



Le projet Seine-Nord et la consommation énergétique

Quel trafic ?

En raison de la pauvreté en eau de surface du secteur concerné, il n'y aurait pas d'alimentation naturelle des biefs de la liaison Seine-Nord entre l'Oise et l'Escaut.

L'eau consommée par les éclusages (équivalent à un débit compris entre 7 et 12 m³/s, selon le tracé et le trafic) serait récupérée, d'une part par des bassins d'épargne à chaque écluse, d'autre part par des pompes de chaque bief aval dans le bief amont.

La seule vraie **consommation d'eau** du canal serait due à l'évaporation et aux infiltrations, de l'ordre de 0,4 à 0,7 m³/s. Ce « débit » serait pompé uniquement dans l'Oise. Lors des étiages, plus aucun pompage ne se ferait dans le milieu naturel, et c'est grâce à un surcreusement que le canal continuerait à fonctionner en totale autarcie, pendant 3 à 4 semaines (avec une hypothèse de 15 éclusées par jour).

Si l'étiage se prolongeait plus longtemps, il faudrait interrompre le trafic.

Quelle consommation énergétique ?

Le corollaire de ce système d'alimentation en eau, c'est une **consommation en électricité**, pour les pompes.

Le CLAC a posé une question à Amiens, le 28 novembre 1997, lors d'une réunion de concertation sur le tracé, et il lui a été répondu (par M. Brygo, de VNF) que, pour 15 cycles par jour, le coût énergétique serait de 30 à 44 millions de francs (suivant le tracé retenu), pour un coût total annuel de fonctionnement du canal de 47 à 86 MF.

Pour le calcul ci-dessous, nous avons pris le bas de la fourchette, donc un coût de 30 millions de F.

La moyenne sur l'année du tarif Vert B (appliqué aux puissances comprises entre 10 et 40 MW) en heures creuses est de 15,54 centimes HT le kWh, soit 18,74 centimes TTC le kWh.

Comme il y aurait vraisemblablement un peu de pompes en heures pleines, on peut estimer le coût moyen du kWh à 20 centimes TTC. La consommation des pompes serait donc d'environ **150 millions de kWh** par an.

Hypothèse : le tracé N3 serait retenu (proche du canal du Nord). C'est le plus favorable pour le calcul énergétique, avec un bief de partage à 95 m d'altitude et 6 écluses de 15 à 25 mètres de chute.

Les variables sont nombreuses. Il faut tenir compte d'abord du fait qu'un cycle d'éclusée peut correspondre au passage de deux bateaux ou convois (un montant croisant un avalant). Intuitivement, nous supposons que, sur un canal où le trafic est assez important, deux fois sur trois le cycle d'éclusée correspond à un croisement de bateaux, et une fois sur trois à un seul trajet, l'autre manœuvre s'effectuant à vide.

Il faut aussi tenir compte du fait qu'on peut mettre plusieurs bateaux dans une écluse (sauf les convois de deux barges). Il faudrait donc connaître le tonnage moyen que contient chaque écluse, et non le tonnage moyen des bateaux circulant sur le canal. Pour le calcul ci-dessous, nous avons pris comme hypothèse 900 t de moyenne dans chaque écluse, multiplié par le coefficient 1,67 (une éclusée = deux passages dans les deux tiers des cas) = 1 500 t par éclusée.

NB. La moyenne de 900 t par contenu d'écluse peut sembler faible, pour un canal pouvant accueillir des convois de 4 400 t. Il faut cependant tenir compte des retours à vide et du fait que les bateaux ne sont pas tous des convois poussés et sont rarement chargés au maximum de leur capacité. De plus, on peut supposer qu'il y aurait des conteneurs sur le canal, donc un tonnage moyen par bateau inférieur à celui d'un canal ne transportant que des pondéreux. Sur le canal Main-Danube, aux caractéristiques comparables à celles du projet Seine-Nord, la moyenne constatée du chargement est de 660 t par bateau, presque tous transportant des pondéreux.

Multiplions 1 500 t par 15 cycles d'éclusées et par 365 jours, on obtient 8,2 Mt par an.

En multipliant ce trafic de 8,2 Mt par les 89 km de la liaison (tracé N3), on arrive à 730 millions de t.km, pour une consommation électrique de 150 millions de kWh, soit environ 0,20 kWh par t.km.

NB. Un trafic de 730 millions de t.km sur seulement 89 km de canal représenterait plus de 12 % du trafic fluvial total en France, tel qu'il était en 1996.

Consommation énergétique par t.km transportée

Or 1 kWh = 241 gep (grammes équivalent pétrole). Ce chiffre est donné par le rapport Merlin, et tient compte du rendement de conversion, et non uniquement de l'effet Joule, pour lequel 1 kWh = 86 gep.

NB. Pour ses propres calculs, la SNCF prend l'équivalence de 1 kWh = 250 gep.

On arriverait ainsi à une moyenne de **48 gep par t.km** pour l'électricité des pompages.

À cette consommation électrique, il faut bien sûr ajouter la consommation en carburant des bateaux, qui tourne autour de 8 gep par t.km (voir ci-contre).

On arriverait donc au total de **56 gep par t.km** transportée sur la liaison Seine-Nord, contre 8 à 12 par le train (cf. ci-contre).

NB. Comme ce résultat paraît aberrant, on peut penser que M. Brygo s'est trompé (involontairement) et que la fourchette de 30 à 44 millions s'applique à des kWh et non à des francs. Dans cette hypothèse, la consommation électrique serait comprise entre 0,04 et 0,06 kWh par t.km, soit entre 10 et 15 gep par t.km, donc un total (pompages + bateaux) de **18 à 23 gep par t.km**, de toute façon largement supérieur à la consommation énergétique des trains.

Consommation unitaire des bateaux, trains et camions

À ce sujet, le débat sur les **consommations unitaires des modes de transport** mériterait d'être clarifié.

Ainsi, dans le dossier Seine-Nord (concertation pour le choix d'un fuseau), on lit qu'avec 5 litres de carburant par tonne transportée on fait 100 km par la route, **230 km** par voie ferrée et 500 km par voie d'eau.

Or, dans un document diffusé par l'ONN il y a quelques années, on retrouvait bien les 100 km de la route et les 500 km de la voie d'eau, mais le train était donné à **333 km**. Et dans la vidéo récemment réalisée par VNF sur le transport de déchets, la distance est de **300 km** pour le train. Qui croire, quand ce sont en plus les mêmes sources qui donnent des résultats différents ? !

Et que signifient 5 litres de carburant ? Est-ce le même carburant pour tous les modes ?... Seule une équivalence en gep, en kWh ou en joules serait rigoureuse.

En réalité, il faut comparer des choses comparables et détailler suivant les types de transport fluvial (convoi poussé ou automoteur, canal ou rivière...), ferroviaire (train complet ou wagon isolé, train rapide ou non...) ou routier (camion de 38 tonnes, camion de livraison, cycle urbain ou longue distance...).

Le Ministère des transports (en 1979) donnait les chiffres suivants, en gep par tonne kilométrique taxée :

Convoi poussé sur le canal Dunkerque-Escaut :	7,4
Convoi poussé sur la Seine :	8,5

Petit convoi sur la Seine :	7,1
Bateau de rivière sur la Seine :	6,5
Bateau de canal sur la Seine :	12,5
Train complet régime ordinaire :	7,3
Train lotissement :	11,0
Wagon isolé et rame de – de 480 t :	11,2
Train régime accéléré :	21,8
Camion longue distance	15 à 60

L'*Encyclopædia Universalis* (édition 1995) donne les chiffres suivants, en grammes équivalent charbon (gec) par t.km, soit en gep par t.km :

	gec/t.km	gep/t.km
Convoi poussé de 5 000 t	5,05	8,2
Train complet électrique	5,95	9,6
Camion de 25 t de charge utile	23,89	38,6

On est donc loin d'une consommation double du train par rapport à la voie d'eau.

Des distances plus longues pour la voie d'eau

Il faut aussi tenir compte des **distances plus longues** du transport par voie d'eau.

Prenons l'exemple de Paris-Dunkerque. En train, il y a environ 300 km. Par le canal du Nord actuel, il y a 378 km de Gennevilliers (port de Paris) au port de Dunkerque, et la distance ne varierait guère avec le projet de liaison à grand gabarit.

L'éventuel petit avantage énergétique de la voie d'eau sur le train est donc déjà annulé par l'allongement des distances, sans même parler de la consommation des pompages.

Une récupération partielle d'énergie ?

Il y aurait un projet d'**installation de turbines** sous les écluses pour récupérer une partie de l'énergie consommée par le pompage, avec (d'après J.-Jacques Lefebvre, de la direction régionale des Transports Nord-Pas-de-Calais) un retour sur investissement de 6 ans ?

À ce sujet, il nous semble que la solution « bassin d'épargne » est en partie contradictoire avec la récupération d'énergie par des turbines au fond de l'écluse. En effet, seuls 40 % de l'eau restent utilisables pour la production d'électricité, une fois les trois bassins d'épargne remplis. De plus, la hauteur de chute étant alors faible, l'énergie récupérable ne serait qu'une petite fraction de l'énergie nécessaire pour le pompage de l'eau du bief aval vers le bief amont. Un tel dispositif semble par ailleurs incompatible avec la rapidité d'éclusage, impératif majeur pour la navigation.

Peut-être envisage-t-on de mettre des turbines entre l'écluse et les bassins d'épargne, mais ce serait là aussi peu efficace, vu que la hauteur de chute est alors très faible, et cela freinerait aussi l'éclusée.

Exemple des pompages de la liaison Main-Danube et extrapolation au cas du projet Seine-Nord

Des caractéristiques semblables

Dans le cas du canal Main-Danube, le tronçon sans alimentation naturelle mesure 102 km de long (contre 89 km pour le projet Seine-Nord). L'alimentation en eau se fait d'un seul côté (le Danube), comme pour Seine-Nord (l'Oise).

Il faut faire monter l'eau de 51 m depuis la vallée de l'Altmühl, affluent du Danube (ou de 68 m depuis le Danube, en période d'étiage de l'Altmühl), par 3 écluses (ou 5 depuis le Danube).

Dans le cas de Seine-Nord, il faudrait faire monter l'eau de l'Oise de 64 m jusqu'au seuil de partage, là aussi par trois écluses.

Les écluses ont les mêmes dimensions dans les deux cas (12 m de large, 190 m de long).

Pour la hauteur, de l'Altmühl au bief de partage du canal Main-Danube, les trois écluses ont une hauteur de chute de 17 m chacune.

Dans le cas de Seine-Nord, les trois écluses entre l'Oise et le bief de partage des eaux auraient respectivement 24, 15 et 25 m de hauteur de chute.

À chacune de ces écluses il y aurait, comme sur le canal Main-Danube, 3 bassins d'épargne. Le volume d'eau à hisser à chaque écluse serait ainsi réduit de 60 % (d'après la formule qui veut que pour un nombre n de bassins d'épargne accolés à une écluse, la proportion d'eau récupérée est de $n/(n+2)$).

D'où les volumes à pomper à chaque écluse :

- Pour le canal Main-Danube :
 $17 \times 0,4 \times 12 \times 190 = 15\,504 \text{ m}^3$ à hisser de 51 m
- Pour Seine-Nord, le calcul donnerait :
 $24 \times 0,4 \times 12 \times 190 = 21\,888 \text{ m}^3$ à hisser de 24 m
 $15 \times 0,4 \times 12 \times 190 = 13\,680 \text{ m}^3$ à hisser de 15 m
 $25 \times 0,4 \times 12 \times 190 = 22\,800 \text{ m}^3$ à hisser de 25 m

L'énergie nécessaire pour faire monter un volume V d'eau d'une hauteur H étant proportionnelle à V et à H , on peut appliquer une règle de trois pour permettre des comparaisons :

$21\,888 \text{ m}^3$ à hisser de 24 m = $15\,504 \text{ m}^3$ à hisser de 33,9 m
 $13\,680 \text{ m}^3$ à hisser de 15 m = $15\,504 \text{ m}^3$ à hisser de 13,2 m
 $22\,800 \text{ m}^3$ à hisser de 25 m = $15\,504 \text{ m}^3$ à hisser de 36,8 m

Soit au total l'équivalent de $15\,504 \text{ m}^3$ à hisser de 84 m, donc une énergie nécessaire de $84/51 = 1,65$ fois plus importante pour faire fonctionner Seine-Nord que celle nécessaire actuellement sur le canal Main-Danube.

Or, d'après le professeur Eugen Wirth (*), à chaque fois qu'un bateau franchit la ligne de partage des eaux Main-Danube, cela nécessite 4 080 kWh.

On peut donc conjecturer que pour le cas de Seine-Nord, le résultat serait de $4\,080 \times 1,65 = 6\,732 \text{ kWh}$.

En multipliant 6 732 par les 15 cycles par jour, et par 365 jours par an, on obtiendrait une consommation annuelle de 36,86 millions de kWh.

Ainsi, la fourchette de 30 à 44 millions s'appliquerait bien à des kWh et non à des francs.

C'est donc la deuxième hypothèse émise en p.2 qui serait vérifiée, et on aurait une consommation unitaire de $36,86/730$ millions de t.km = 0,05 kWh par t.km, soit **12,2 gep par t.km**

À ajouter aux 8 gep par t.km pour la propulsion du bateau, le total serait donc de l'ordre de **20 gep par t.km**, soit *grosso modo* le double de la consommation d'un train, et à peine moins que la consommation d'un gros camion sur autoroute.

Par ailleurs, comme les pompages n'ont pas seulement pour fonction de compenser l'eau des éclusées (7 à $12 \text{ m}^3/\text{s}$), mais aussi de compenser l'eau évaporée ou infiltrée (0,4 à $0,7 \text{ m}^3/\text{s}$), il faudrait ajouter environ 5 % à la consommation électrique estimée ci-dessus.

(*) de l'université d'Erlangen en Bavière.

Validation

Dans le deuxième rapport d'étape des études préliminaires sur Seine-Nord, daté de mars 1996, il est fait mention, p.17, dans le tableau de comparaison des fuseaux, de la puissance des pompages sur 8 heures pour 15 cycles, en MW. Pour le tracé retenu dans cette note (canal du Nord), il est indiqué 13,2 MW. Soit : $13,2 \times 8 = 105,6 \text{ MWh}$ par jour, soit $105,6/15 = 7,04 \text{ MWh}$ par éclusée, ou $7\,040 \text{ kWh}$ par éclusée, chiffre très proche des 6 732 kWh par éclusée auxquels nous aboutissons en partant de l'exemple du canal Main-Danube.

Conclusion

Bien évidemment, un tel **handicap énergétique** ne condamne pas en lui seul le projet Seine-Nord, qui recèle certains avantages indéniables (désenclavement du bassin fluvial Seine-Oise, création d'un axe fluvial à grand gabarit entre l'Ile-de-France et les ports de la mer du Nord, moindre nuisance sonore que les autres modes de transport, etc.).

Il serait cependant souhaitable que les partisans du projet Seine-Nord cessent d'utiliser l'argument énergétique, globalement pertinent quand on compare la voie d'eau (en général) à la route, mais particulièrement peu adapté à ce projet précis.