

Méthode de la finance verte, l'éco-design des chaînes de valeur : le cas du secteur aéronautique, moyen-courrier NSR (New Short Range)



Gérard Chevalier

Expert stratégie - Normalien -
Docteur d'état, es sciences
économiques, Phd sciences
gerard.chevalier@cybel.fr

La création de produits et de process verts amène à aborder les outils de la finance verte servant à modéliser la décarbonation au travers de la simulation des trois effets, d'expérience, de différenciation et d'envergure dans les chaînes de valeur durable éco-conçues pour correspondre aux exigences de sustainability des Etats et à la réduction des émissions de gazs à effets de serre (GES).

Quelles nouvelles positions à donner, au NSR, l'essentiel de l'avenir de l'aviation civile, dans la taxonomie verte.

Tous les acteurs de la chaîne de valeur NSR, étendue aux clients et aux fournisseurs sont-ils éligibles aux aides des financements nationaux et européen, de la finance durable ?

Mots-clefs : Finances vertes, simulation, chaîne de valeur durable, décarbonation, green deal.

Introduction : New Short Range (NSR) l'avion vert

Le NSR, futur avion de transport civil court-courrier doit remplacer d'ici 2030 / 2050 les avions les plus vendus et les plus rentables du duopole Airbus / Boeing, soit respectivement les familles A320 et B737.

Cette famille d'avions représente pour le duopole plus de 10 000 avions livrés dont plus de 6 420 pour Airbus.

A priori, le marché représentant d'ici 2030 au moins 20 000 avions dont plus de la moitié de nouveaux appareils et moins de la ½ de renouvellement. Il est porteur d'un enjeu d'activités et d'emplois à haute valeur ajoutée considérable attirant d'autres acteurs que ceux du duopole historique (Boeing a mis en service le 737 dès 1984 et Airbus a mis en service l'A320 en 1988).

Ces enjeux mobilisent des acteurs constructeurs d'avions de moins de 100 places qui montent en gamme et envisagent de cannibaliser une partie du marché (Bombardier, Embraer...).

Des acteurs nouveaux entrants (Cornac, Soukhoï) mais aussi des États qui s'impliquent, attirés par les emplois de haute technologie. Ainsi, Russie, Inde, Chine, Japon, Canada, Brésil... souhaitent que leur industrie participe au marché du NSR, de 150 places \pm 50, seuls ou en coopération, en particulier avec le duopole d'origine.

Ces appareils sont susceptibles d'être monocouloir ou bi couloirs en fonction de la re-segmentation issu de ce foisonnement de nouveaux compétiteurs, entreprises et États. D'autant plus que le besoin de renouvellement à court terme (2/3 ans) d'une fraction (1/5) des 10 000 appareils vendus est émis par plusieurs compagnies aériennes qui souhaitent améliorer les performances de leur flotte et correspondre aux nouvelles exigences environnementales (Facteur 4 de RES à 2040) sévêrisé par la CEE (objectifs de réduction des gaz à effet de serre d'ici 2030).

Les exigences de développement durable concernent avant tout le remplacement du kérosène, promis à un épuisement dès 2030 et la réduction des émissions de GES. Ce remplacement progressif sera issu de carburants de synthèse (à base de gaz, de matériaux organiques de charbon...), de l'utilisation de la pile à combustible, de l'hydrogène vert, du nucléaire vert.

Cette substitution du kérosène apparaît donc incontournable : plus le carburant sera rare, plus il sera cher (la facture de kérosène de l'IATA dépasse les 200 milliards de \$) et plus la dépendance des pays pétroliers, disposants des ressources, sera grande.

Le trafic ayant tendance à croître (0,5 à 1% par an d'ici 2030), les tensions sur le prix du baril de pétrole (+ 250 \$ le baril à 2030), le NSR devra utiliser des substituts au kérosène trop polluant et envisager à ce titre une architecture nouvelle plus économe en énergie (nouveaux moteurs à fort taux de dilution...), plus léger (accroissement de la part des composites, trajectoire optimisée plus économe à l'atterrissage et au décollage en particulier) et plus électrique (commandes de vol facilités, wi-fi...).

L'architecture jusqu'ici employée par le duopole, solution biréacteur, envergure de l'aile, monocouloir à 6 sièges par rangée, peut être améliorée avec des motorisations plus économes, efficaces, optimisées, l'amélioration de la traînée..., mais une nouvelle architecture semble incontournable. Cette nouvelle architecture accompagne une re-segmentation du marché en au moins 3 segments, dont un bi-couloir possible pour les plus fortes capacités 200 \pm 40).

Dès lors, cette nouvelle architecture génère des besoins d'investissements considérables nécessitant une envergure que les nouveaux entrants n'ont pas, mais que leurs États respectifs ont. Quelles seront alors les nouvelles règles d'intervention des États autres que celles du duopole Boeing / Airbus pour le financement des hauts de bilan et de l'augmentation du besoin en fonds

de roulement propre nécessaires pour porter les coûts avant la mise sur le marché (7 à 10 ans). Ces États intervenant dans le cadre des règles de l'OMC, à fixer ou pas.

D'autant plus que les coûts d'accès aux technologies en rupture (nanotechnologies, architecture modulaire, tout électrique, tout numérique, carburant de synthèse, motorisation différente, hydrogène vert, ...) sont considérables et dépassent les capacités des seuls États. Des groupes d'États se constituent (MERCOSUR, CEE, Asie...) et organisent des systèmes de co-conception à géométrie variable sur certaines technologies et pas sur d'autres, plus sensibles.

D'ici 2025, l'amélioration de l'architecture actuelle permet de s'adapter aux exigences d'émission de GES, d'économies de carburants issues de motorisations optimisées (15%) et d'augmentation du confort en vol.

D'ici à 2035, plusieurs entonnoirs de développement se conjuguent, les nouveaux moteurs plus économes, les nouveaux allègements issus de l'emploi des composites, la traînée réduite permettent de concevoir un nouvel avion avec la même architecture éprouvée, tout électrique.

A partir de 2035, une nouvelle architecture peut être déployée, généralisant les motorisations de type open rotor, amenant pour être optimisé une réduction de vitesse de Mach 0,8 à Mach 0,7 minimum, mais économisant jusqu'à 1/3 de carburant de synthèse au prix semble-t-il d'un niveau de bruit augmenté. Cette nouvelle architecture modulaire, tout électrique tout numérique, plus composites est celle du NSR 'Vert' utilisant de nouvelles énergies, plus économe, plus décarboné et plus respectueux de l'environnement, la finance verte en est le support et suppose une éco-conception des nouvelles chaînes de valeur vertes.

I. Recomposition de la chaîne de valeur verte NSR

Chaîne de valeur New Short Range

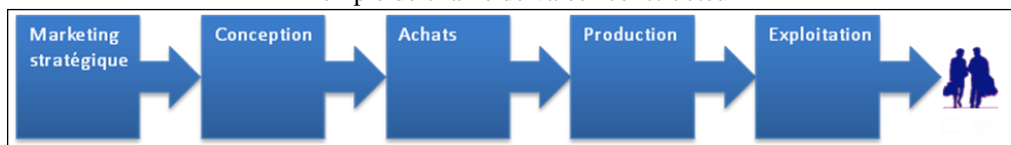
La valeur est ce que sont prêts à payer les clients pour un produit / service. Cette valeur est créée dans une chaîne d'activités internes fait l'objet de ruptures technologies / process (conception, production, exploitation) et externes en restructurations (fournisseurs, co-investisseurs, compagnies...)

Définition Chaîne de valeur NSR

Une approche systématique pour décrire, étape par étape l'obtention de la valeur appréciée par le client, avec ses tendances d'évolution, ses contraintes et obtenir des avances sur les concurrents durablement défendables en y allouant différemment les ressources à chaque étape.

La compréhension des sources de différenciation et des lois d'effets d'expérience (gains de $\frac{1}{4}$), d'effets de différenciation retardée pour la famille NSR (gains de $\frac{1}{5}$), d'effets d'envergure (gains de $\frac{1}{10}$) des coûts du NSR permet les allocations optimales des ressources.

Exemple de chaîne de valeur constructeur



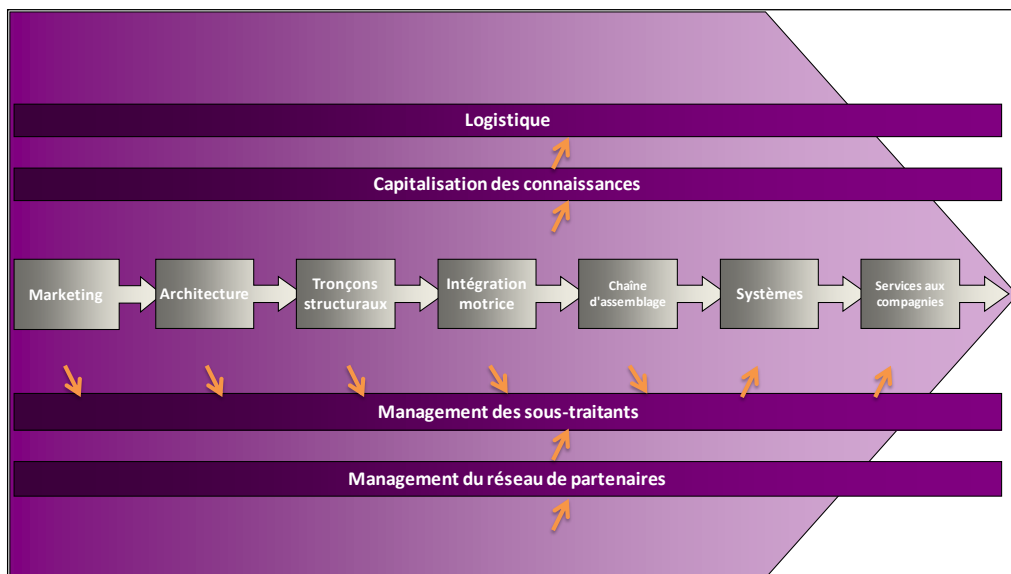
La chaîne de valeur verte NSR est construite rétroactivement sur un choix produit / marché/ technologies

Technologies en rupture : plus électrique, plus composite, plus numérique, économies d'énergie...

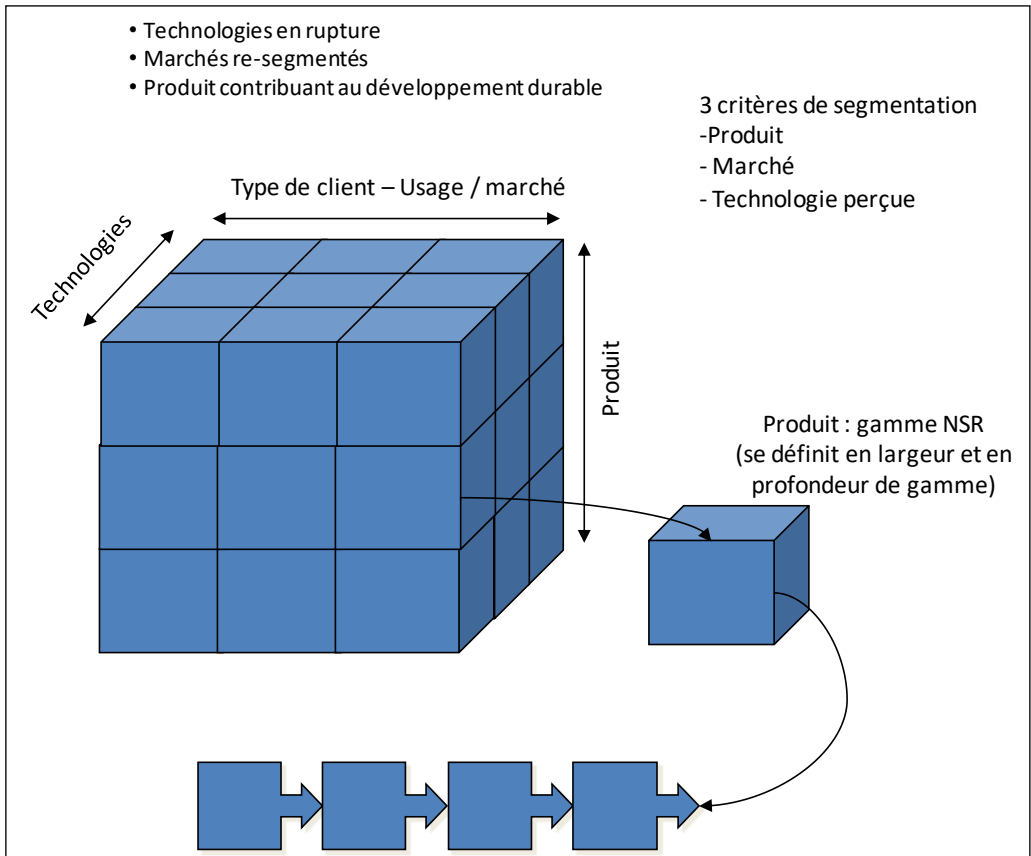
Marchés re-segmentés avec de nouveaux concurrents : Russie, Chine, Inde...

Produit contribuant au développement durable : contribution au facteur 4 de RES (réduction des Effets de Serre) à 2040/2050 dans la CEE.

Exemple de chaîne de valeur ajoutée constructeur actuelle - Court-courrier.



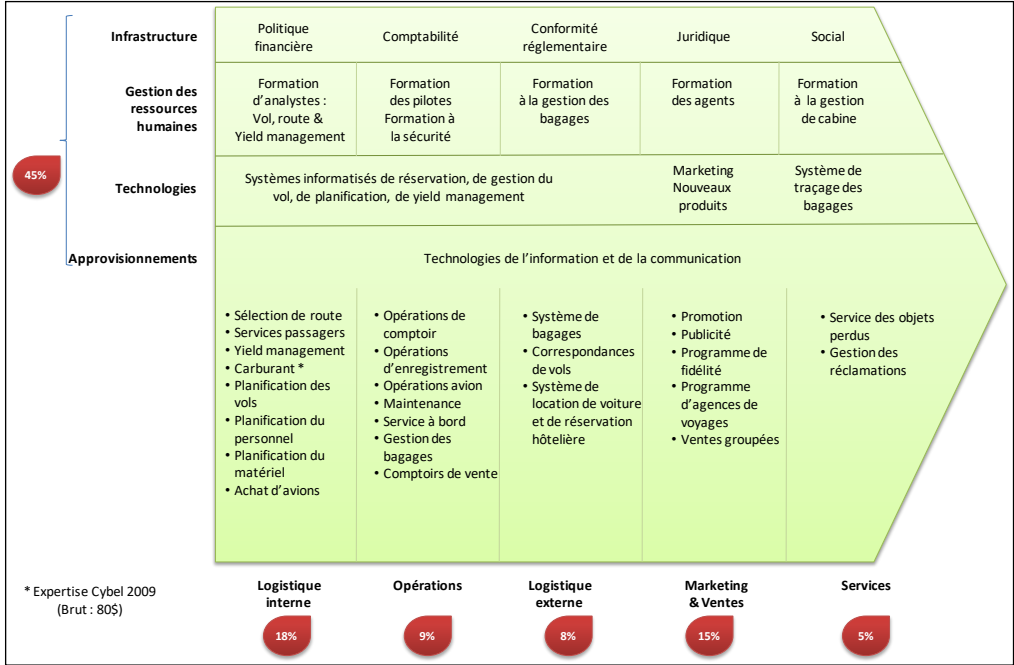
Pour chaque activité de la CdV, les principaux points pour l'avenir sont exposés.



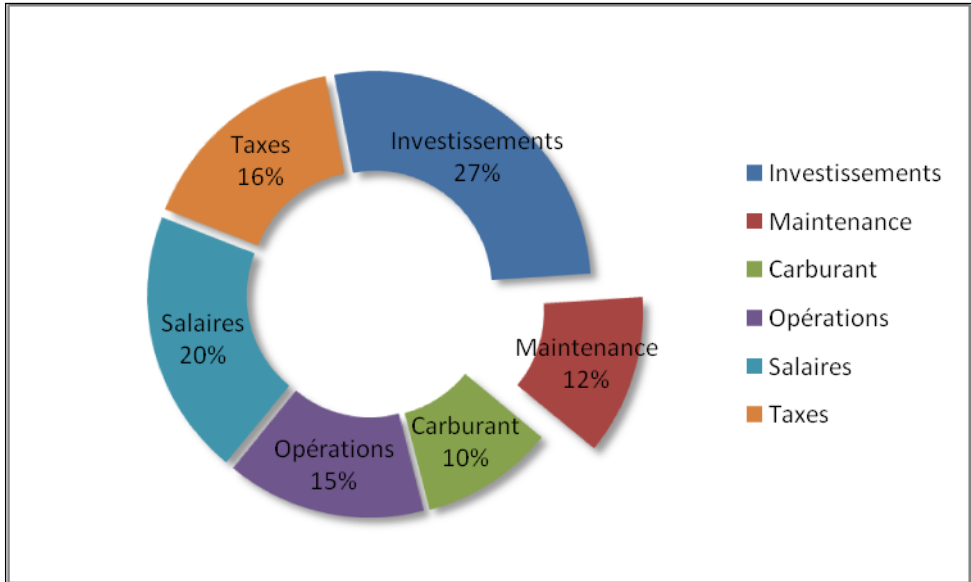
Alors que les attentes des clients et la complexité des marchés s'accroissent, le temps pour créer la valeur autour d'une nouvelle architecture diminue.

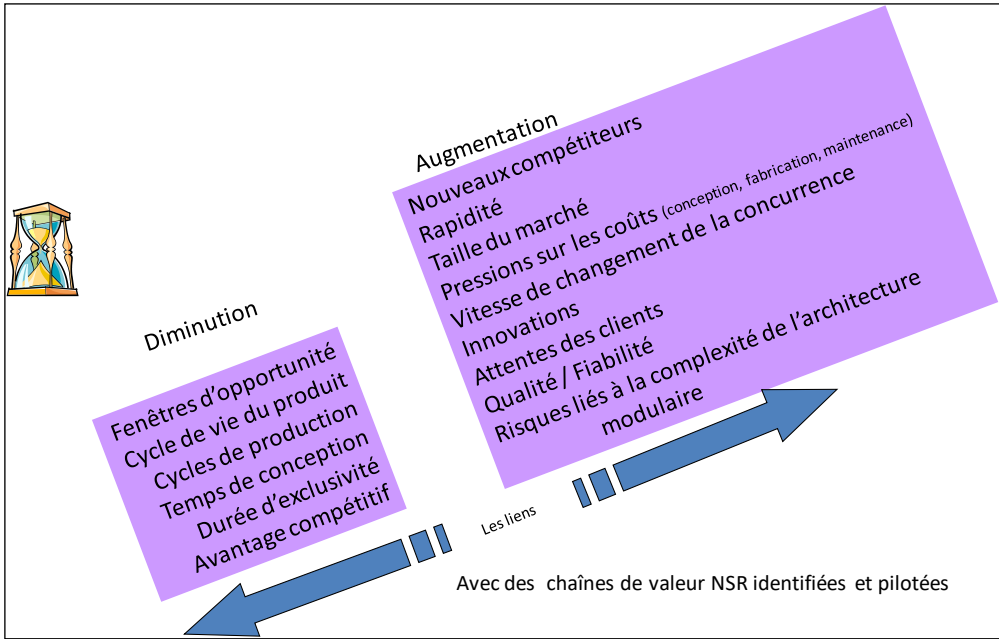
Le pilotage par les chaînes de valeur permet de résoudre les problèmes de compétitivité du NSR, en termes d'efficacité des processus et d'efficacité de la solution propre par rapport aux attentes décarbonées des compagnies aériennes et des exigences de développement durable (sustainability).

Exemple de chaîne de valeur compagnie aérienne



Exemples de coûts d'une compagnie aérienne





1. Caractéristiques du pilotage des chaînes de valeur NSR

Les exigences

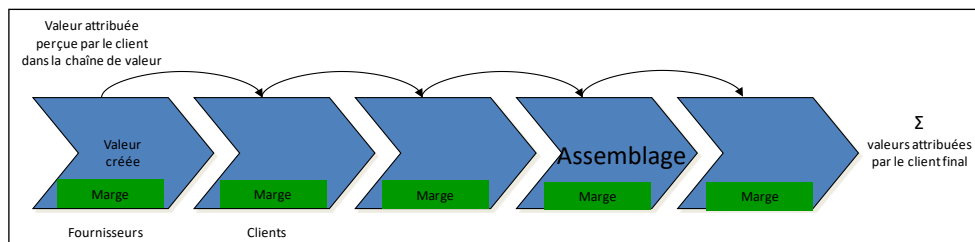
- Exigences client : Les 3 effets
 - Effet de différenciation : Pax, range, aménagement intérieur
 - Effet d'expérience : Réduction des prix de ventes
 - Effet d'envergure : Réduction des coûts d'opération de y% (via également un effet de famille), dont réduction des émissions de GES de z%, énergies de substitution et optimisation MRO).
 - Augmentation de la sécurité (division par 5 du nombre d'accidents)
 - Modalités de financement
- Exigences réglementaires :
 - Développement de l'avion dans le respect de normes de développement durable.
 - Réduction des GES
 - Réduction du bruit
 - Recyclage
- Facteurs externes
 - Globalisation industrielle et architecture modulaire dans le cadre de l'entreprise étendue
 - Nouveaux entrants / concurrents / partenaires, nouvelles relations (RSP)
 - Synchronisation avec les programmes de R&D des motoristes d'une part, et de R&D publique US et UE
 - Évolution sociétale, e.g. modes de transport alternatifs
 - Mode de gouvernance étendue 70/30 (co-conception, propriété intellectuelle, avant-phase programmée)
- Le NSR
 - Les missions : plusieurs avions, familles d'avions ? (largeur et profondeur de gamme) - Abandon du monocouloir
 - Les caractéristiques avions (sécurité, fiabilité, maintenance...) et fixer les niveaux de communalité
 - Les solutions techniques (nouvelle architecture, tout numérique, tout électrique, tout composites, fuselage large, hydrogène vert)

Les solutions industrielles nouvelles (cinématique de la configuration, entreprise étendue et co-conception 'around the clock', management de contraintes du worksharing) lié à la PLM (Product Life Management) aéronautique.

La valeur ne recoupe pas la notion de « valeur ajoutée » dans le NSR vert

- La valeur ajoutée représente les coûts ajoutés par des activités à ce que l'on a acheté.
- Certains coûts de la VA ont une valeur supérieure à ceux des concurrents, car offrant plus de différence (électronique de confort).
- L'externalisation de certaines activités représentant des coûts de VA, amène à réduire la VA, mais à augmenter la valeur dans la chaîne de valeur (généralisation de l'architecture modulaire).
- La réduction des coûts constitutifs de la VA augmente la valeur de la chaîne (paradoxe de la ... valeur ajoutée...) (avionique modulaire).
- Pour le NSR, la valeur ajoutée est le résultat d'un choix de chaîne de valeur sur le seul critère de la valeur pour les compagnies et les passagers, ce qui amène en fait une re-segmentation du marché, tel qu'il est défini actuellement.

Le pilotage par la valeur induit un pilotage par les marges de chacune des étapes de la CdV NSR dont les $\frac{3}{4}$ sont constitués d'achats par le constructeur et $\frac{1}{4}$ sa propre VA.



La valeur est constituée par la valeur ajoutée par étape de la CDV, compte tenu des prix de transfert (coûts de cessions inter-étapes de la CDV du fait du partage industriel Airbus par exemple).

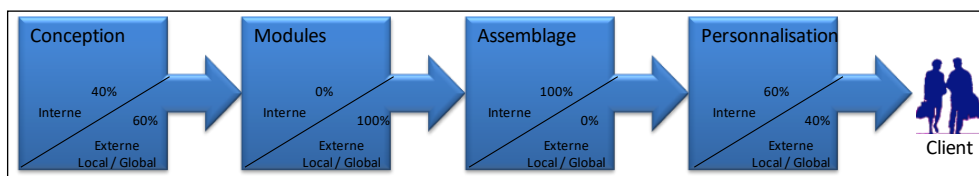
La valeur créée, plus la marge par étape, constituant la valeur attribuée pour le client final : la compagnie aérienne et le passager.

Le repérage des marges par étape de la CDV NSR constitue ainsi un préalable du pilotage de la valeur perçue par le marché.

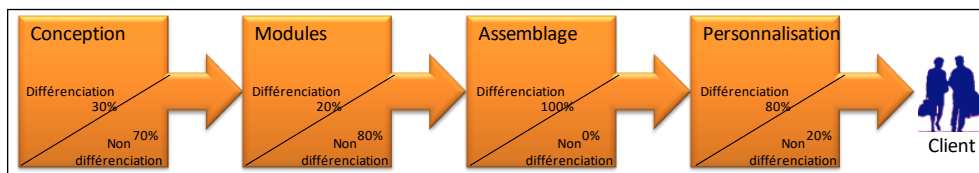
Exemple de chaîne de valeur ajoutée actuelle de l'assemblage

| CdV assemblage court-courrier | %VA |
|-------------------------------|----------------------|
| Tronçons structuraux | |
| Tronçon a (central) | <input type="text"/> |
| Tronçon b (pointe avant) | <input type="text"/> |
| Tronçons c à x (...) | <input type="text"/> |
| Intégration moteurs | |
| Mats (réacteur) | <input type="text"/> |
| Chaîne d'assemblage | |
| - fonctionnement | <input type="text"/> |
| - équipement | <input type="text"/> |
| - essai vol | <input type="text"/> |
| Peinture | <input type="text"/> |
| Essai | <input type="text"/> |

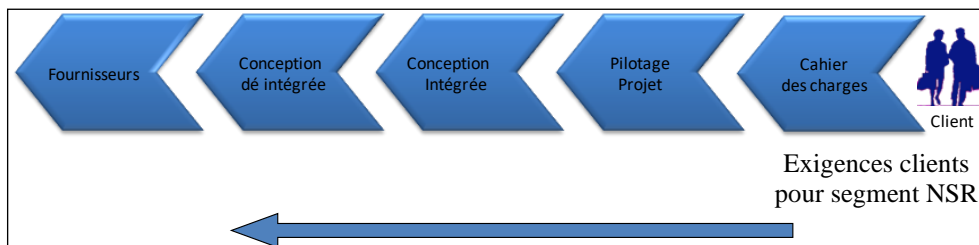
La CDV NSR amène à augmenter le niveau de dé-intégration (d'1/3 en moyenne).



La CDV NSR a un niveau de différenciation retardée augmenté par la re-segmentation du marché servi qui amène la passage d'un à au moins 3 segments.

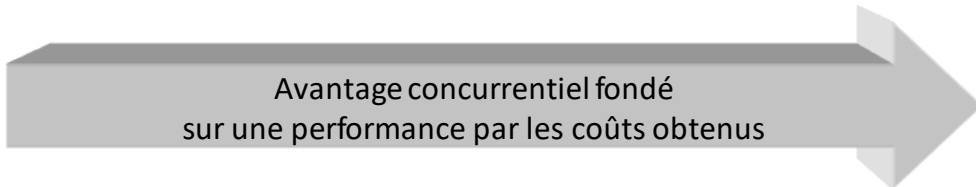


La chaîne de valeur NSR est pull : les exigences clients sont multipliées.



La synthèse projet traduit les attentes du client qui tire la chaîne de valeur à partir d'exigences sévrisées pour le NSR. Le client exprime ses préférences. Ex. : motorisation « bas coûts » + standards de confort élevés + décarbonation.

Chaque étape de la chaîne de valeur NSR est une source potentielle d'avantage d'avances sur les concurrents et les nouveaux entrants - ayant le marché pour origine.

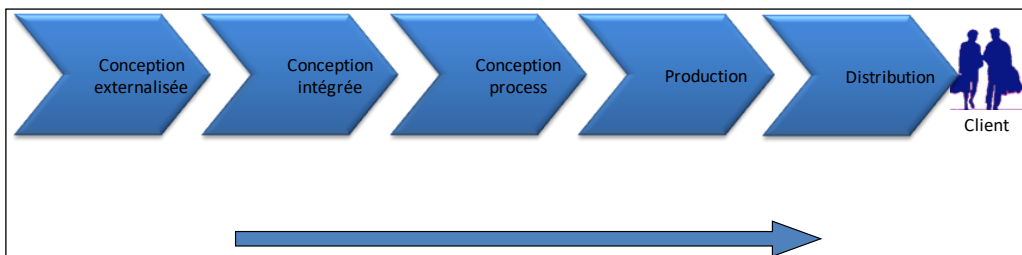


Qu'est-ce que le client compagnie aérienne perçoit de la valeur NSR vert ?

2. Le Pull NSR

Il s'agit, après avoir « isolé » chaque activité de la chaîne de valeur, en remontant rétroactivement, étape par étape, à partir de l'expression des exigences du marché, d'établir le « design » de cette chaîne pour en obtenir le plus de valeur, par différence avec ce que le concurrent et les nouveaux entrants proposent et en avance sur eux.

La chaîne de valeur NSR est push (architecture modulaire).



Poussé par la R&D des fournisseurs, mise en musique par l'intégration plus poussée (synthèse système) produit / process/ clients et les technologies de rupture perçues. L'offre crée la demande avec un NSr plus léger (composites), plus électrique ('tout électrique'), plus numérique (avionique modulaire), plus vert (dé-carboné).

Chaque étape de la chaîne de valeur NSR est une source potentielle d'avantage d'avance sur les concurrents poussée par l'offre (technologies perçues, coûts...).



Ex. : Coûts de conception de $\frac{1}{2}$, coût d'assemblage de $-\frac{1}{3}$, coûts de maintenance de $-\frac{1}{5}$.*

3. Le Push NSR

Il s'agit de créer de la valeur susceptible de révéler un besoin dans les nouveaux segments de marché NSR et de procurer aux clients AL des utilités qu'ils sont prêts à payer.

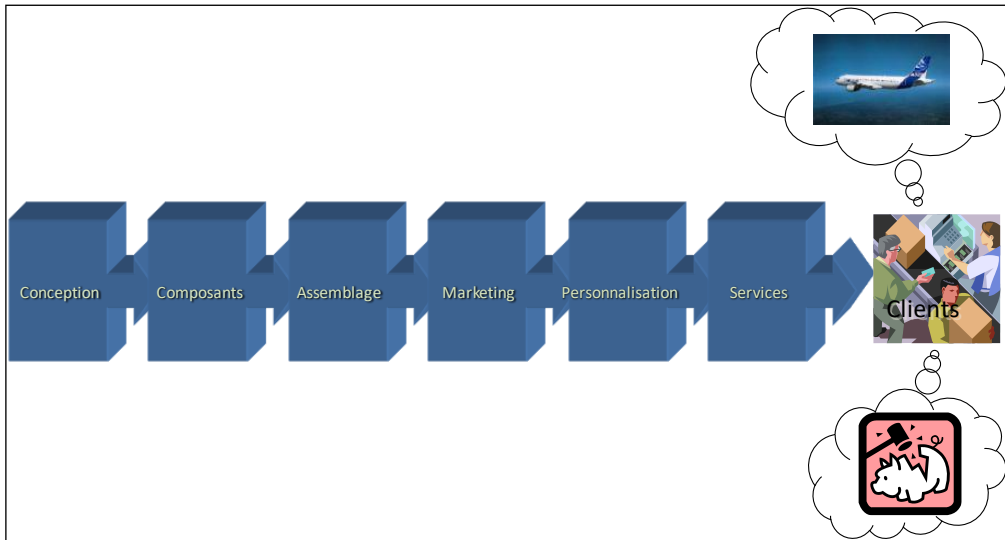
Ex. :

- Downsizing
- Réduction de la diversité non perçue -> Low cost
- Contrôle de maintenance « embarquée » pour révéler les risques
- Maintenance à distance
- Pilotage assisté
- Environnement multimédia.

Le compromis « Push - Pull » du NSR établi dans la chaîne de valeur cible permettra d'être juste en avance sur les concurrents : créant et suivant simultanément le marché avec un niveau de différenciation retardée amenant à diversifier l'offre.

La chaîne de valeur NSR est pilotée en flux tendus (pour 80% de la valeur) et est très différenciée en aval vers le marché (20% de la valeur représentant la personnalisation).

La chaîne de valeur NSR fournit au marché une série d'avantages push & pull.

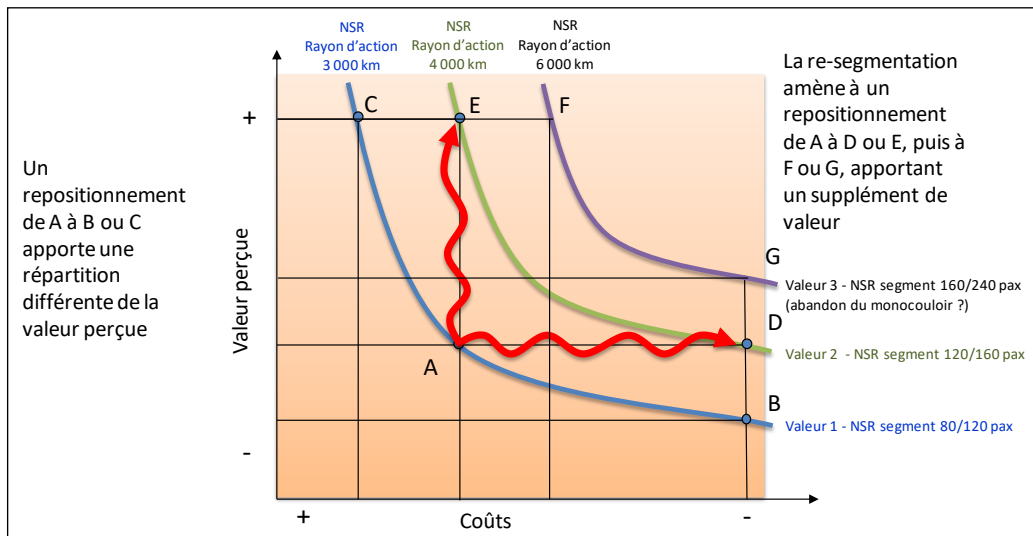


Ces avantages impliquent des sacrifices financiers, en correspondance avec la chaîne de valeur propre du client compagnie aérienne et de sa propre CDV (coûts de personnel diminué, augmentation des fréquences...).

Les avantages compétitifs du NSR s'obtiennent en améliorant le compromis entre prix et valeur perçue par les AL (trade-off).

4. Cette amélioration amène une re-segmentation du marché (Le trade off).

Les avantages compétitifs du NSR s'obtiennent en améliorant le compromis entre coûts optimisés intégrant les contraintes du développement durable et valeur perçue (innovations) par les AL, re-segmentant le marché.

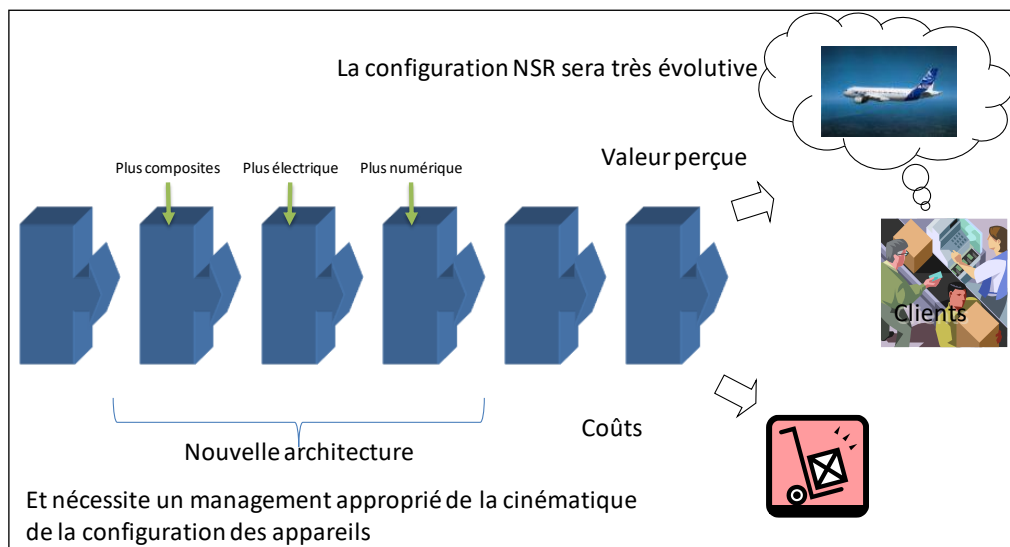


Le pouvoir de faire pencher la balance « valeur perçue / coût de mise à disposition » change le champ de la compétition NSR.

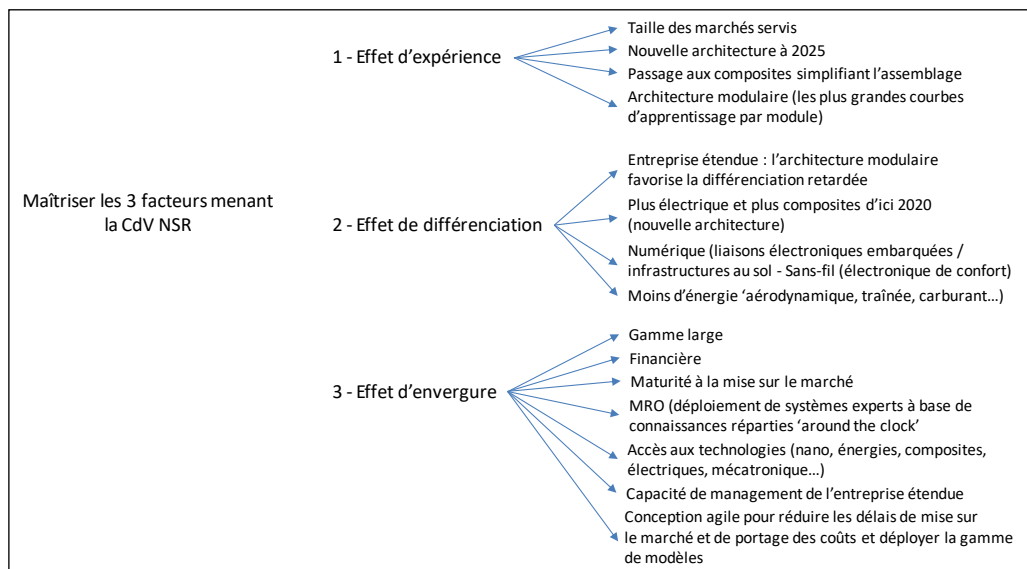
Le pouvoir est celui de la mobilisation de nouvelles technologies et de la mobilisation des ressources haut de bilan nécessaire par la finance verte. Ce pouvoir sera au-delà des constructeurs actuels et nouveaux, celui des États - garantissant les financements longs nécessaires.

Les jeux d'acteurs s'en trouvent bouleversés dans le contexte de globalisation accéléré de l'entreprise étendue (réseau de co-traitance, de co-conception, de systémiers et de sous-systèmeurs en cours de constitution).

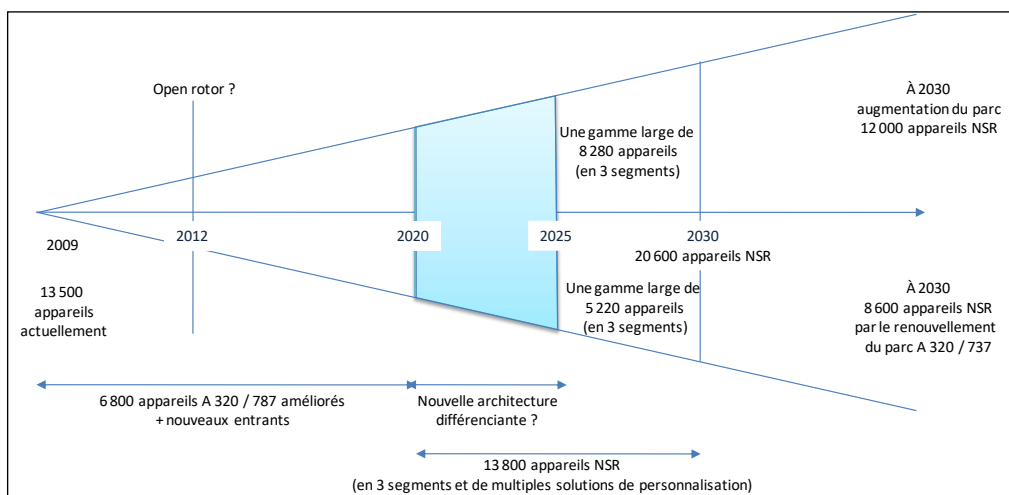
L'amélioration continue de ce compromis du NSR vert nécessite une nouvelle conception de la chaîne de valeur tout au long du cycle de vie produit.



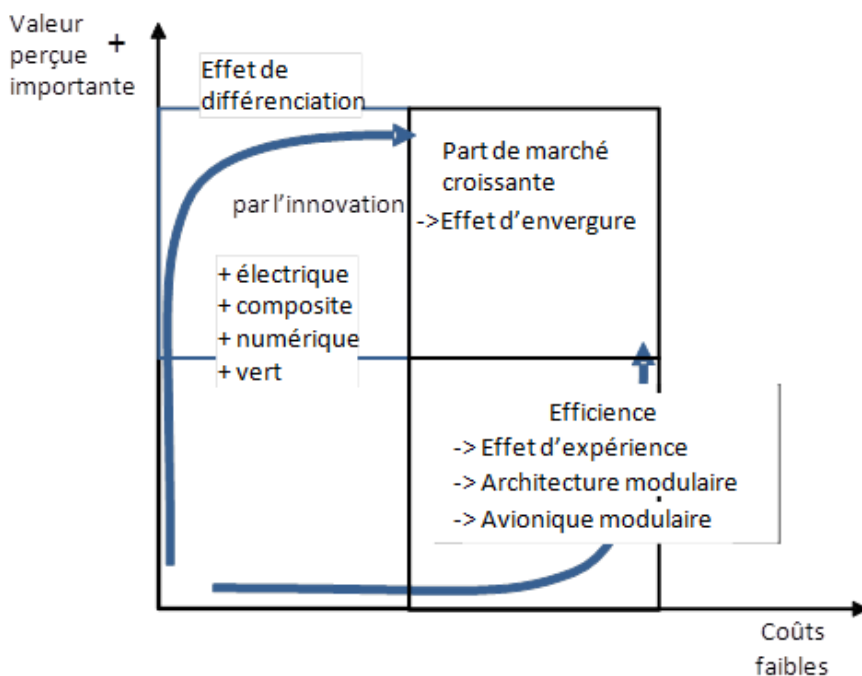
À l'horizon 2030 : Les 3 facteurs menant suivant expliquent la compétitivité de chaque activité de la CdV



Le NSR : cible de marché global (monocouloir) - Les 3 effets à maîtriser : Effet d'expérience à viser sur + de 20 000 appareils, effet de différenciation issu de la re-segmentation et effet d'envergure issu du coût d'accès aux nouvelles technologies vertes et à la nouvelle architecture verte également (éco-conception).

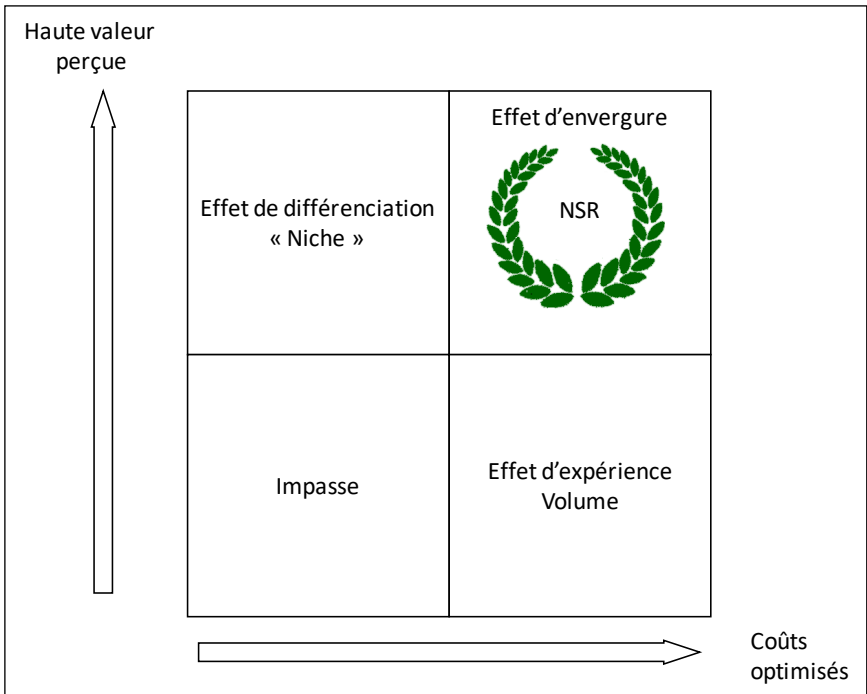


L'avance sur les concurrents issue de la chaîne de valeur NSR résulte donc de la combinaison de deux dimensions - valeur perçue, coûts -, compte tenu de l'optimisation conjointe des 3 effets d'expérience, différenciation et envergure.

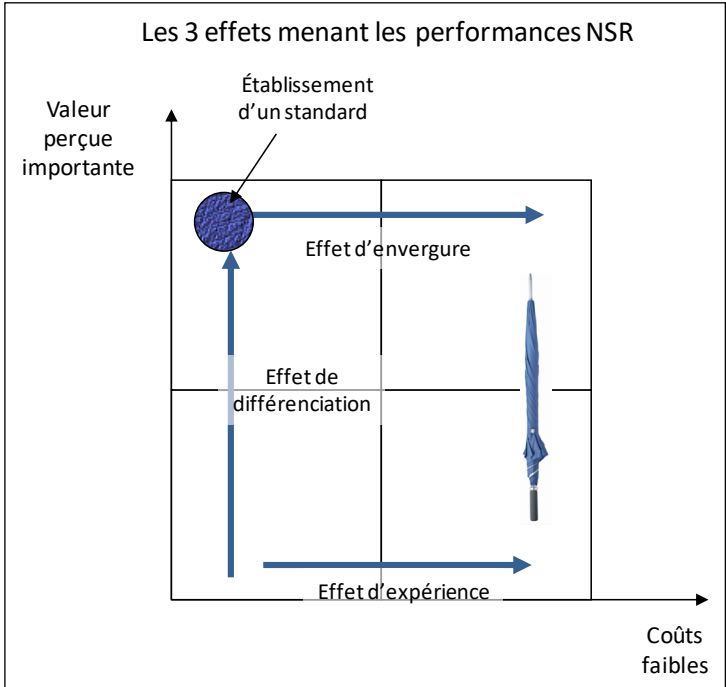


Les avances sur les concurrents : coûts ou valeur perçue constituent les dimensions du damier stratégique, qui amène à se positionner mieux que les autres sur un effet d'envergure assurant une part de marché avec un ROI¹ croissant.

¹ Retour sur investissements

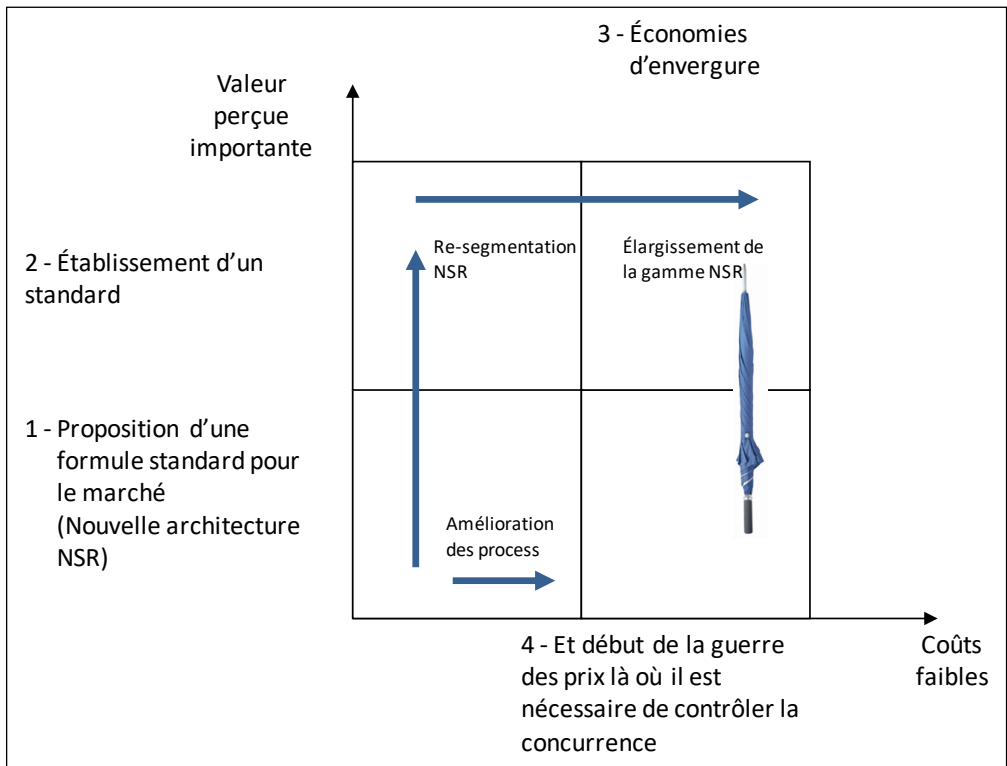


Il est important cependant pour les premiers entrants de construire très tôt une réserve de prix.

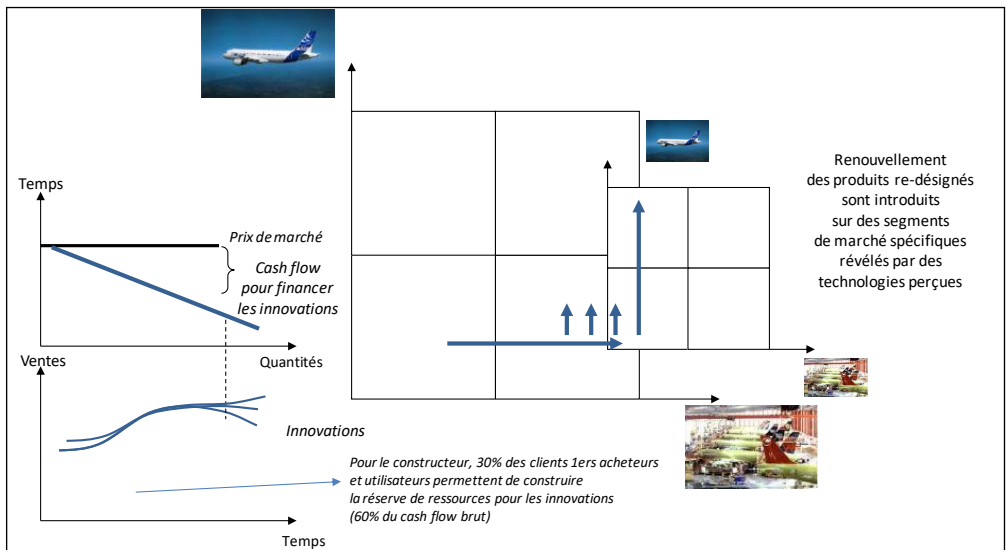


La baisse des prix peut être utilisée pour contrôler le cash-flow des suiveurs.

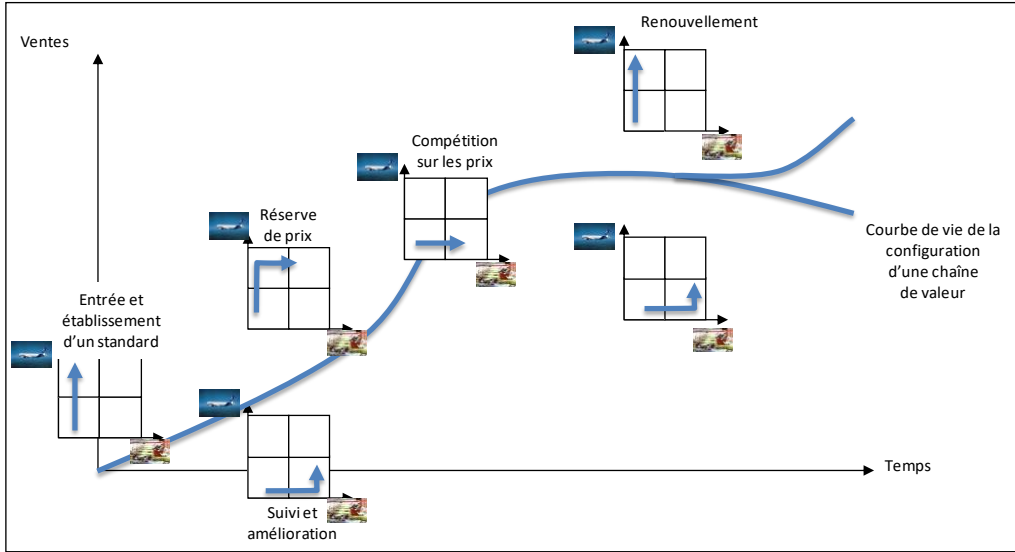
La largeur de gamme du NSR vert demandera des réserves d'innovation intégrées grâce à l'architecture modulaire et à la différenciation optimisée en co-conception qu'elle permet.



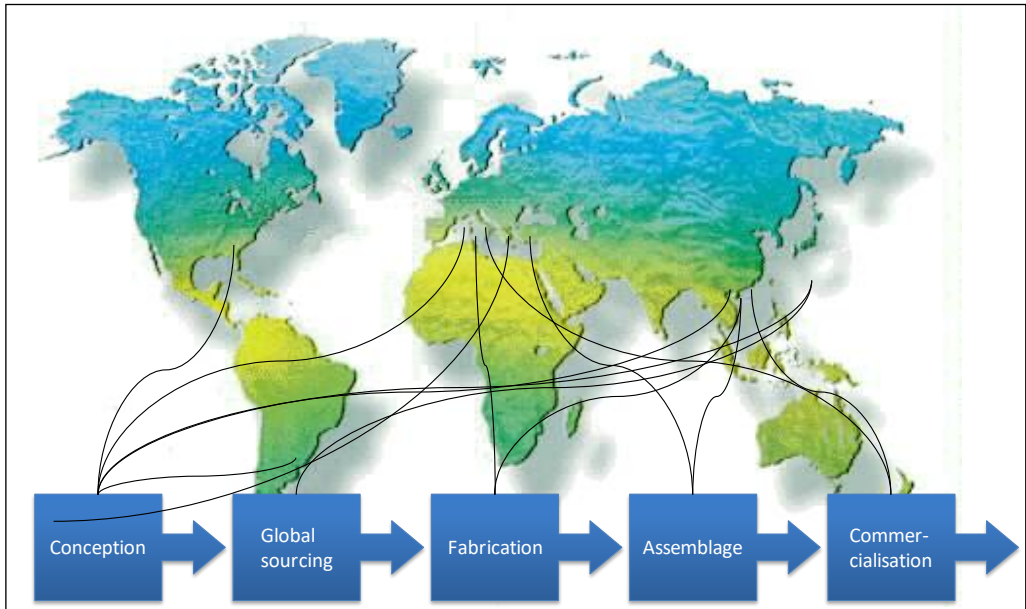
Le NSR disposer d'une grande réserve d'innovations incrémentales « fréquentes » qui créent de la valeur pour le marché (confort, identité, coûts...) et de rupture (hydrogène, taux de dilution ...).



La chaîne de valeur NSR vert gérée implique d'amener un nouvel avantage durable compétitif au bon moment du cycle de vie de la CDV grâce à la conception modulaire généralisée (architecture et avioniques modulaires, tout électrique, tout numérique, tout composite, plus économe, décarboné).

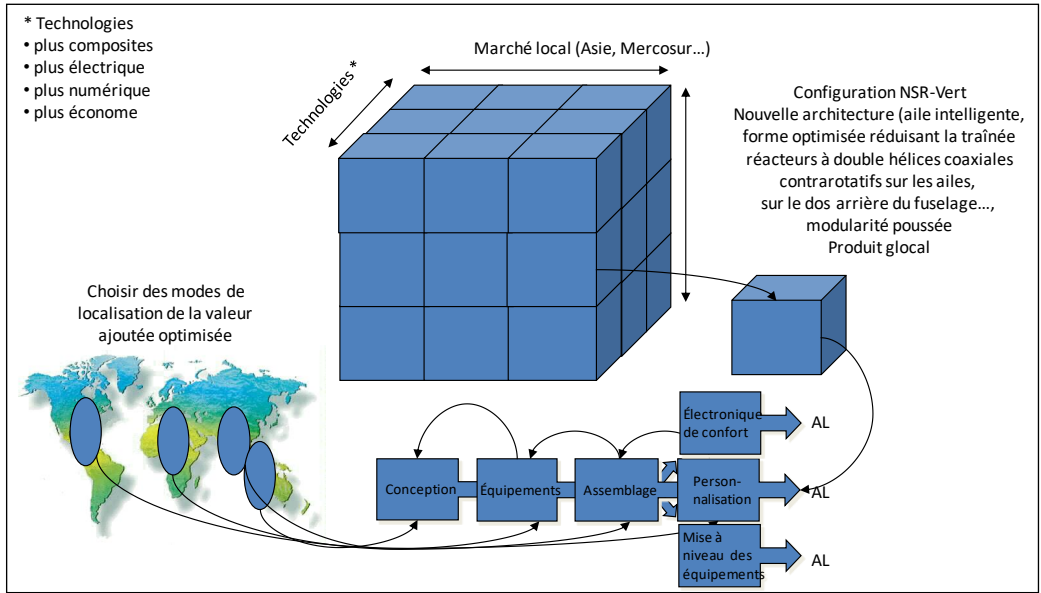


Le NSR vert implique un management global de valeur ajoutée sustainable et de la dialectique verte de ses modes de localisation/relocalisation.

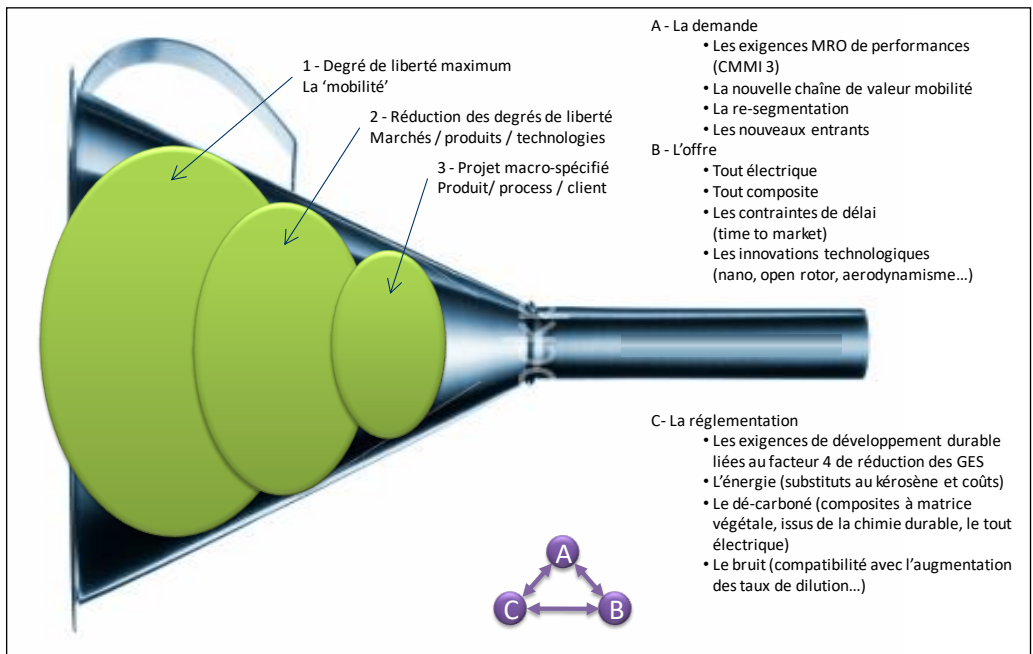


La chaîne de valeur NSR est « globale » construite rétroactivement sur un choix produit / marché/ technologies re-segmentant différemment le marché servi dans un contexte à la fois global et local de différenciation retardée.

Mise sur le marché en version améliorée des A 320 / B 737 actuels d'ici 2030 (architecture est totalement nouvelle – éco-conception



La chaîne de valeur NSR est en fait issue de la convergence de plusieurs entonnoirs de développement déterminant des spécifications.



Les spécifications NSR vert sont issues de l'interaction entre les 3 pôles/

II. Les environnements durables

D'où l'on part...

- *L'énergie*
 - Les énergies fossiles représentent aujourd'hui plus de 80% de la consommation mondiale (pétrole 35%, charbon 25%, gaz 20%).
 - Les transports terrestres, aériens et maritimes utilisent plus de 50% du pétrole mondial, 5% sous forme de kérosène.
 - Les pays de l'OPEP concentrent plus de 55% des ressources en pétrole.
- *L'environnement*
 - Gaz à effet de serre (GES). Il y en a toujours eu puisque sans eux la température moyenne du globe serait d'environ -18°C. Mais leur concentration augmente, surtout celle du CO₂.
 - Les accords internationaux. Inventaire par pays des émissions de GES et des programmes de réduction.
 - Dans l'industrie aéronautique et de défense.
 - Tous modes confondus, les transports rejettent 15% du CO₂ total, les avions seulement 2,6%. Dans l'UE, le transport aérien représente 3% des émissions de GES. L'organisation de l'Aviation Civile Internationale (OACI) sévérise les normes sur la pollution.
 - Aucune taxe pour le moment ni sur le kérosène, ni sur les GES. Mais certains aéroports (Suisse, Allemagne, Suède) imposent des taxes en fonction des émissions rejetées au sol et pendant le décollage.

Les exigences à 2030

- Développement durable prioritaire et économie des hydrocarbures en rupture
- **Impacts.** Il va falloir maîtriser toutes les pollutions (bruit, gaz et effluents) tout au long de la vie de l'avion, construction, exploitation et valorisation en fin de vie.
- **Vers des énergies différentes**
 - **Gaz-to-liquid**, obtenu à partir de gaz de pétrole ou de gaz naturel (procédé Fischer et Tropsch).
 - **Coil-to-liquid**, à partir de charbon (1/3 du marché intérieur de l'Afrique du Sud), mais qui produit beaucoup de CO₂.
 - **Biocarburants**, dont l'expérimentation en aéronautique débute. Ceux de première génération ayant montré leurs limites (concurrence avec l'alimentation humaine), on cherche maintenant des solutions à base d'algues.
 - Hydrogène (pile à combustible)
 - Photovoltaïque...

On est en présence d'une convergence de plusieurs entonnoirs de développement déterminant les spécifications NSR vert menés par :

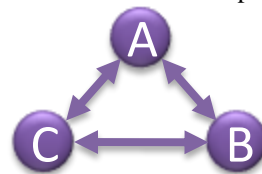
A - La demande

- Les exigences MRO de performances (CMMI 3) des compagnies aériennes
- La nouvelle chaîne de valeur mobilité
- La re-segmentation
- Les nouveaux entrants

B - L'offre

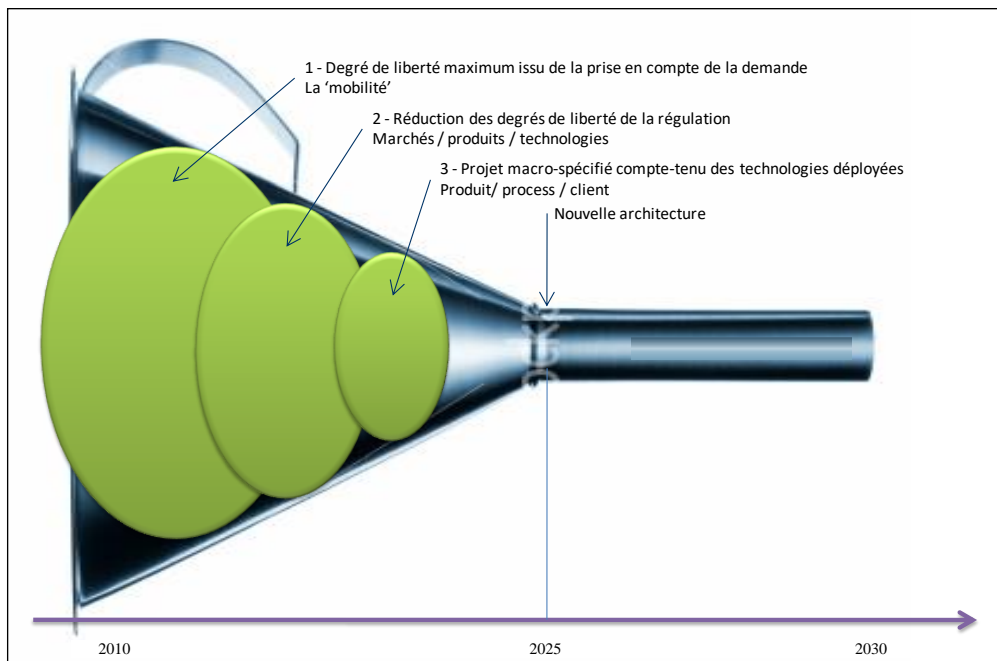
- Tout électrique
- Tout composite
- Tout numérique
- Les contraintes de délai (time to market)
- Les innovations technologiques (nano, open rotor, aérodynamisme...)

Le NSR
une interaction entre 3 pôles



C- La réglementation

- Les exigences de développement durable liées au facteur 4 de réduction des GES : l'avion vert
- L'énergie (substituts au kérosène et coûts)
- Le décarboné (composites à matrice végétale, issus de la chimie durable, le tout électrique)
- Le bruit (compatibilité avec l'augmentation des taux de dilution...)



Le NSR vert : 10 entonnoirs de développement

Les 10 entonnoirs de développement pour le NSR vert

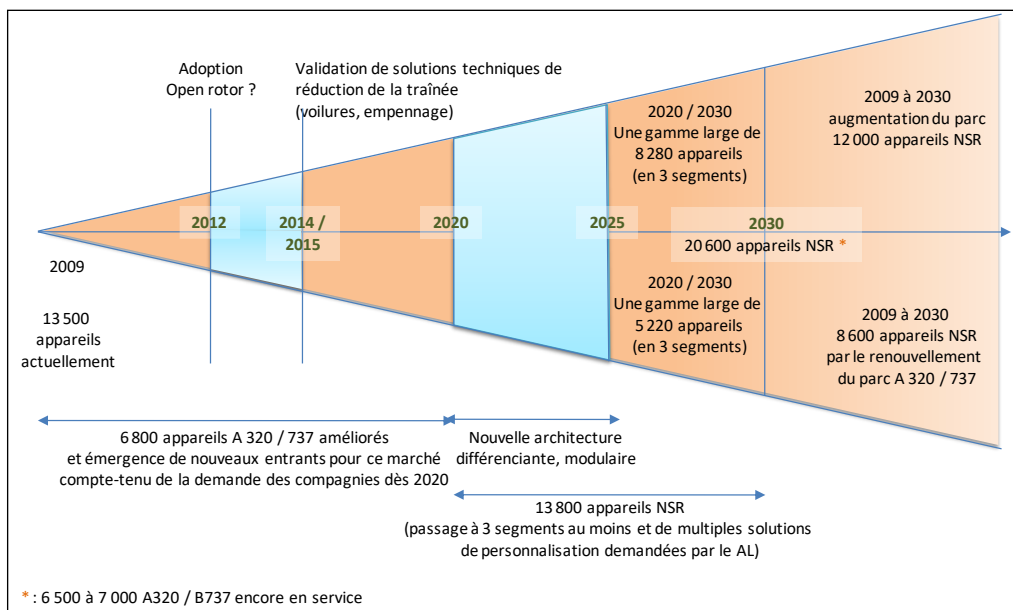
- **Un avion 'vert'.**
Recherche d'une réduction générale de la consommation et des pollutions, en optimisant le concept d'avion ou en ne faisant appel à l'énergie des turbomachines que pour la seule propulsion en vol ; réduction des nuisances sonores.
- **Plus électrique.**
Remplacement des systèmes hydrauliques et pneumatiques par des systèmes électriques. Utilisation des freins électriques comme moteurs de roulage. Utilisation de piles à combustible qui, à terme, pourraient consommer l'oxygène de l'air et l'hydrogène du fuel embarqué réformé ; gestion dynamiques ; réduction de la consommation.
- **Optimisation de la motorisation turbopropulseur.**
Le turbopropulseur pour les liaisons courtes, la consommation est réduite et la vitesse faible peu importante sur des trajets courts. Sur les turboréacteurs, augmentation du taux de dilution, hélices rapides 'open rotor' (moins 15% en vitesse).
- **Coûts d'exploitation moindres, optimisation MRO.**
Facilitée par le futur ciel unique européen. Mais sur ces liaisons, il y a la concurrence du TGV.
- **Plus de matériaux composites.**
Pour alléger et permettre des gains de consommation et de place (optimisation aérodynamique, réduction des assemblages) (1 tonne gagnée = 400 kg de carburant en moins sur les longs trajets).
- **L'hydrogène.**
Utilisation de l'hydrogène comme carburant. Obtenu aujourd'hui par craquage d'hydrocarbures, il faudra aller vers l'hydrolyse à haute température de l'eau. Mais les problèmes à résoudre sont énormes, y compris pour le stockage et le transport.
- **L'avion nucléaire.**
Ici aussi, de très gros problèmes de sécurité en cas de crash (dispersion de radionucléides), de poids des blindages, de lutte contre les risques de prolifération, etc.
- **Aérodynamique et thermodynamique.**
Amélioration des formes des aéronefs pour diminuer la traînée (winglets, avions triplans, propulseurs au-dessus de la dérive, ailes volantes, etc.). Amélioration des réacteurs (double flux à double fans contrarotatifs), efficacité aérodynamique.
- **Technologies numériques.**
(échanges électronique embarquée / infrastructures au sol, wifi, gestion de mission intelligent, avionique modulaire étendue, cockpit 'intelligent'). La VA du plus numérique va représenter +1/3 du NSR)
- **La mobilité multi-modale optimisée (« point à point »)**
La place du NSR optimisé avec le train (TGV) et les autres transports collectifs.

Les vitesses de développement de chacun de ces entonnoirs seront différentes et amènent à donner un cadre de référence.

Nous caractériserons respectivement A - La demande, B - l'offre, C - la réglementation, D - la convergence demande / offre / réglementation

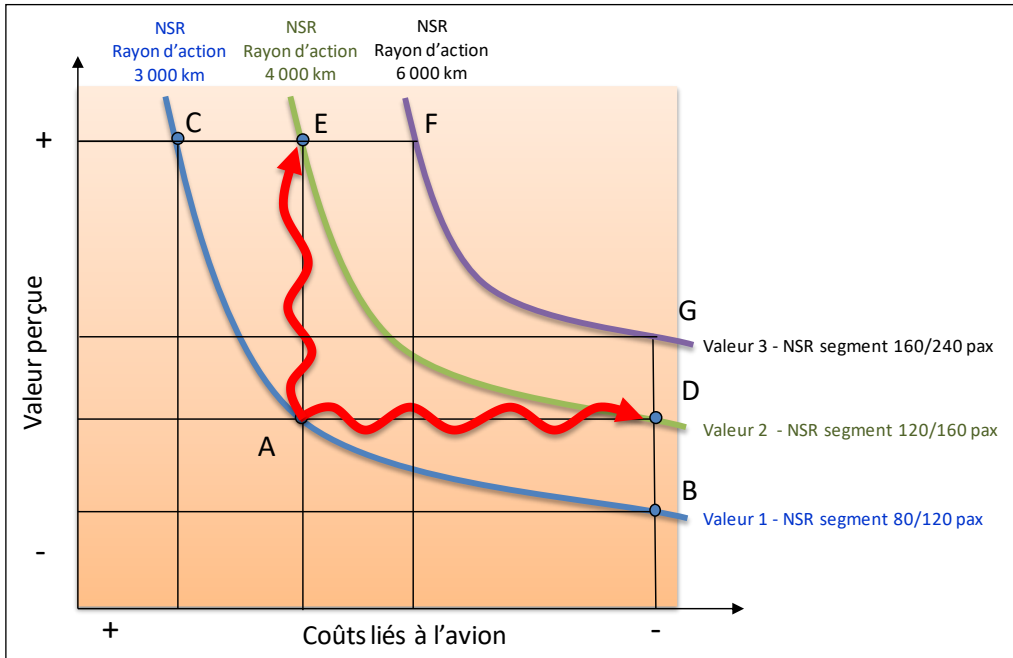
A - La demande - Le NSR : cibles de marché global

Plus de 20 000 appareils d'ici 2035 dans un contexte de développement du trafic aérien croissant, en baisse tendancielle.



Un marché à fort effet d'expérience

Le trade off : Les avantages compétitifs du NSR s'obtiennent en améliorant le compromis entre coûts optimisés intégrant les contraintes du développement durable et valeur perçue (innovations) par les compagnies aériennes, re-segmentant le marché.

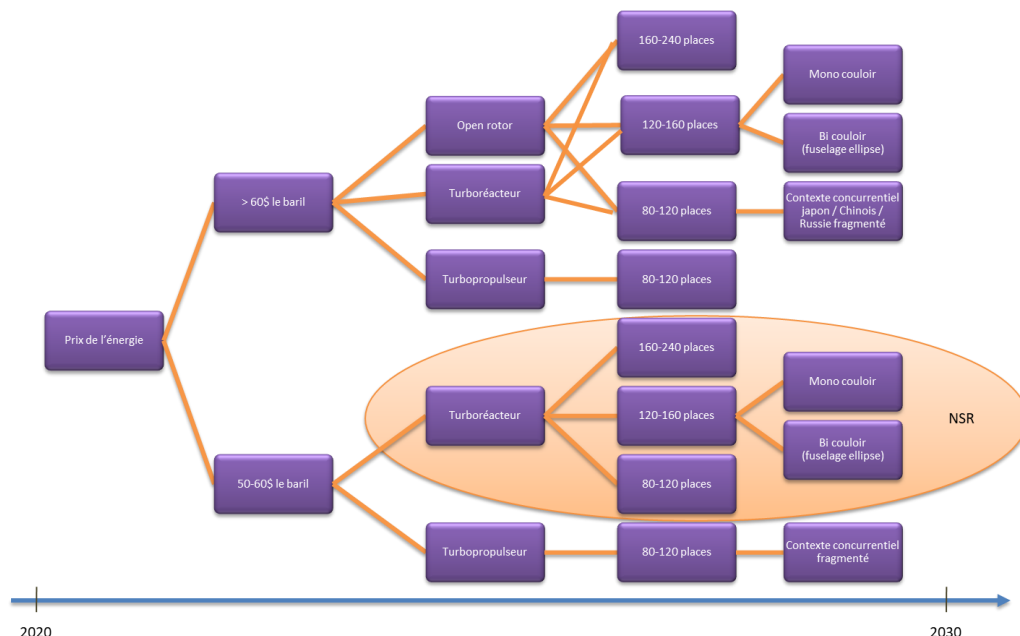


Un marché à fort effet de différenciation

Un repositionnement de A à B ou C apporte une répartition différente de la valeur perçue. La re-segmentation amène à un repositionnement de A à D ou E, puis à F ou G, apportant un supplément de valeur.

Le pouvoir de faire pencher la balance « valeur perçue / coût de mise à disposition » change le champ de la compétition NSR.

Les scénarios de demande d'ici 2030... compte-tenu de la re-segmentation



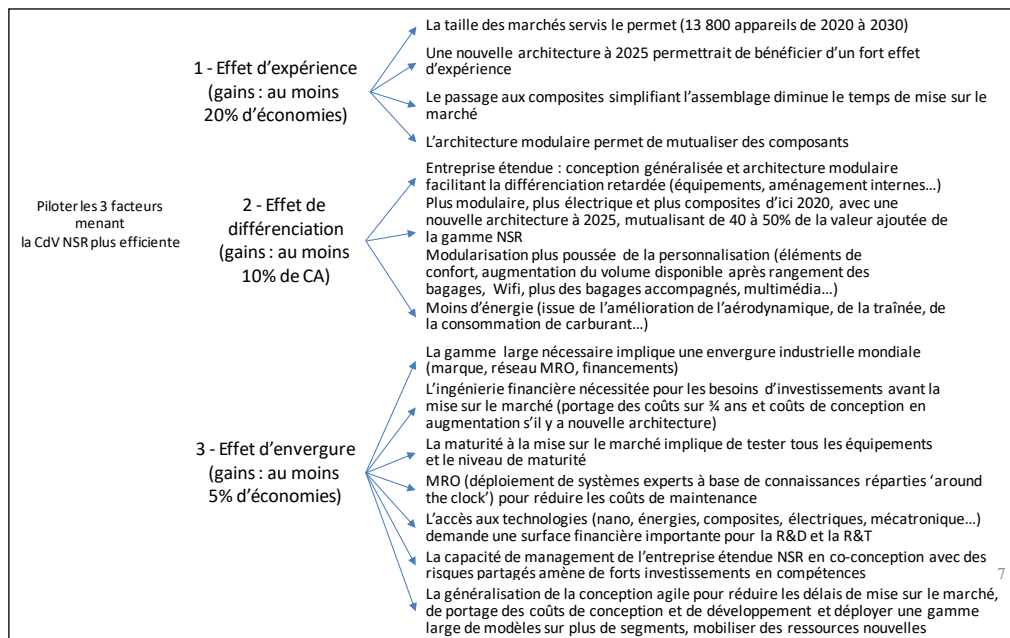
La segmentation moins de 100 passagers pour les avions régionaux et plus de 100 pour les court-courriers est remise en cause. Ce qui laisse une perspective de développement de nouvelles motorisations sur le NSR re-ségmenté de moins de 240 passagers.

A cet égard, l'open rotor, qui induit une vitesse de croisière plus faible, limite son intérêt, la durée du voyage restant un critère important pour la clientèle d'affaires (les vols en correspondance représentent 1/3 de l'activité). Le dilemme reste celui de la diminution de la consommation issue de la baisse de vitesse de croisière et celle de l'augmentation du bruit intrinsèque.

B - L'offre

Le NSR vert dans un contexte où les effets de l'allocation des ressources aux technologies baissent s'il n'y a pas d'architecture nouvelle permettant de redescendre des effets d'expérience envisagés plutôt pour 2030

Les 3 facteurs menants



C - La réglementation

Le NSR vert devra être économe en carburants verts pour réduire les émissions de GES tout en réduisant le bruit²

Les voies de réduction de la consommation³

- A. La motorisation (taux de dilution en forte augmentation pour diminuer la consommation de carburant donc les émissions de GES mais au prix d'une augmentation possible du bruit)
- B. Plus léger⁴ -> tout composites, économie de carburant : objectif - gain de poids de 1/3
- C. Rayons d'action mieux adaptés (3 000, 4 000, 5 000 km par exemple) amenant des économies de carburant (d'autant plus que 3 vols de 5 000 km font économiser 50% du carburant utilisé sur un vol de 15 000 km, si cela est possible).
- D. Vitesse plus faible -> Vitesse de Mach 0,85 (un peu plus de 1 000 km/h) actuelle remplacée par une vitesse de Mach 0,75 (835 km/h), amène une économie de carburant de 30%.
- E. Nouvelle architecture plus modulaire, plus électrique et plus composites ; réduction du poids, de la consommation⁵ (la puissance électrique pass de 180 KW sur l'A320 à +/- 800 KW sur le NSR)
- F. Voilure allongée pour réduire la consommation grâce à l'effet 'planeur' à haute altitude (vers la géométrie variable d'une aile intelligente) et voilure allégée (jets d'air substitués aux volets rétractables)

Traînée réduite par des revêtements de l'aile (peintures et autres revêtements alvéolés évitant les turbulences et contrôlant les écoulements d'air en augmentant la zone de laminarité.

La traînée opère comme un frein, sa réduction libère la poussée des moteurs.

L'avance sur les concurrents issue de la chaîne de valeur NSR vert résulte donc de la combinaison de deux dimensions :

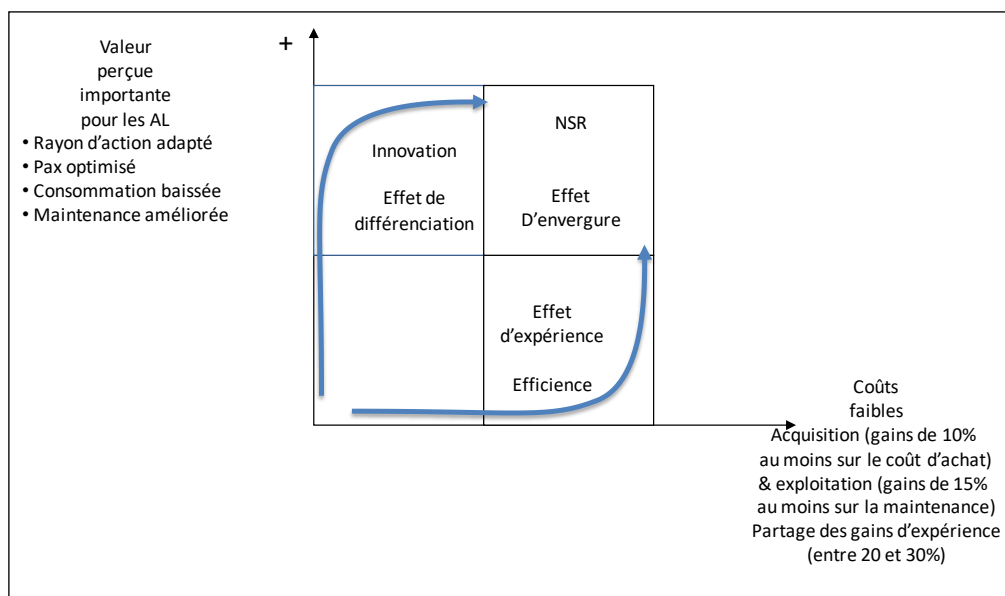
- Augmenter la valeur perçue par la demande AL en re-segmentant le marché (effet de différenciation par l'innovation).
- Diminuer les coûts nécessaires aux exigences de développement durable et aux économies à l'achat et à l'exploitation souhaitées par les AL par le jeu des effets d'expérience et d'envergure améliorant l'efficacité.

² La réduction du bruit est issue de plusieurs facteurs (constructeurs, motoristes, trajectoires d'approche, horaires d'exploitation).

³ Les voies de réduction des autres effluents polluants (oxydes d'azote, monoxyde de carbone, suies, vapeur d'eau...) sont toutes contradictoires avec la réduction de consommation - ce qui amène de nombreux compromis).

⁴ Plus léger induit également des besoins stratégiques en matériaux autres que les composites

⁵ Le problème des nacelles pose dans le cas des nouvelles architectures de type open rotor.



Les trois effets pilotés par la finance verte

L'effet d'expérience optimisé pour un marché supérieur à 20 000 unités d'ici 2035 amène une politique de prix intégrant cet effet (le prix de vente correspond à quel niveau de production cumulée d'appareils), le prix déterminant la vitesse d'acquisition de part de marché.

Cette politique de fixation du prix apparaît déterminante face aux nouveaux entrants et aux variations du \$, monnaie actuelle de facturation.

L'effet de différenciation sera en grande partie issu des nouvelles architectures adaptées mais aussi de l'importance du cycle de personnalisation des avions. Il permet de proposer une gamme large compte-tenu de la re-segmentation des marchés.

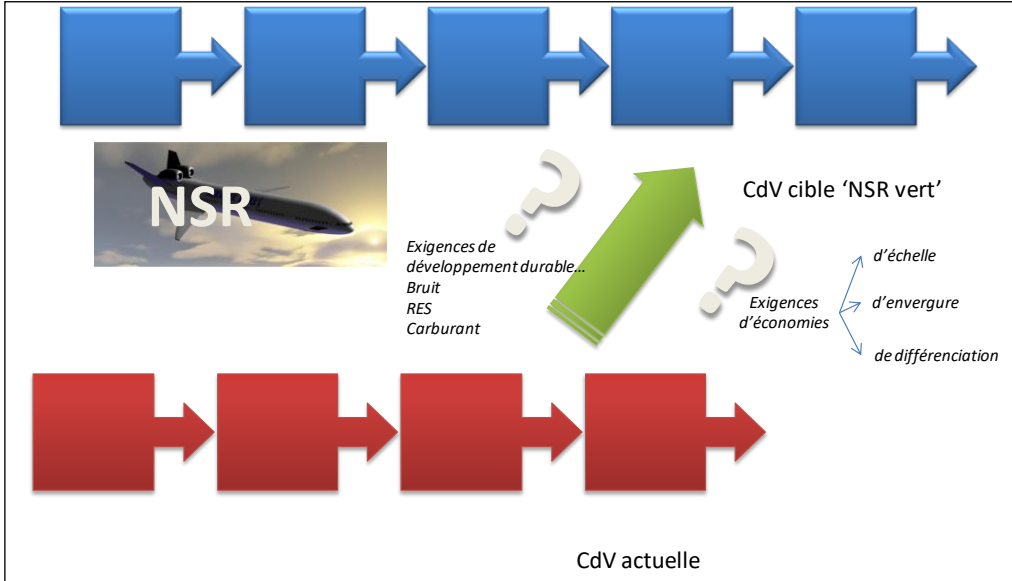
L'effet d'envergure combine les 2 effets précédents, au service du duopole Airbus / Boeing qui ont seuls l'envergure pour lancer le NSR ; à moins d'un soutien massif d'autres États à leurs constructeurs nationaux...

D - La convergence pilotée par la finances vertes offre / demande / réglementation amène les tendances de spécifications NSR vert.

- Exigences client : Les 3 effets ayant un gain de plus d'1/3.
 - Effet de différenciation : **Pax, range, aménagement intérieur** re-segmentant le marché
 - Effet d'expérience : **Réduction des prix de ventes de x%** (tbc)
 - Effet d'envergure : **Réduction des coûts d'opération de y%** (via également un effet de famille), dont réduction des émissions de GES de z%, énergies de substitution et optimisation MRO) conjointe avec l'accélération de la maturité.
 - Augmentation de la **sécurité** (division par 5 du nombre d'accidents)
 - Modalités de **financement** adaptés des AL et des constructeurs confrontés à des besoins et des risques croissants)
- Exigences réglementaires :
 - Développement de l'avion dans le respect de normes de **développement durable**.
 - **Réduction des GES de z%**
 - **Réduction du bruit**
 - **Recyclage**
- Adaptation de l'offre
 - **Globalisation industrielle et architecture modulaire** dans le cadre de **l'entreprise étendue** permettant de conjuguer les 3 effets d'expérience, d'envergure et de différenciation
 - **Nouveaux entrants** / concurrents / partenaires, **nouvelles relations** (RSP) à organiser par le duopole, l'oligopole !
 - Synchronisation avec les programmes de R&D des **motoristes** d'une part, et de R&D publique US et UE
 - Évolution sociétale, e.g. **modes de transport alternatifs**
 - Mode de **gouvernance étendue** 70/30 (co-conception, propriété intellectuelle, avant-phase programmée)
- Le NSR
 - Les missions nécessitent une gamme large de plusieurs avions, et plusieurs familles d'avions, de nouveaux segments (au moins 3) (**largeur et profondeur de gamme accrues**) - **Abandon envisageable du monocouloir sur le segment des + de 160 personnes**
 - Les **caractéristiques avions sévériées** (sécurité, fiabilité, maintenance...) et les niveaux de commonalité augmentent jusqu'à 60% pour bénéficier de l'effet d'expérience et des effets d'envergure (Global sourcing en particulier)
 - Les **solutions techniques** (nouvelle architecture, tout électrique, tout composites, fuselage large, empennage reconçu pour l'open rotor, voilure allégée, aile intelligente)
 - Les **solutions industrielles** (cinématique maîtrisée de la configuration, gouvernance de l'entreprise étendue, partage industriel ménageant l'agilité)

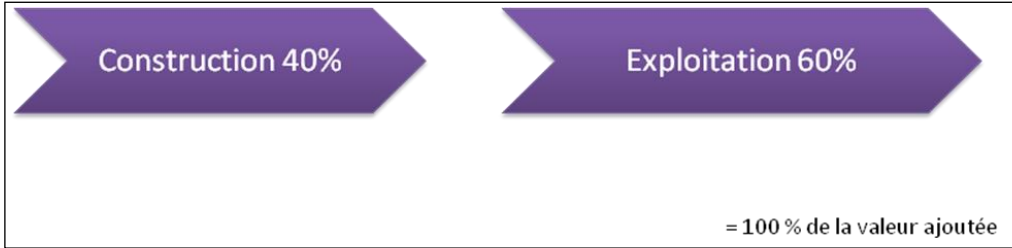
Les outils de la finance verte

La CdV cible : Éléments de changement de VA

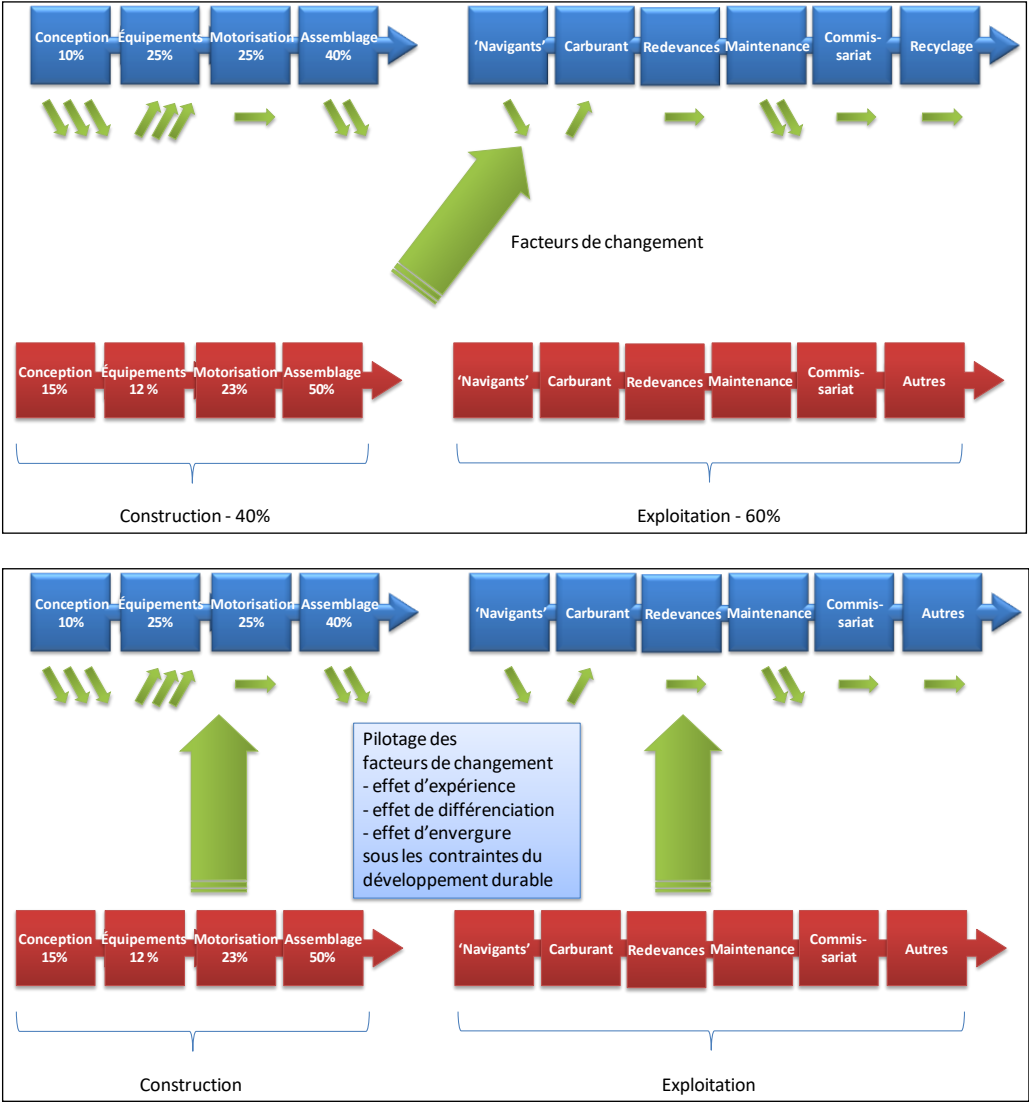


De la CdV actuelle à la CdV cible

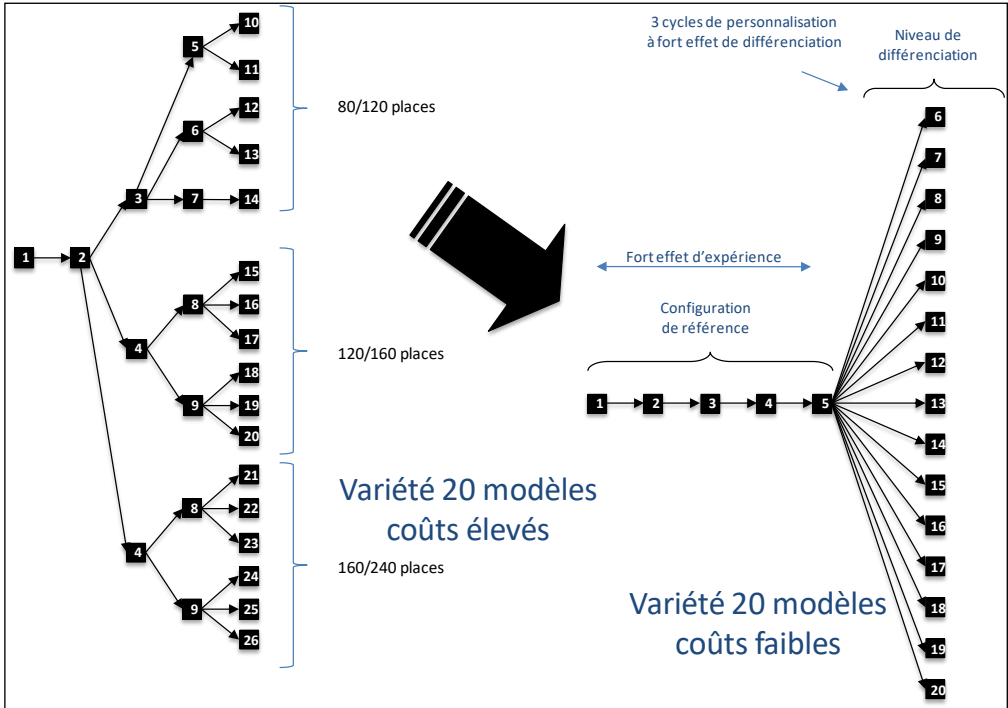
De la conception ... au recyclage



CdV 'NSR' vert



La finance verte amène à simuler l'effet de différenciation de façon à identifier les meilleurs scénarios décarbonés de chaîne de valeur cibles



Conclusion

Le nouvel NSR vert, tout électrique, tout composite, tout numérique, et décarboné, utilise bien la boîte à outils de la finance verte, amenant des simulations des trois effets, d'expérience, de différenciation et d'envergure pour éco-concevoir simultanément le produit, les process, l'expérience client et les chaînes de valeur vertes cibles adaptées aux exigences durables (décarbonation, sustainabilité, réduction des GES, ...) et aux modalités de la transition énergétique prévue dans la CSRD (Corporate sustainability reporting directive) impliquant d'utiliser la méthodologie de la chaîne de valeur étendue pour correspondre aux impératifs de développement durable du reporting extra-comptable obligatoire dès fin 2024, dans le cadre des normes ESRS (European sustainability report standard) disponibles.

Bibliographie

- La revue du Financier - *Les chaînes de valeur au cœur de la Stratégie financière "Corporate"* - n°249, avril-juin 2022
- La revue du Financier - *Activité MRO, enjeux financiers M&A pour l'aéronautique* - n°250, juillet-août 2022
- La revue du Financier - *Les enjeux financiers de la PLM* - n°251, septembre-octobre 2022
- La revue du Financier - *La fonction finance au cœur du Knowledge Management (KM) des Chaînes De Valeur (CDV) : le cas de l'automobile et de l'aéronautique* - n°252, octobre-novembre 2022
- La revue du Financier - *Les finances vertes de la nouvelle Glocalisation à haute valeur ajoutée des chaînes de valeur intriquées en termes de bases d'expériences partagées (BEP) : cas de l'automobile* - n°253, novembre-décembre 2022
- La revue du Financier - *La nouvelle compétence financière verte de la transition vers des chaînes de valeur décarbonées : le cas du secteur du transport aérien, l'ATM* - n°254, janvier-février 2023