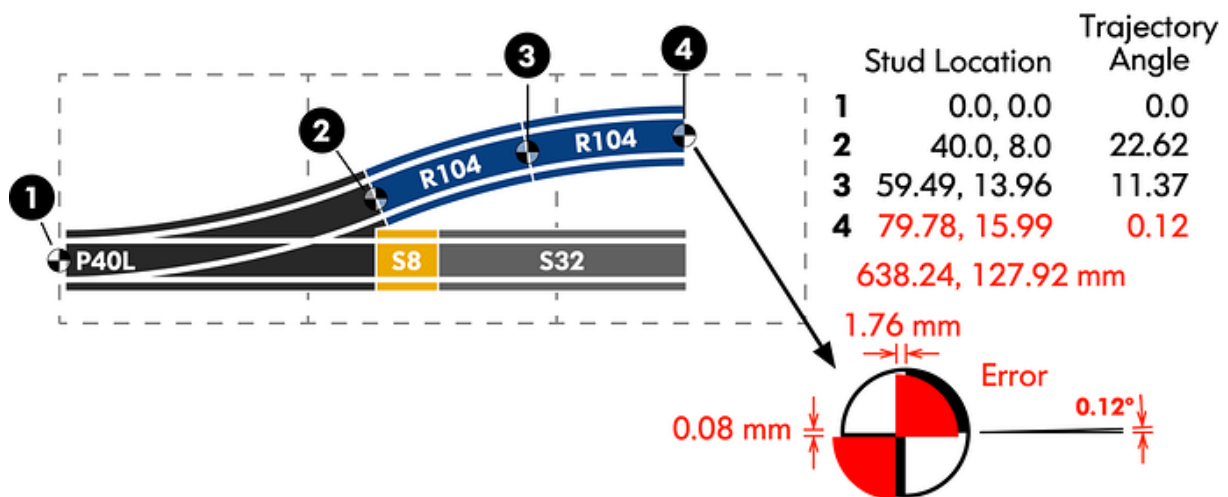
Il ne faut d'ailleurs pas s'étonner que cet angle émerge dans d'autres relations entre les grilles du système LEGO. Par exemple, il s'agit de l'angle sous-tendu sur un intervalle de 1 tenon et une hauteur de deux briques.



Trouver une courbe spéciale

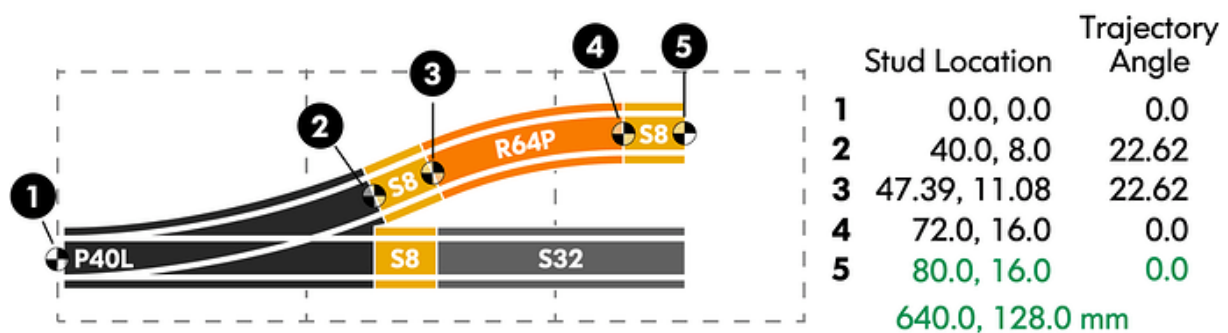
Avec l'angle de route divergent prometteur de 22,62°, nous avons ensuite dû réfléchir aux éléments qui pourraient être utilisés pour réaliser une courbe de retour à partir de l'aiguillage **P40** afin de réaliser une voie d'évitement parallèle. Grâce à notre expérience précédente avec les aiguillages de voie R104, nous savions qu'une courbe avec un rayon de 104 tenons sur un angle de secteur de 22,5° était exceptionnellement proche de répondre à cette exigence.

Dans le diagramme ci-dessous, les coordonnées des joints de voie le long du trajet d'un aiguillage **P40** et une courbe de retour composée de courbes R104 sont affichées. Idéalement, nous nous attendons à ce que la courbe de retour se termine à un intervalle exact de grille de tenons LEGO. Comme prévu, cela **ne donne pas** une configuration de voie alignée. C'est très proche, suffisamment proche pour que vous puissiez utiliser cette configuration si vous pouvez accepter des contraintes mécaniques très mineures au niveau des joints de rail. Cependant, notre objectif en tant que fabricant de produits est de concevoir un système de rails qui **garantit** un alignement parfait de la grille du système LEGO et évite toute contrainte mécanique intentionnelle (mais tolérable).



Nous savons que la disposition souhaitée de la courbe de retour doit parcourir 22,62° afin de ramener la trajectoire de la piste à 0°. On sait également que la courbure maximale réalisable sera inférieure à 104 tenons. Les solutions possibles impliquent une myriade de combinaisons d'éléments de voie droits et courbes. En particulier, nous savons qu'un élément de voie courbe personnalisé avec un angle de secteur de 22,62° sera nécessaire.

Quel doit être ce rayon de courbe ? Idéalement, ce serait bien s'il correspondait à l'un des rayons d'intervalle standards à 16 tenons : **R40, R56, R72, R88**. Cependant, il n'existe aucune solution pour un élément courbe à ces rayons avec un angle de secteur de 22,62°. En élargissant notre espace de solution pour inclure des éléments de voie droits, en particulier l'élément droit court S8, notre analyse a révélé qu'un rayon intermédiaire de 64 tenons (entre 56 et 72 tenons et sur un intervalle de 8 tenons) offre une solution géométrique qui s'aligne parfaitement à la grille du système LEGO. La combinaison d'une droite **S8**, d'une courbe **R64P** (secteur 22,62°) et d'une autre droite **S8** forme une courbe de retour géométriquement **parfaite** comme le montre le schéma ci-dessous :



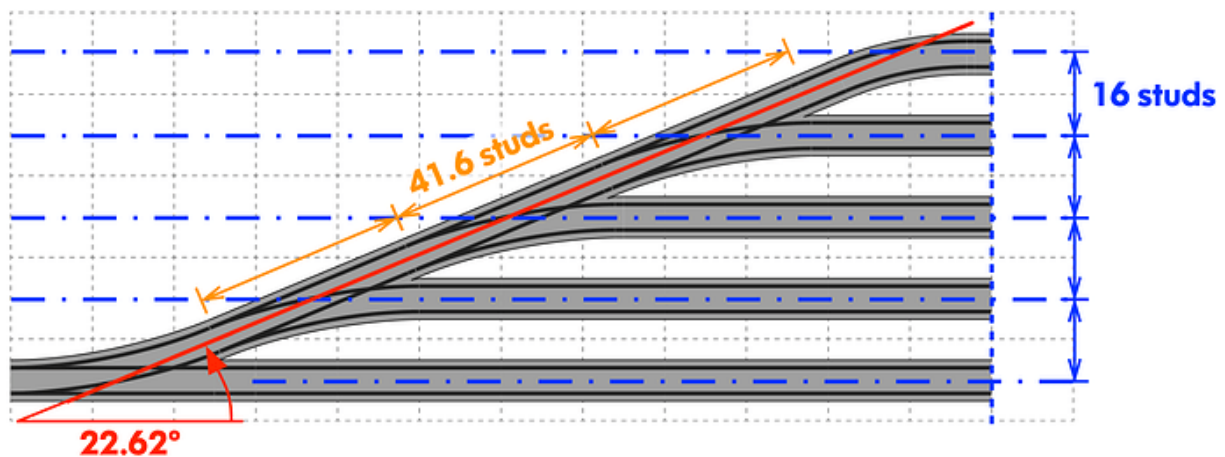
En fait, la combinaison de pistes **S8 + R64P + S8** a une parfaite équivalence avec le chemin divergent du commutateur **P40** !



Lignes droites spéciales pour compléter le système

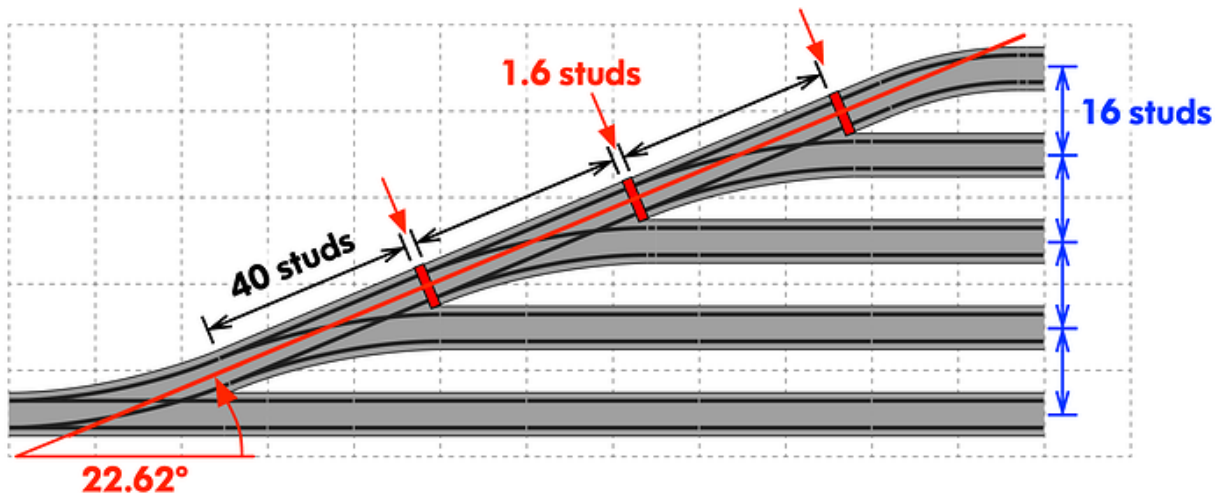
Nous avons déterminé qu'un angle de route divergent de $22,62^\circ$ était très prometteur et nous avons également établi une solution de trajectoire de courbe de retour parfaite correspondante. Le prochain objectif de conception était de garantir que des échelles de revêtement de cour puissent être construites conformément à la grille du système LEGO et à l'espacement des voies parallèles de 16 montants.

Les échelles de triage sont construites en empilant plusieurs aiguillages le long du chemin divergent de l'aiguillage principal. Le long de cette pile se trouvent les itinéraires droits (40 tenons de long) de chaque aiguillage inclinés de $22,62^\circ$. De toute évidence, 40 intervalles de montants le long d'un chemin diagonal de $22,62^\circ$ ne s'alignent pas sur les intervalles de décalage parallèles souhaités de 16 tenons requis pour chaque revêtement. En utilisant la trigonométrie, nous pouvons calculer que l'intervalle requis doit être long de 41,6 tenons. Autrement dit, 1,6 tenon supplémentaires doivent être ajoutés à chaque aiguillage de l'échelle de triage.



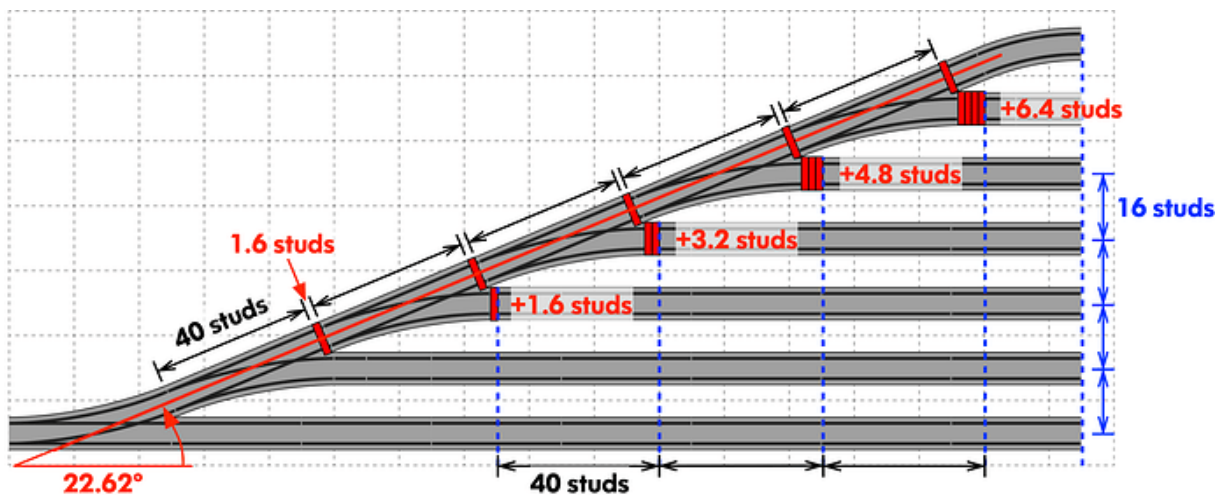
Bien que 1,6 tenon semble être un intervalle très gênant, il s'intègre parfaitement 5x dans un intervalle de 8 tenons ($5 \times 1,6 = 8$). Ceci est analogue au rapport de construction SNOT de 5 intervalles de plaques verticales s'insérant dans le même intervalle que deux tenons.

Nous sommes à mi-chemin! Un élément droit de 1,6 tenon nous permet d'empiler indéfiniment les parements d'échelle de triage en insérant entre chaque aiguillage P40 dans le chemin de divergent de triage :



[1704×699 131 KB](#)

L'exigence suivante est d'aligner axialement chaque revêtement (sur sa longueur) avec la grille du système LEGO (de préférence sur un intervalle de 8 tenons). Il s'avère que l'intervalle de 1,6 entre les tenons qui aligne latéralement les aiguillages **P40** peut également aligner les parements ! En fait, un motif répétitif de 5 fois différents multiples de 1,6 tenon est utilisé. En commençant par le premier revêtement, nous ajoutons des tenons 0, 1,6, 3,2, 4,8 et 6,4 (en répétant la séquence au besoin) jusqu'au dernier revêtement. Cela garantit que chaque revêtement est aligné sur un intervalle de grille de 8 tenons.

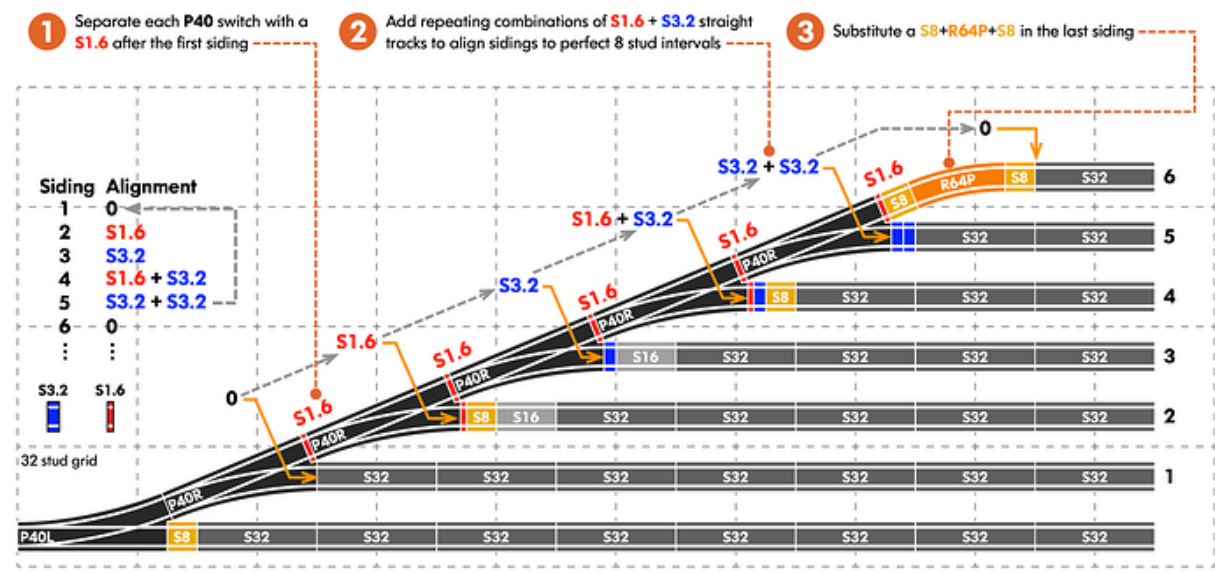


[2048×827 385 KB](#)

Succès! Nous avons un système de géométrie qui répond à nos objectifs clés de construire des

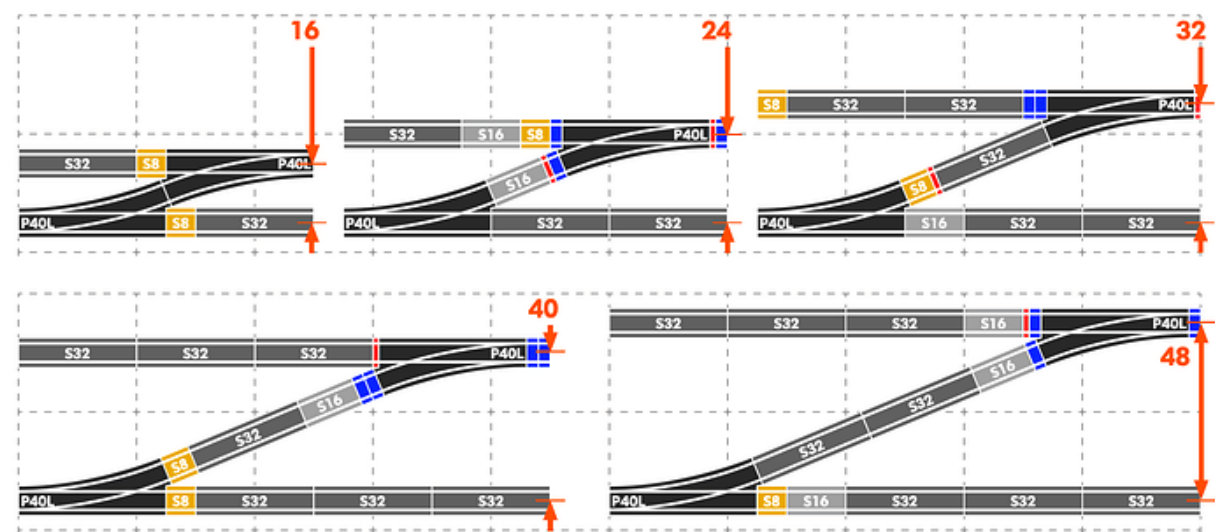
configurations de voies ferrées communes et utiles ET de maintenir un alignement parfait avec la grille de tenons du système LEGO ! Cependant, nous souhaitons affiner légèrement le système en introduisant la piste droite **S3.2**. Pourquoi? Simplement pour réduire le stack gênant pouvant aller jusqu'à 2, 3 ou 4x lignes droites **S1.6** qui pourraient être nécessaires. Cela réduit le nombre de joints de rail, améliore l'apparence et offre un fonctionnement plus fluide. (Ne nous demandez pas de faire des lignes droites **S4.8** ou **S6.4** !)

Le processus de construction d'une échelle de triage de n'importe quelle taille peut facilement être résumé par la procédure suivante :

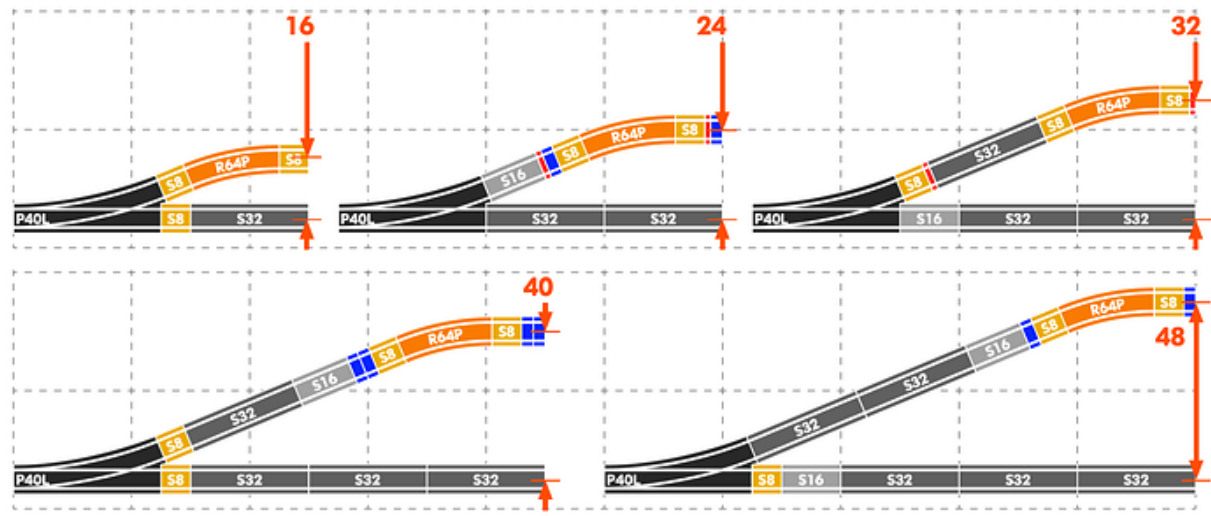


Les rails droits **S1.6** et **S3.2** offrent également de nombreux avantages au-delà de la fabrication d'échelles de parement de cour alignées. Ils peuvent être utilisés pour créer de nombreuses géométries de voies décalées parallèles courantes de pratiquement n'importe quel multiple de séparation de 8 tenons, comme indiqué dans les diagrammes ci-dessous :

Crossovers



Parallel Sidings



Conclusions

Nous espérons que cette explication détaillée de la géométrie de notre système de chenilles donnera un aperçu du choix et des spécifications des éléments du système Fx Track. Bien que cela ne soit pas immédiatement évident, ce système repose sur un système géométrique logique et cohérent. Le système Fx Track offre aux fans de trains LEGO des possibilités illimitées pour construire d'étonnantes configurations prototypiques tout en maintenant une compatibilité totale avec la grille du système LEGO.

Les configurations de train LEGO peuvent être construites en sections modulaires avec des limites claires correspondant aux plaques de base LEGO standard (par exemple 16x32, 32x32, 48x48). Les voies parallèles seront toujours séparées par l'espacement central conventionnel de 16 tenons. Et si vous ne voulez pas être confiné au réseau, ce n'est pas grave aussi ! La variété des éléments de courbe et de voie droite Fx Track offre un vaste paysage créatif pour construire pratiquement n'importe quel tracé de train organique et de forme libre !