

[Note du traducteur : ceci est une traduction en français libre et non officielle du FFF paru sur le forum]

Factorio

Friday Facts N°385 – Le Collecteur d'astéroïdes

Posté par *Earendel, Hrusa* le 17/11/2023

Bonjour,

Nous vous avons déjà présenté le processus de traitement sur les plateformes spatiales dans le [FFF-380](#). Parlons un peu plus de la machine qui rend tout cela possible : le collecteur d'astéroïdes.

L'origine des tentacules par Earendel

Quand je travaillais sur les premiers concepts de plateformes spatiales, en essayant de déterminer à quoi ressembleraient les vaisseaux mobiles, nous savions que nous voulions un moyen de récupérer des fragments d'astéroïdes depuis le vaisseau, mais nous n'avions pas encore décidé de comment cela se ferait. À ce stade précoce, toutes les nouvelles structures avaient des graphismes très simples.

Bien que nous ayons commencé avec des carrés gris, il est préférable de les remplacer par quelque chose de plus approprié dès que possible. Les premiers modèles sont généralement un croquis rapide de quelque chose qui a la bonne forme générale, quelque chose de bricolé (rapiécé à partir de graphismes existants), ou quelque chose qui provient de mes mods. Pour le collecteur d'astéroïdes, une structure montée sur le côté assez générique a été utilisée comme modèle. Si nous nous en tenons à quelque chose comme cela, il est probable qu'il utilisera une sorte de rayon tracteur pour attirer les fragments d'astéroïdes. Les rayons tracteurs (ou les électro-grappins, etc.) sont l'option de repli la plus facile pour ce genre de situation, car c'est un concept simple à animer et à coder.



Un rayon tracteur ne fait pas très Factorio. Il va trop loin dans le domaine de la magie, de l'éther et de la science-fiction et il est trop souvent utilisé. Je voulais quelque chose de plus mécanique et Albert était d'accord, les rayons tracteurs seraient exclus. Ce n'est pas que Factorio n'ait pas de trucs de haute technologie, c'est juste que c'est mieux de le faire d'une manière plus tangible et industrielle quand c'est possible.

J'ai inventé un grand nombre d'options alternatives, mais en voici cinq, accompagnées de quelques croquis de démonstration.

1. Un harpon ou sac guidé par une fusée

De petites fusées qui envelopperaient le fragment d'astéroïde dans un sac au moment de l'impact, puis le tireraient jusqu'à la bouche du collecteur à l'aide d'un câble de remorquage.



2. Un loooong bras

Comme un bras classique mais dédié à la saisie de fragments d'astéroïdes. Il mettrait le fragment dans la "bouche" de la machine ou directement sur un convoyeur situé derrière.



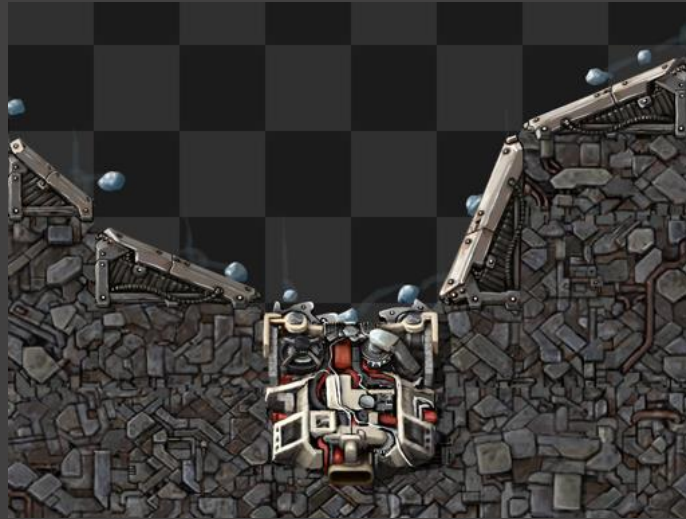
3. Une palette

Comme un bras, sauf qu'il n'a pas besoin de saisir le fragment, il doit simplement le frapper en direction de la bouche du collecteur.



4. Un entonnoir

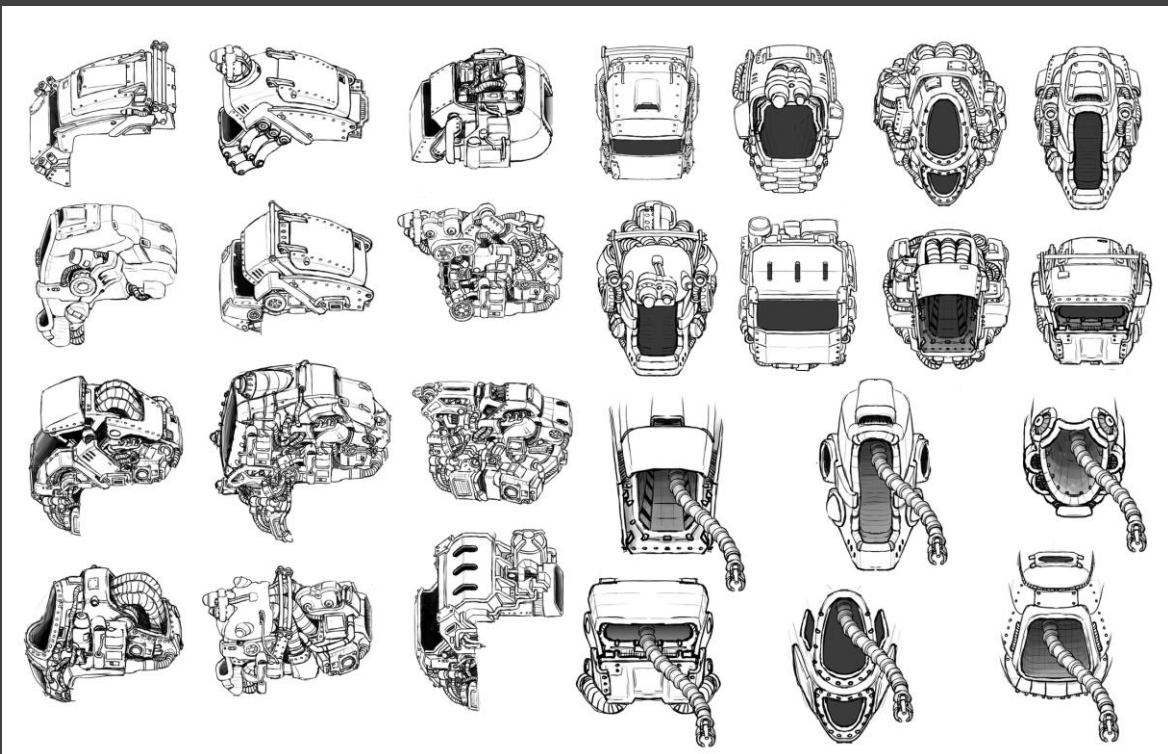
Le collecteur lui-même serait simplement un trou sur le côté de la plateforme qui ne recueillerait que les fragments qui tombent dedans. Il serait associé à un ensemble de blocs en forme de coin que vous pourriez ajouter à l'avant des plateformes, de sorte que si vous vous déplacez et qu'un fragment heurte le bord, il glisserait, et de cette façon vous pourriez guider les fragments vers le trou du collecteur. Cette idée semble amusante au départ parce qu'elle donne de l'importance à la forme avant du vaisseau, mais l'inconvénient est que la plupart des vaisseaux finiraient par prendre la forme d'un V, d'un W ou d'un WWW.



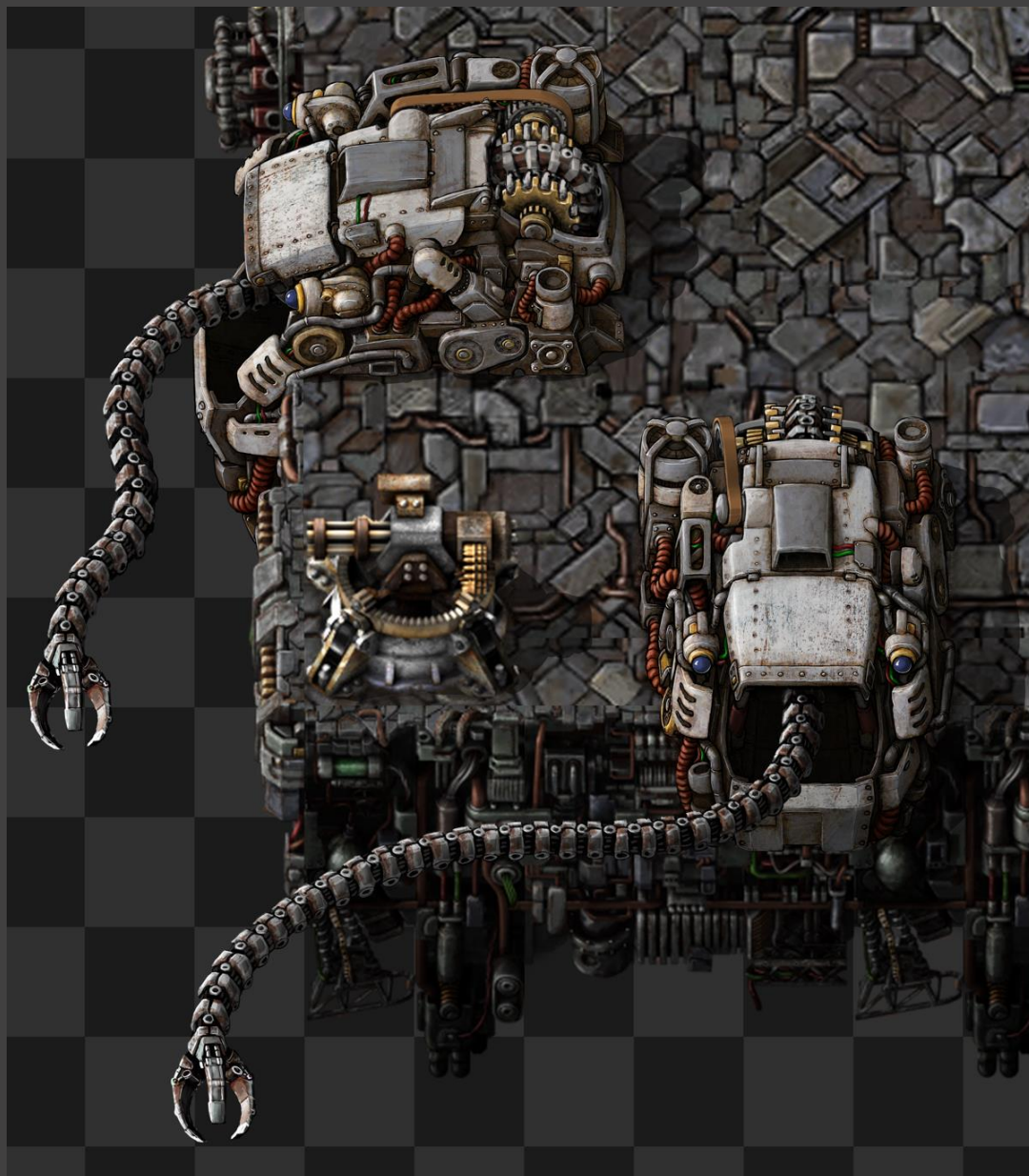
5. Un bras flexible en forme de serpent

Contrairement aux bras classiques, ce bras agirait sur le même plan que les fragments d'astéroïdes et la plateforme elle-même, ce qui signifie qu'il devrait se faufiler autour des défenses en saillie. Il s'agit d'une option intéressante, car la forme de la plateforme influe sur le temps d'interception.

J'ai pensé que je pouvais faire quelque chose d'assez cool avec l'idée d'un bras flexible. J'ai commencé par une série de croquis en essayant différentes structures de machines et différentes formes de bouches de collecteurs. Le bras lui-même est très similaire à la conception des robots serpents du monde réel, mais comme il est ancré à une extrémité, il a rapidement été surnommé "le tentacule". Il convient également de noter que j'ai déplacé la fonction de broyage du collecteur d'astéroïdes vers une machine dédiée. Cela permet au concasseur d'être réutilisé pour certaines recettes avancées en fin de partie et d'étendre le milieu de la plateforme.



Vous trouverez ci-dessous le concept graphique que j'ai présenté à Kovarex. Jusqu'à présent, les gens étaient sceptiques quant à l'idée d'un serpent ou d'un tentacule, il fallait donc que le graphisme séduise les gens, sinon nous risquions de revenir à la case départ. Heureusement, dès que Kovarex a vu le concept, il a adhéré à l'idée et d'autres personnes ont également été convaincues. Hrusa est intervenu pour faire de cette idée une réalité, il peut donc prendre ici la relève.



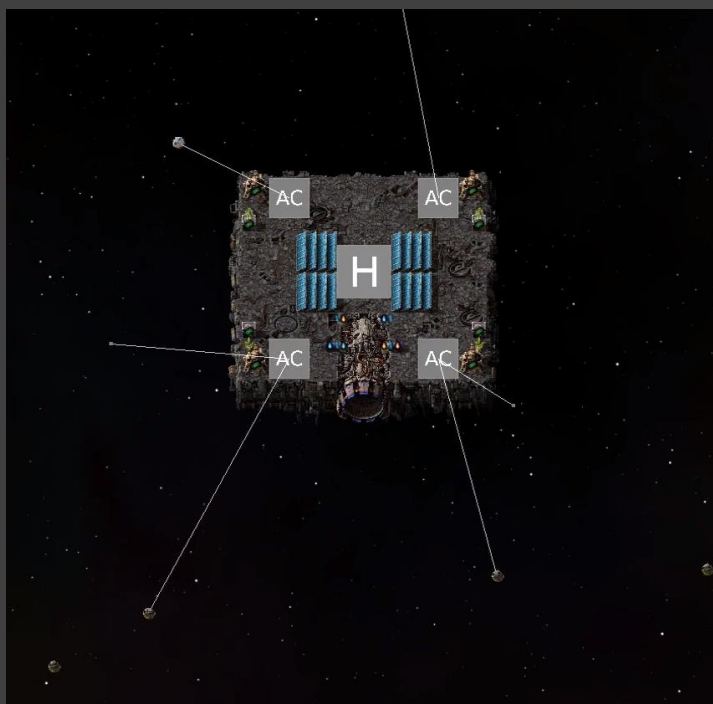
Du concept à la réalité par Hrusa

Revenons un peu en arrière et voyons comment les choses se sont déroulées entre-temps sur le plan du fonctionnement du jeu.

En tant qu'élément clé du cycle de production de la plateforme, le collecteur a commencé sa vie entre les mains d'Earendel sous la forme d'une boîte grise. C'était une époque plus simple. Les astéroïdes n'existaient même pas à l'époque ! La machine n'était donc qu'un assembleur qui fabriquait continuellement des fragments à partir de rien.

Une fois les astéroïdes introduits dans le jeu, la première version qui permettait de les collecter affichait un simple rectangle autour de l'astéroïde. Tout fragment entrant était immédiatement téléporté dans l'inventaire du collecteur. Rien d'extraordinaire, mais suffisant pour les tests de jeu.

L'étape suivante consistait à collecter les astéroïdes de manière mécanique. Rseding a commencé par implémenter l'idée du harpon d'Earendel :



[NdT : Cliquez pour voir l'animation]

À ce stade, le collecteur peut être placé n'importe où sur la plateforme. Il a été envisagé d'exiger qu'il touche le bord (comme pour une pompe côtière), mais aucune décision n'avait encore été prise. Des essais avec les limites imposées par le projet ont eu lieu et ont rapidement mis en évidence un problème crucial.

Vu que la portée effective était relativement longue, la stratégie optimale consistait toujours à placer les collecteurs loin du bord lucratif de la plate-forme. Une telle configuration n'exigeait que peu de décisions de la part du joueur. Le bord entier pouvait être consacré aux tourelles, tandis que l'intérieur offrait beaucoup d'espace pour décharger et traiter les fragments. De plus, les images de harpons ou de bras s'étendant au-dessus d'autres bâtiments pour récupérer des fragments au niveau de la plateforme étaient pour le moins douteuses.

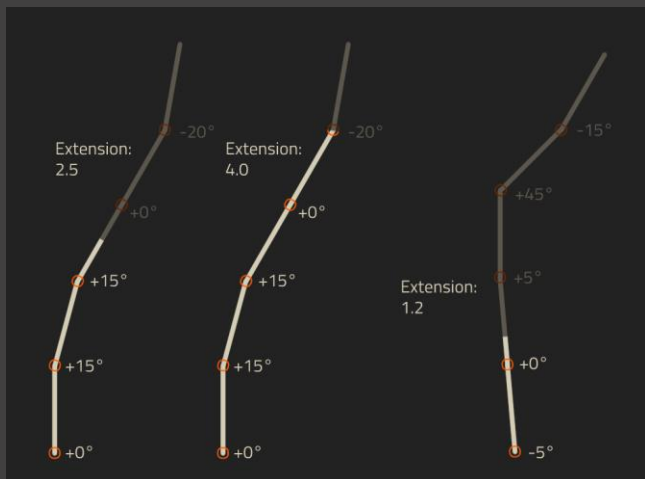
La conclusion logique était que les collecteurs devaient exiger un accès à l'espace ouvert. Cela crée une dynamique intéressante entre les défenses et la collecte de ressources et récompense l'utilisation efficace des convoyeurs. C'est à cette époque qu'Earendel a élaboré le concept d'un bras flexible à la sensation plus organique, qui a finalement été intégré au jeu.

Le jour du tentacule

Il ne me restait plus qu'à trouver comment réaliser tout cela. Avec le comportement attendu, je pouvais séparer la tâche en plusieurs fonctionnalités individuelles, tout comme vous le faites en jouant à Factorio. Vous voulez vous déplacer par incréments qui peuvent fonctionner seuls.

- ⚙ Dessiner le bras, juste cela, aucun autre comportement ou fonction.
- ⚙ Déplacer le bras entre les différentes positions.
- ⚙ Articuler le bras autour de la plate-forme sans qu'il n'y ait d'accrochage ou de collision. Est-ce possible dans tous les cas ?
- ⚙ Faire en sorte que les collecteurs ne perdent pas de temps en se battant pour les mêmes fragments.

Pour des raisons qui seront utiles plus tard, j'ai décidé d'exprimer une position particulière du bras sous la forme d'une ligne segmentée, c'est-à-dire d'une série d'angles partant de la base. De plus, chaque position comprend une valeur d'extension. De cette façon, le bras peut glisser de haut en bas sur la longueur de la courbe sans devoir calculer de nouveaux points.



Gauche : Position du bras exprimée sous la forme d'une liste d'angles et d'une quantité d'extension.
 Droite : Rotations du lien utilisées pour dessiner le bras du collecteur.

Ensuite, j'ai essayé d'ajouter une courbe de contrôle qui mettait un peu de balancement dans le mouvement du bras, mais cela s'est avéré un peu...



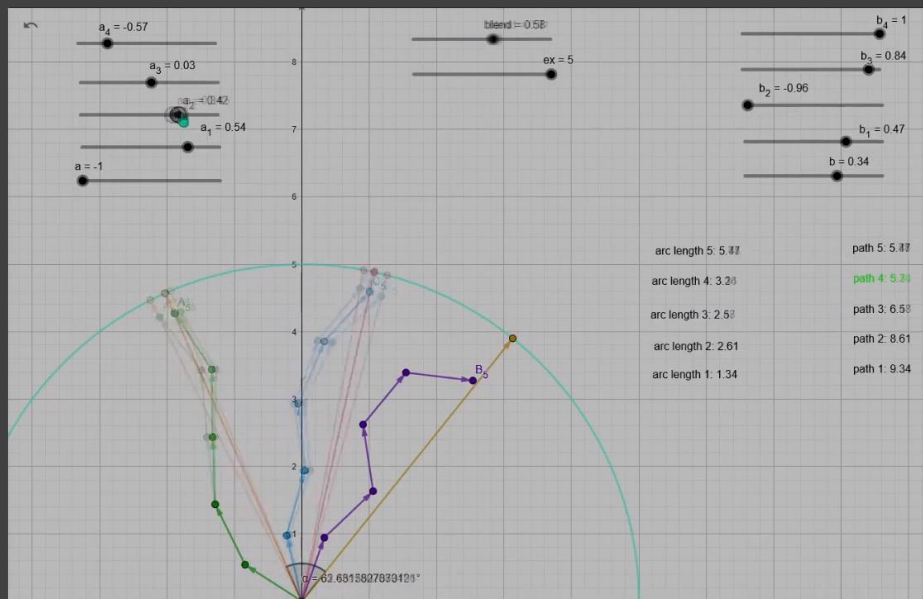
[NdT : cliquez pour voir l'animation]

Changement de plans

En réfléchissant au collecteur, nous avons décidé qu'il devait être capable de récolter des fragments supplémentaires après avoir été étendu. Comme le bras est représenté sous la forme d'une série d'angles, nous pouvons passer de la position de départ à la position souhaitée en combinant simplement chacune d'entre elles.

Idéalement, nous voudrions que la pince se déplace à une vitesse constante. Cependant, comme nous combinons des angles, cette vitesse varie considérablement. Selon que le bras est étendu à 10 ou 20 unités, une rotation de 5° de la base donnera des résultats très différents. Même si l'arc du collecteur mobile semble circulaire, il s'agit en fait d'une forme complexe qui ne peut pas être facilement mesurée.

À la place, j'ai trouvé un moyen de pondérer rapidement tous les angles individuels et de projeter la position du bras sur un cercle. Je mesure ensuite la distance entre deux positions de bras sur un cercle pour obtenir une estimation cohérente de la distance de déplacement.



[NdT : cliquez pour voir l'animation]

Simulation de la combinaison de bras que j'ai réalisée pour tester mes calculs.

Les bras sont projetés sur le cercle bleu ciel afin d'estimer la distance de déplacement de l'arc.

Le dernier problème de conception réside dans le fait qu'il existe de nombreuses façons différentes pour le bras de se déplacer entre deux positions. Cela est dû à la relation de vitesse angulaire mentionnée ci-dessus. Plus le bras est court, plus il peut tourner rapidement. Mais il lui faut aussi un certain temps pour se rétracter et s'étendre afin d'atteindre la distance de déplacement optimale.

Comme pour la distance d'arc, j'ai passé un certain temps à essayer d'exprimer le problème mathématiquement et de trouver une véritable solution. Puis j'ai réalisé que je pouvais m'en approcher avec beaucoup moins d'efforts. Au lieu de chercher la meilleure extension à laquelle se balancer, je choisis des extensions à un intervalle fixe, je calcule la distance parcourue pour chacune d'entre elles et je sélectionne la meilleure. Dans la pratique, il n'est même pas possible de savoir si la trajectoire est à $\pm 0,5$ unité de la meilleure extension absolue.

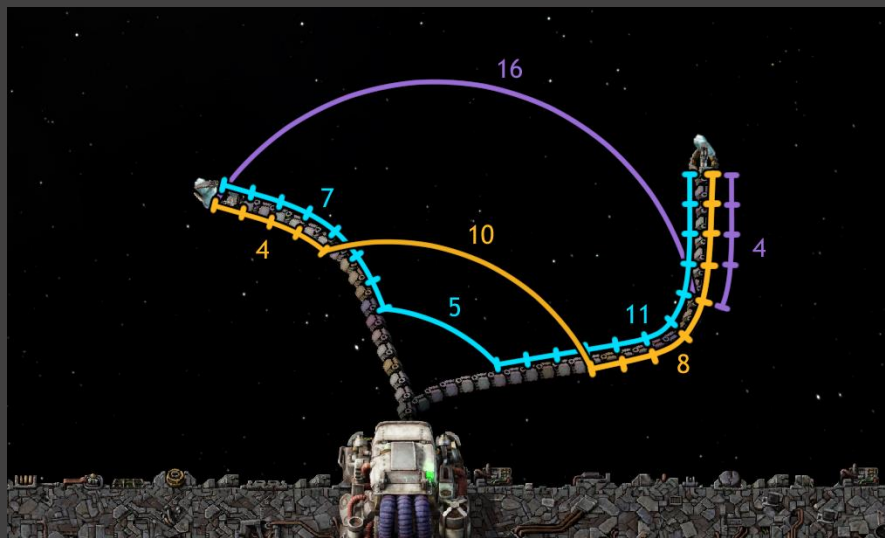


Illustration de trois des trajectoires envisagées pour le mouvement.

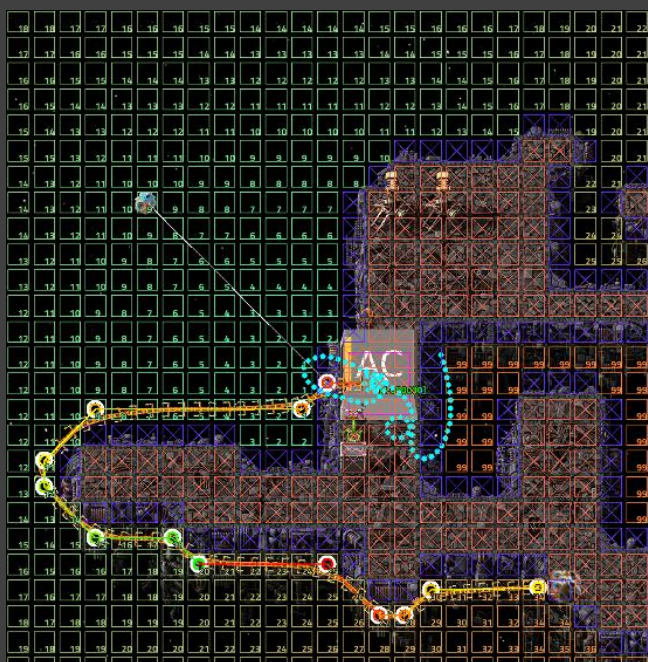
Les incréments auxquels le rayon de pivotement est pris en compte sont mis en évidence.

C'est à ce moment-là que nous avons commencé à débattre du coût des performances. Kovarex aimait beaucoup la sensation des bras, mais voulait s'assurer que tous les liens simulés n'auraient pas d'impact sur les grandes usines avec des dizaines de plateformes. À cet effet, nous pourrions utiliser l'étape précédente. Puisque nous nous sommes assurés que la pince se déplace à une vitesse prévisible, nous n'avons pas besoin de mettre à jour sa position à chaque tick. Une fois que la trajectoire souhaitée est trouvée, nous enregistrons sa distance. Nous incrémentons ensuite un nombre interne unique qui enregistre la distance parcourue par la pince le long de cette trajectoire. Ce n'est que si le bras est visible par le joueur que nous évaluons la position intermédiaire du bras.

Faire le tour du quartier

Le mouvement du bras étant réglé, je suis passé au problème de la recherche de chemin. L'idée initiale était de procéder avec un A* classique et de cartographier toutes les tuiles adjacentes afin de trouver le chemin le plus court vers le collecteur à partir de chacune d'entre elles. Cependant, les enregistrements de chaque tuile prenaient beaucoup d'espace et les chemins résultants finissaient par être très irréguliers, ce qui donnait une impression désagréable et nécessitait un traitement supplémentaire. En outre, les collecteurs sont souvent situés autour de vastes zones ouvertes. Traverser les tuiles une à une à chaque fois qu'un fragment passe est absolument exagéré.

À la lumière de cette observation, j'ai décidé de mettre en place un maillage de navigation. Un maillage de navigation couvre les zones ouvertes avec de grands rectangles. Il lance ensuite des rayons pour trouver toutes les connexions directes entre les coins significatifs de ces rectangles. La construction et l'entretien du maillage de navigation nécessitent une certaine puissance de calcul chaque fois que le joueur construit des tuiles de plateforme, mais en retour, la recherche de chemins, beaucoup plus fréquente, est grandement accélérée. Mieux encore, les chemins que nous trouvons sur un maillage de navigation sont les plus courts et les plus simples possibles.



*L'ancienne navigation par tuiles.
Remarquez le chemin en dents de scie.*



[NdT : Cliquez pour voir l'animation]
Le système de maillage de navigation final

Pour rendre la trajectoire polygonale du maillage de navigation plus acceptable, je l'ai approximée à l'aide d'une B-spline rationnelle non uniforme (NURBS), qui atténue les angles aigus. La propriété intéressante de cette courbe est qu'elle épouse de manière assez fiable les points de guidage. C'est ce qui la rend très populaire dans les applications de modélisation 3D.

Outre le lissage, j'utilise quelques autres astuces mineures pour améliorer l'aspect du résultat :

- ⚙️ Avoir une distance de rétraction minimale entre chaque fragment collecté (pour éviter la collecte "à l'aspirateur").
- ⚙️ Donner à la pince un mouvement horizontal d'enroulement et de descente lorsque les cibles sont alignées (pour éviter la collecte en "pogo").
- ⚙️ Agiter légèrement chaque bras au hasard pour éviter qu'ils ne prennent un virage à l'unisson.
- ⚙️ Diriger les balancements depuis la base du bras pour donner l'impression que l'avant est traîné.



[NdT : cliquez pour voir l'animation]

Prédicteurs

Un problème connu à l'époque où j'ai commencé à utiliser le collecteur était la vitesse de la plateforme. Avec des propulseurs de haute qualité, la plateforme pouvait se déplacer si rapidement que les tourelles ne pouvaient pas tourner assez vite pour tirer à temps sur les astéroïdes qui arrivaient. Je savais que cela pouvait être un gros problème pour le collecteur également.

Les collecteurs ne peuvent pas tester constamment chaque fragment à chaque image. Il était nécessaire de réduire la sélection. À cet effet, chaque fois qu'un nouveau fragment apparaît, il lance une ligne vers l'avant et s'enregistre auprès de tous les collecteurs le long du chemin.

Le facteur limitant étant la disponibilité des bras, c'est le bras qui vérifie la présence de fragments entrants chaque fois qu'il termine sa tâche précédente. Cette conception nous permet de projeter la position du fragment en fonction du temps qu'il faudra au bras donné pour l'atteindre et organiser un rendez-vous ponctuel. En outre, les fragments très rapides ne posent plus de problème, car ils sont enregistrés à l'avance. Les bras se mettent en position et interceptent les fragments dès qu'ils touchent la zone de collecte.



[NdT : cliquez pour voir l'animation]

Prévision des mouvements des fragments avec connexion aux collecteurs enregistrés (en accéléré).

Conclusion

Une fois le travail principal bouclé, il ne restait plus qu'à terminer les petits détails avant que le collecteur ne soit prêt à être intégré à la branche principale. Il s'agit de choses comme la restriction de construction, la prise en charge des plans, le copier-coller, etc. Comme le maillage de navigation et le système NURBS étaient tous deux du nouveau code, il y a eu beaucoup d'écriture de tests, de recherche de cas particuliers et d'ajustement des performances.

Dans l'ensemble, nous sommes heureux de dire que le collecteur d'astéroïdes fonctionne très bien pour donner aux plateformes l'aspect et le style de jeu uniques que nous espérons.

Comme toujours, nous nous réjouissons de collecter vos fragments d'opinion aux endroits habituels.

[Discutez sur nos forums](#)

[Discutez sur Reddit](#)

[S'abonner par e-mail](#)

[NdT : Traduit avec l'aide de www.DeepL.com/Translator (version gratuite)]

