Matériel : Des fiches de trois types (ou couleurs) différents :
- quelques destinations (4 suffisent) : Créon, Bordeaux, Pékin, Valparaiso
- des messages (~16) qui seront numérotés à la phase 4
- des accusés de réception (~16) numérotés et correspondant à chaque message

8 lots de 4 lieux (donc 8 couleurs) + 8 lots d'accusés de réception

On ne se préoccupera pas de "routage", les jeunes font passer les messages intuitivement, mais si il y a des questions, on pourra reparler du problème de trouver une route à travers la classe. Le point-clé est de montrer que ce sont deux problèmes distincts.

Donner à Créon un paquet bleu.
Lui demander de le faire parvenir à Bordeaux.
Comment Créon peut être certaine que Bordeaux a bien reçu le paquet ? On peut guider les élèves : parler de lettre recommandée avec accusé de réception

Donner un accusé de réception au récepteur

Phase 2 : la notion d'accusé de réception
Mais quelqu'un peut voler un paquet ou un accusé de réception, ou l'accusé de réception peut se perdre !
Que peut faire la source pour décider si le paquet doit être retransmis ?

Laisser les élèves s'exprimer. Peut-être que l'un ou l'une va penser à un temps limite d'attente ! Sinon, leur parler d'un minuteur.

Donner le rôle de minuteur à un élève. Le faire se placer derrière la source ou à côté (son voisin par exemple). Faire compter lentement jusqu'à 5.

Faire fonctionner le système entre source et destination proches avec un faible délai. Cela peut se faire avec plusieurs paquets bleus non numérotés et plusieurs accusés de réception non numérotés.

Déplacer la destination beaucoup plus loin : 5 ne suffit plus ! Montrer que le minuteur doit tenir compte du temps d'aller-retour entre Créon et la destination.

On peut aussi discuter des temps figurant sur les cartons de localisation, et parler de la vitesse du signal dans les câbles : un peu plus lente que la vitesse de la lumière (5s pour un million de km).

Phase 3 : formalisation du protocole de transport
Nous devons maintenant concevoir un algorithme pour ce protocole de transport en mode assuré.

Quel algorithme pour la destination ? Et pour la source ?
Les élèves doivent proposer sous forme d'algorithme la solution construite en situation de recherche.

Algorithme pour la destination :
Le récepteur envoie un accusé de réception quand il reçoit un paquet.

Algorithme pour la source :
Quand la source envoie un paquet, elle lance son minuteur.
Si la source reçoit l'accusé de réception avant l'expiration du minuteur, c'est terminé, le paquet peut être effacé par la source.
Si le minuteur expire avant réception de l'accusé de réception, la source recommence à l'étape "renvoi du paquet et relance du minuteur".

Indiquez aux apprenants que quand une source et une destination mettent en œuvre chacun leur algorithme (de manière conjointe pour échanger un message), il s'agit d'un protocole.

Que se passe-t-il si la source reçoit l'accusé de réception de la première émission après avoir retransmis le paquet ?

Si la source respecte son algorithme elle réalise le n°2 : elle jette le paquet et considère que tout s'est bien passé. Mais elle risque de recevoir, plus tard, un accusé de réception sur un paquet qu'elle n'a pas gardé en mémoire.

Dans la vraie vie, les messages sont identifiés, et la destination ne considère pas les accusés de réception de paquets qu'elle n'attend pas.

Phase 4 : une transmission efficace
Un fichier peut être tout petit ou très gros ! Le réseau n'accepte pas de transporter en une fois un gros fichier. Un gros fichier est donc découpé en de multiples paquets qui sont numérotés et doivent être tous reçus pour reconstruire le fichier.

Donnez les paquets numérotés à la source, les accusés numérotés à la destination qui doit rester lointaine.
Commencer par utiliser la règle suivante :
Le récepteur envoie le N-ème accusé de réception s'il a reçu le N-ème paquet.
La source envoie les paquets 1 à 1 et ne jette le N-ème paquet que s'il a reçu le N-ème accusé de réception, il peut seulement alors envoyer le paquet suivant.

C'est très lent ! Que peut-on faire pour accélérer le transfert ?
Ce n'est pas si simple, car il faut gérer en parallèle ces paquets, qui peuvent arriver en désordre. On va vite se rendre compte que si on envoie plusieurs paquets, il faut autant de minuteurs que de paquets en cours d'envoi.

On va proposer de travailler avec cet algorithme pour la destination :
À chaque réception de paquet, le récepteur envoie l'accusé de réception numéro N s'il a reçu tous les paquets jusqu'au paquet numéro N, même si il a aussi reçu - par exemple - le N+2ème paquet.

Par exemple, s'il a reçu les paquets 1, 2, 3, 4, 6, 9, il envoie l'accusé de réception numéro 4.
Ce choix se rapproche plus des protocoles Internet.

La source, elle, dispose d'une fenêtre : elle peut prendre de l'avance par rapport aux accusés de réception.
Considérons une fenêtre de 2, avec deux minuteurs (donc deux jeunes qui décomptent le temps).
La source envoie les paquets un à un à chaque fois qu'un minuteur est disponible.
Si la source reçoit le Nième accusé de réception à temps (avant l'expiration du minuteur numéro N), tous les paquets de numéro N et inférieurs peuvent être effacés par la source, et les minuteurs rendus disponibles.
Si le minuteur d'un paquet expire avant réception de l'accusé de réception de ce paquet, la source renvoie le paquet et relance le minuteur de ce paquet.
La source ignore les autres accusés de réception.

Voici quelques derniers conseils :
Prendre le temps que chacun·e s'approprie le protocole, puis le faire tourner.
On pourra aussi laisser le groupe tâtonner en essayant à la recherche de solutions.
Si un bug se produit (il y en aura :)) on regardera si le protocole a une faille (quelque chose de mal défini, ou un cas imprévu) ou si il a été mal exécuté.
On mettra en avant le fait que ce n'est plus un algorithme séquentiel exécuté par une machine, mais un algorithme distribué qui interagit avec un environnement incertain : un protocole.