

# PATRIMOINE CULTUREL ET ARCHEOLOGIE

## ■ SITES ET MONUMENTS

La variante E conduit à une insertion du projet moins favorable par rapport aux sites inscrits ou classés que les autres variantes de la section ouest. Cette variante E concerne les périmètres de protection (500 m de rayon) de 3 monuments contre 2 pour les variantes D et aucun pour les variantes C. On doit cependant noter que le château et le hameau de Demptezieu (monuments classés), implantés en position dominante par rapport à la variante D sont, de ce fait, plus sensibles.

## ■ ARCHEOLOGIE

Pour la section Ouest, les variantes C et D n'intéressent pratiquement aucun site connu, sauf à l'approche d'Acosta, dans leur partie commune. La variante E, quant à elle, inclut quelques sites qui restent cependant peu nombreux. Les différences entre ces cinq variantes ne sont pas sensibles, pour un enjeu a priori limité.

Les deux variantes F Nord et F Sud de la section Centre se développent toutes deux dans un secteur sensible.

Enfin, sur la section Est, les grandes longueurs de tunnels limitent les risques qui restent donc localisés, entre Saint-Baldoph et les Molettes, dans un secteur d'ailleurs concerné par d'autres aménagements, récents ou à venir.

### LA PRESERVATION DU PATRIMOINE ARCHEOLOGIQUE

Dès le stade de l'APS, lorsque la concertation aura permis de préciser le projet à soumettre à l'enquête publique, une opération spécifique, mettant en œuvre des techniques multiples, pourra être engagée par les Services archéologiques, dans le cadre d'une convention avec la SNCF.

Cette opération étalée sur une longue période, s'organisera selon la démarche suivante :

- analyse de la documentation existante : fichiers, anciens cadastres, photographies aériennes...
- recherche sur l'ensemble du parcours d'indices de surface pouvant révéler l'existence de sites,
- confirmation de ces sites (époque, nature, intérêt),
- feuilles de sauvegarde préalable aux travaux pour les sites supérieurs,
- suivi archéologique continu des travaux.

Ce type d'opération est désormais devenu systématique, pour les grandes infrastructures linéaires, et même si cela peut paraître paradoxal, on peut considérer que de tels aménagements, plutôt que de représenter des manacs vis-à-vis du patrimoine archéologique, contribuent à enrichir la connaissance de notre pays.



Fouilles archéologiques

TGV Nord

# PAYSAGE

L'incidence paysagère et/ou visuelle du projet sera due à l'opposition entre les caractéristiques d'un site (lignes, ambiance, fréquentation, utilisation, etc) et celles de la ligne du TGV (ouvrage moderne, linéaire, rigide, dynamique etc).

Pour déterminer l'incidence prévisible du projet dans les différents types de paysages, on s'est basé sur quatre critères principaux :

- le relief, qui impose la réalisation d'ouvrages (déblais, remblais) accroissant l'emprise et l'incidence visuelle,
- l'intérêt paysager ou le rôle visuel du site,
- le type de fréquentation et l'importance de l'habitat,
- la capacité du paysage à accepter l'ouvrage (pouvoir d'absorption, facilité d'insertion etc).

## ■ LA SECTION OUEST

• Les grandes terrasses agricoles d'Heyrieux, Satoles et Chaffard (variantes C et D) sont fortement marquées par la proximité de l'agglomération lyonnaise. Tout y est de grande échelle : espace, parcelles agricoles, infrastructures, équipements. Dans l'ensemble, un tracé peut s'inscrire sans problème important dans de tels paysages. Cependant, deux facteurs viendront accentuer l'incidence globale du projet :

- les raccordements de lignes TGV : chaque hypothèse comprend plusieurs branches qui, ajoutées à la ligne TGV existante, aux autoroutes et routes, à l'aéroport et aux lignes électriques, engendreront un maillage du territoire par les grandes infrastructures ;
- le franchissement, entre deux unités planes, d'un chaînon de collines ou d'une cote. Les impacts pourront être ponctuellement forts en raison du rôle visuel de ces reliefs et selon les cas, de leur statut d'espaces naturels résiduels ou de support d'un habitat dense et dynamique.

• Dans la plaine du Catelan (variantes C et D), les fuseaux sont entièrement situés dans des espaces agricoles. Il y a total accord de lignes entre paysage et projet et, grâce à l'importante fragmentation de l'espace par les peupleraies, l'incidence d'ensemble peut être faible. Cette appréciation globale doit toutefois être tempérée : à l'Ouest le fuseau englobe une zone de paysages naturels (confluent Bourbra-Catelan) dont la sensibilité est nettement plus forte en raison de leur rôle de "poumon vert" dans le contexte de la ville nouvelle. Par ailleurs le cours du Catelan bordé d'arbres et quelques autres grandes haies sont des éléments forts au sein des espaces cloisonnés (repérage...)

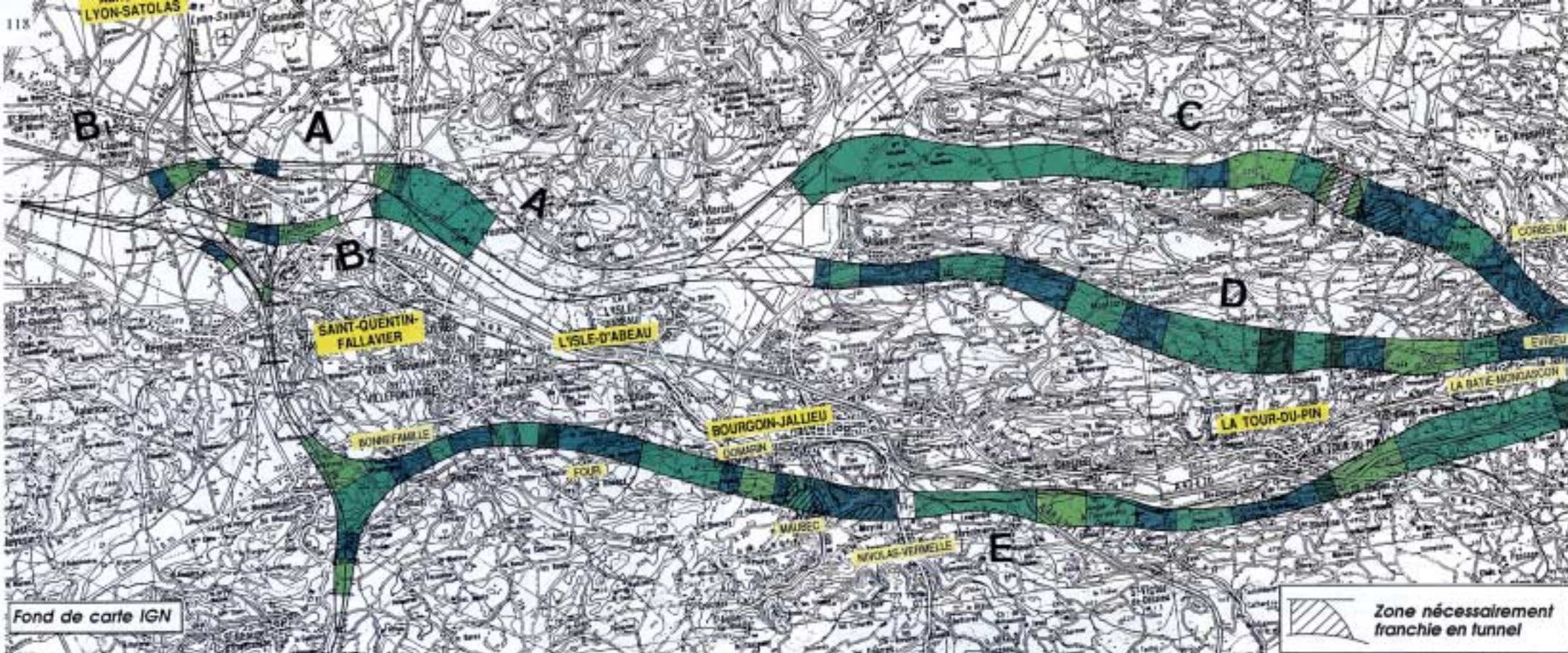
• Dans la vallée du Ver (variantes C), où le fuseau n'occupe que les zones planes, on se trouve dans une situation similaire à la précédente : une incidence visuelle faible, un tracé pouvant être totalement absorbé par le maillage végétal dense, mais une incidence paysagère assez forte due à la coupure continue des paysages humides. Les impacts paysagers peuvent devenir forts au niveau du Munard (Vignieu) où l'association de micro-reliefs, de bois et d'un bâti traditionnel abondant crée un "verrou" au paysage original.

• La vallée du Laval (variantes D) est nettement plus étroite que celle de Saint-Chel et surtout elle est coupée par des barrières bâties (Saint-Savin - le Verthier, Laval). Le fuseau doit donc englober une partie des versants, situés souvent en front visuel des zones d'habitat. La recherche d'un tracé de moindre impact sera difficile. Qu'il s'agisse d'un tracé en fond de vallée, traversant les zones naturelles ou d'habitat, ou d'un tracé sur les pentes des versants, l'incidence globale serait forte.

• Dans les collines de Dolomieu (variantes C), le fuseau franchit transversalement plusieurs coteaux agrastés entrecoupés par de profonds talwegs. L'habitat, très abondant et dynamique, crée des bandes quasi continues. L'incidence d'ensemble serait forte et ne pourrait être réduite que par la mise en œuvre de mesures importantes (dont plusieurs tunnels).

• Dans les collines de la Chapelle-de-la-Tour (variantes D), le fuseau traverse longitudinalement un ensemble où s'opposent des vallons très humides (où l'ambiance agraste voire naturelle est forte) et des crêtes totalement colonisées par l'habitat. Il est prévisible que pour éviter ces dernières, un éventuel tracé soit localisé dans les vallons. L'incidence ne pourrait alors qu'être forte, compte tenu de la qualité des paysages et de la position dominante de l'habitat.





Visualisation de la ligne TGV à proximité de l'autoroute (secteur de Francin)

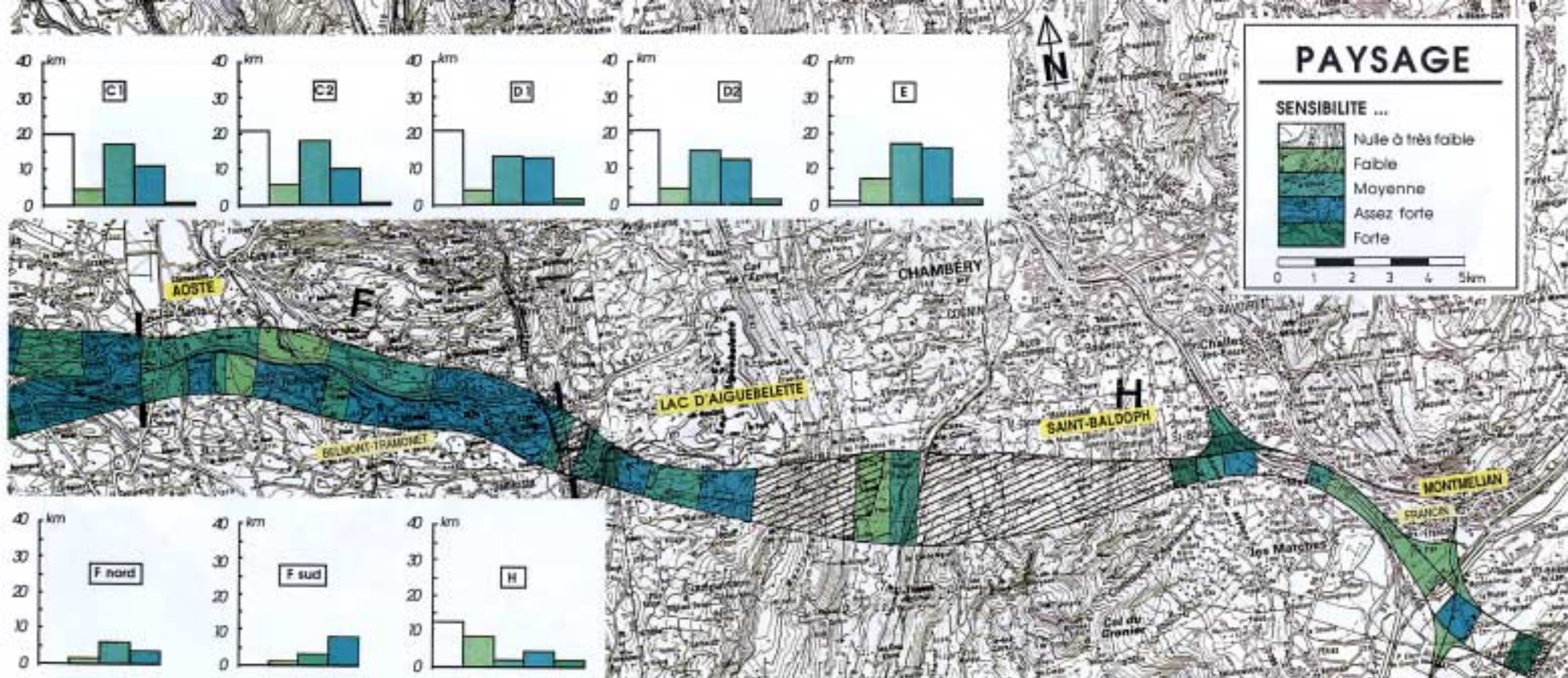
- De Roche à Meyrié (variante E), le fuseau traverse des secteurs au relief compliqué où alternent vallées encaissées, plateaux dégagés, talwegs boisés, cuvettes humides, côtières etc. On peut y distinguer trois tronçons :

- l'extrême Ouest (Bonnefamille, Roche, Four) où il est difficile de déterminer un tracé entre les unités de haute qualité paysagère (vallées étroites ponctuées d'étangs etc) et les unités densément habitées. L'opposition paysagère peut être marquée entre sites et projet. L'incidence serait le plus souvent forte ;
- les plateaux de Saint-Alban-de-Roche et Domarin où l'orientation du relief (plateaux et côtières Est-Ouest) et la rareté de l'habitat facilite la recherche d'un tracé dont l'incidence serait modérée ;
- à partir de Maubec, on retrouve une zone de relief marqué avec, en plus, deux "verrous" bâtis, Maubec et les abords de la RN85. Même avec l'utilisation de tunnels et de viaducs l'incidence resterait assez forte.

- Dans la vallée de la Bourbre (variante E), entre Nicolas-Vermelle et Saint-Victor-de-Cessieu, le fuseau traverse une zone très marquée par les éléments industriels et les grandes infrastructures et où l'habitat est abSENT. Il y est assez facile de déterminer un tracé peu pénalisant dont les impacts ne seraient forts que très ponctuellement.

- Dans les collines de Sainte-Blandine (variante E), on retrouve des espaces où intérêt paysager et importance de l'habitat diffus rendent difficile la recherche d'un tracé. Mais surtout le fuseau englobe totalement une unité de haute qualité paysagère et donc impose sa traversée. Il s'agit de l'ensemble formé par la cuvette vide de Charvin, le vallon écoré du Pâtat et la butte du Monnier avec leurs ensembles architecturaux (châteaux du Pin, de Bas Ouirieu et de Tourmin et leurs parcs, ferme du Pin) et l'habitat qui domine le site. La traversée de cette unité ne pourra qu'engendrer des impacts forts (château du Pin sur sa côtière) et difficilement réduci-bles.





• **Les collines et vallées de Corbelin, Evrieu et Chimilin (variantes C et D) :** les problèmes rencontrés ici se sont déjà manifestés ailleurs : franchissement de vallées étroites (ambiance, axe de circulation, habitat, ...) et utilisation de vallons humides dominés par un habitat diffus abondant (ambiances, visions, ...). L'incidence d'ensemble serait forte et plus particulièrement pour les variantes D qui traversent le secteur en diagonale : axe général du fuseau Nord-Ouest/Sud-Est alors que le relief s'organise suivant des axes Nord-Sud (vallées étroites) ou Est-Ouest (vaïonnements entre Evrieu et Leysin).

• **De la Tour-du-Plin à Chimilin (variante E),** le fuseau suit le même axe que l'autoroute A43. L'hypothèse optimale d'un jumelage parfait des deux infrastructures n'est pas réaliste compte tenu de la différence des rayons de courbure admissibles. La ligne TGV devrait donc parcourir les espaces voisins de l'autoroute. Parfois cette juxtaposition peut se faire sans problème important grâce aux caractéristiques paysagères des espaces traversés. Mais souvent l'intrusion du nouvel ouvrage engendrerait, outre ses impacts propres, une remise en cause de la réorganisation du territoire qui s'opère depuis une décennie de part et d'autre de l'autoroute : traversée de zones d'habitat diffus s'établissant à l'écart de l'A43 (Charpenay), enclavement d'unités entre les deux infrastructures etc. L'incidence d'ensemble serait assez forte avec quelques points très délicats (Sud de la Bâtie-Montgascon).

- Il n'y a pas de différence importante entre les deux types de raccordement B1 et B2 aux lignes existantes.
- Les variantes C et D apparaissent préférables à la variante E, avec un avantage pour les variantes C.



Visualisation de la ligne TGV : Passage en rentiol dans la plaine couverte d'Arcoze





Visualisation de la ligne TGV; Passage en déblai dans le plateau habité de Genay



Passage en remblai dans des collines habitées (secteur d'Aiguebelette)



Passage en remblai dans une zone d'habitat diffus à proximité de Saint-Blaise

## ■ LA SECTION CENTRE

Entre Chimilin et la falaise de Dullin, les problèmes rencontrés sont du même type que ceux du tronçon précédent, le fuseau englobant l'autoroute A43. L'opposition entre Nord (vallée vide) et Sud (coteaux habités) est très nette. La crête de Belmont-Tramonet à Verel-de-Montbiel est une zone délicate à traverser.

La variante F Nord est sans conteste la plus intéressante.

## ■ LA SECTION EST

- Dans la cuvette du lac d'Aiguebelette, on doit différencier deux séquences tout à fait différentes :
  - à l'Ouest, un tronçon qui s'apparente au secteur de Maubec-Vermelle : un relief marqué et des bandes d'habitat orientées perpendiculairement au fuseau. L'incidence serait forte.
  - à l'Est, des paysages agrestes au relief un peu plus doux où l'habitat diffus, traditionnel (fermes) et récent (résidences secondaires) ponctue toutes les zones plus ou moins dominantes, visuellement reliées ou non au lac. Aux impacts paysagers (intrusion en milieu agreste vallonné) et visuels (habitat dominant) s'ajouterait une opposition d'images entre le projet et les paysages caractérisés par la douceur et le calme. Le site a une sensibilité forte même si l'ouvrage n'était pas visible depuis le lac, haut lieu touristique.





Visualisation de la ligne TGV ; Météde en remblai/déblai dans le secteur de Montans



Passage dans la plaine fragmentée d'Avessieux

• **La traversée des massifs de l'Épine et de la Chartreuse** n'est envisageable que par de longs tunnels. Dans ce tronçon, on notera les points suivants :

- d'une part la courte séquence à l'air libre dans la vallée de l'Hyère peut être à l'origine d'impacts (coupure visuelle d'un important axe de circulation, perturbation du paysage de proximité d'une zone d'habitat diffus),
- d'autre part le percement des tunnels implique la mise en dépôt de centaines de milliers de mètres cubes de matériaux, dépôts dont l'incidence paysagère peut être très importante.

• **Le vignoble de Savoie** forme une unité paysagère à deux facettes (les coteaux d'Apremont et la chaux des Abîmes) dont la richesse et l'originalité sont indéniables. Le fuseau traverse cette unité dans sa partie la moins typée et il est assez facile d'y définir un tracé de moindre impact. Il n'en demeure pas moins une incidence d'ensemble assez forte compte-tenu de l'importance et du dynamisme de l'habitat (périphérie de Chambéry) et de la coupure de l'espace par un tracé.

• Dans la **vallée du Bondeloge et la plaine de l'Isère**, l'hypothèse d'un jumelage A43-ligne TGV est tout à fait plausible et ceci dans des paysages soit déjà fortement marqués par les activités industrielles et les grandes infrastructures, soit dans des paysages peu sensibles. L'incidence d'ensemble serait modérée avec quelques points délicats (passage au pied de Myans et à proximité du Haut-de-la-Gare, franchissement de la colline de Francin).

### LES MESURES PAYSAGERES

Au delà de la prise en compte des grandes caractéristiques du paysage pour l'élaboration du projet à l'APS, les mesures paysagères s'attachent à réduire les effets du projet et de ses aménagements annexes. D'une façon générale, elles prennent en compte les caractéristiques des paysages traversés (géomorphologie, ambiance végétale, pratique de l'espace etc) et les relations visuelles créées avec les riverains.

Ces mesures paysagères sont de différentes natures :

- calage fin du projet dans les zones sensibles afin de permettre la mise en œuvre de mesures locales et d'optimiser leur efficacité (notamment par une action sur le profil en long),
- intervention sur les terrassements lorsque cela est possible : modification de pente, création de risbermes, adoucissement des arêtes en tranchées etc
- aménagement végétal des emprises : engazonnement des terrassements, plantations jouant différents rôles (masque, habillage, raccord à la végétation hors emprise, atténuation de hauteur, rupture de grandes horizontales)
- recherche esthétique pour les ouvrages d'art courants, mais surtout pour les ouvrages exceptionnels (viaducs, vias de tunnel).

Les sites particulièrement sensibles font l'objet d'études spécifiques.

# ANNEXE A L'ETUDE DES SENSIBILITES ACOUSTIQUES

## LA MESURE DES NIVEAUX DE BRUIT ET L'APPRECIATION DE LA GENE

### ■ LE BRUIT ET SA MESURE

#### ◇ Le décibel

Du seul point de vue physique, le bruit est dû à une variation de pression  $P$  autour de la pression atmosphérique, qui agit sur notre tympan. Les valeurs de  $P$  peuvent s'étendre sur une amplitude considérable. Entre le seuil d'audibilité  $P_0$  et le seuil de la douleur, la pression acoustique est multipliée par 1 million. Il est donc fait appel à une échelle pratique, en correspondance rigoureuse avec les niveaux de pression, en utilisant le logarithme décimal ce qui réduit l'intervalle des bruits mesurés couramment à des chiffres qui varient entre 0 et 140.

Ainsi le niveau de bruit ( $L_w$ ), exprimé en décibels (dB), est défini par la formule :

$$L_w = 10 \log (P^2/P_0^2) \text{ avec } P_0 = 2 \times 10^{-5} \text{ Pa (Pascal),}$$

dans laquelle les carrés des pressions sont représentatifs des énergies émises.

#### ◇ L'analyse fréquentielle

Le bruit est par ailleurs un son complexe qui peut présenter de nombreuses fréquences\* émises à des niveaux différents. Ces caractéristiques sonores, qui sont déterminées par l'analyse spectrale, constituent son timbre.

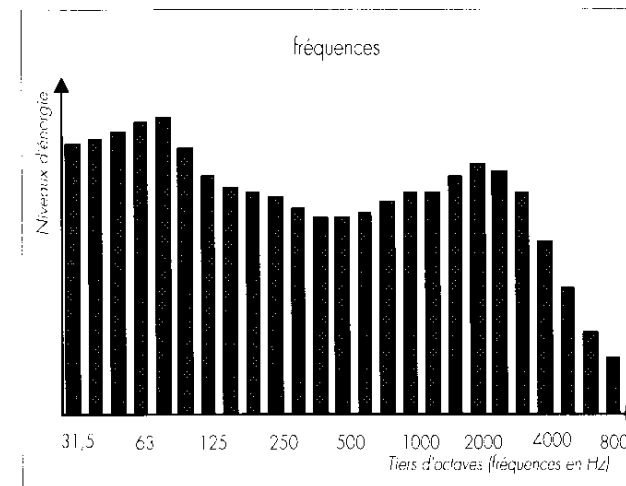
Plus un son est aigu, plus sa fréquence est élevée. Plus un son est grave, plus sa fréquence est faible. L'oreille n'est pas sensible de la même façon aux différentes fréquences : elle est surtout sensible aux médiums (de 500 à 2 000 Hz). Elle est d'autant moins sensible qu'on s'écarte des médiums vers les graves (20 à 500 Hz) ou vers les aigus (de 2 000 à 20 000 Hz).

Pour évaluer le bruit perçu, il faut tenir compte de la variation de sensibilité de l'oreille, en ajoutant conventionnellement des décibels aux niveaux mesurés dans les fréquences médium, et en retirant de plus en plus au fur et à mesure qu'on s'en éloigne, de façon analogue à ce que perçoit l'oreille. Ces ajouts ou ces soustractions en fonction de la fréquence constituent un système de pondération : celui retenu pour la caractérisation du bruit des transports est la pondération (A), exprimé en dB(A).

A titre d'exemple, un son dont le niveau de pression sonore correspond à 100 dB sera perçu différemment par l'oreille en fonction de la fréquence :

- à 100 Hz : 80,9 dB(A)
- à 500 Hz : 96,8 dB(A)
- à 1 000 Hz : 100,0 dB(A)
- à 5 000 Hz : 100,5 dB(A)
- à 10 000 Hz : 97,5 dB(A)

Le graphique ci-après montre, pour un TGV Atlantique à 300 km/h, les différents niveaux d'énergie émis par bandes de fréquences, qui caractérisent le bruit ferroviaire de ce matériel.

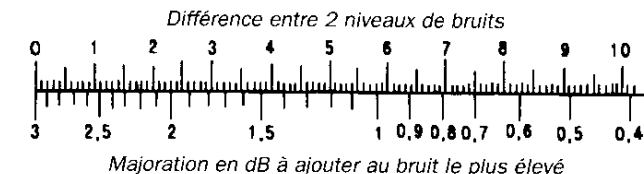


#### ◇ L'addition de deux bruits

##### • Le phénomène physique

En acoustique, ce sont les intensités ou les puissances (énergies par unités de temps) qui s'ajoutent arithmétiquement. Du fait de leur transposition en échelle logarithmique, les décibels ne s'additionnent pas arithmétiquement.

L'échelle ci-dessous montre la valeur à ajouter au niveau de bruit le plus élevé pour obtenir le niveau de bruit résultant de la superposition de 2 sources sonores.



Par exemple : l'addition de deux bruits de 63 dB(A) correspond à un bruit de 65 dB(A).

Ainsi, lorsque deux bruits sont fortement inégaux, la somme des deux est quasiment égale au bruit le plus fort. On dit que le bruit le plus faible est "masqué" par le bruit le plus fort : ainsi le long d'une route, le passage simultané d'un poids lourd et d'une voiture a pratiquement les mêmes conséquences que le passage du seul poids lourd.

De même, multiplier par deux l'énergie acoustique se traduit en fait par une augmentation de 3 dB(A) au niveau sonore. Si l'on multiplie l'énergie par trois, le niveau sonore augmente de 5 dB(A), etc.

\* Un hertz est une fréquence égale à 1 période par seconde.

Le tableau ci-dessous exprime les augmentations de niveau sonore en dB(A) en fonction des accroissements d'énergie.

*Valorisation des niveaux sonores en fonction de l'énergie acoustique*

Multiplier l'énergie acoustique par :

2	3	4	5	6	7	8	9	10
c'est augmenter le niveau sonore de dB(A)								
+3	+5	+6	+7	+8	+8,5	+9	+9,5	+10

• **Le phénomène physiologique**

Statistiquement, il apparaît que l'individu a la sensation que le bruit double lorsque l'énergie acoustique est multipliée par 10, c'est-à-dire à chaque fois que le niveau sonore s'accroît de 10 dB(A) : le passage de 10 voitures est ressenti comme 2 fois plus bruyant que le passage d'une voiture.

■ **LES SOURCES DU BRUIT FERROVIAIRE**

De multiples campagnes ont permis de caractériser les sources de bruit ferroviaire (puissance acoustique, composition fréquentielle, directivité, ...). Elles proviennent essentiellement de deux phénomènes :

- le bruit de roulement qui est provoqué par le contact de la route et du rail : à matériel identique, ce niveau croît avec la vitesse,
- le bruit aérodynamique qui est dû au frottement de l'air sur les voitures : il dépend essentiellement de la forme des engins et la vitesse de circulation. Il ne devient prépondérant qu'au delà de 350 km/h.

Des recherches sont effectuées et des actions ont été entreprises pour tenter de réduire le plus possible l'effet acoustique de ces phénomènes.

Les matériels TGV ont profité en priorité de ces mesures qui ont concerné quatre domaines principaux d'intervention :

- la réduction du nombre d'essieux par rapport aux trains classiques,
- l'amélioration de l'aérodynamique des rames,
- la conception initiale et le maintien dans le temps de la qualité de la voie (qualité du rail et de l'armement, conditions de fixation du rail, périodicité d'intervention),
- la suppression progressive des organes de freinage agissant directement sur les roues ce qui améliore leur état de surface et garantit un roulement plus régulier.

C'est ainsi que les rames du TGV Sud-Est, de première génération, ont atteint à 270 km/h un niveau de bruit égal à celui des rames Corail à 200 km/h.

De même le TGV Atlantique de 2ème génération, en champ libre et circulant à 300 km/h, présente, un niveau de bruit (à 25 m de distance) globalement inférieur de 6 dB(A) à celui du TGV Sud-Est circulant à 270 km/h : la poursuite des recherches sur l'aérodynamique et la suppression des freins à sabot sur les remorques en est la cause.

Le programme relatif à la conception des futurs TGV (rames à 2 niveaux, TGV nouvelle génération), intègre des actions de recherche spécifiques qui ont pour but d'atténuer encore le bruit émis (extension à l'ensemble de la rame du freinage à disque, notamment).

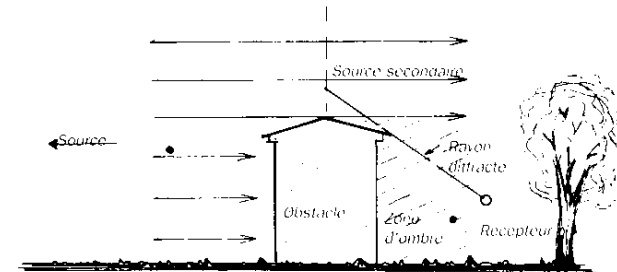
■ **LA PROPAGATION DU BRUIT**

Le bruit est produit par une vibration. Tout élément matériel qui se déplace alternativement dans l'atmosphère vibre et fait vibrer l'air. Un élément en vibration transmet son mouvement aux molécules d'air situées à sa proximité immédiate. De proche en proche, la vibration se propage d'une molécule d'air à l'autre, à la vitesse approximative de 340 m/s. Au bout de ce cheminement le bruit parvient à notre oreille dont le tympan se met à vibrer à son tour engendrant le mécanisme de l'audition.

La propagation d'un bruit dans un site donné dépend des conditions du milieu ambiant et notamment de multiples paramètres :

- **l'effet de sol** : la nature du sol intervient dans la propagation du son en l'absorbant ou en le réfléchissant. On conçoit aisément qu'un sol dur et lisse réfléchira beaucoup plus d'énergie acoustique qu'un terrain meuble, de culture, ou recouvert d'une végétation buissonnante.

- **l'effet d'obstacle** : lorsqu'un obstacle matériel opaque se trouve entre la source et le récepteur, celui-ci va bénéficier d'une "zone d'ombre", dans laquelle l'énergie acoustique est atténuée par rapport à celle qui serait perçue à la même distance de la source, mais en vue directe de celle-ci. Cet effet, très sensible, est à la base de la conception des écrans acoustiques.



**DIFFRACTION SUR UN OBSTACLE**

- **l'atténuation du bruit en champ libre** : elle dépend de la composition fréquentielle du bruit à la source et de la distance ; à titre d'exemple, le tableau ci-dessous présente l'atténuation du niveau sonore d'un TGV circulant à 300 km/h en fonction de la distance pour un site horizontal et une voie de niveau, la valeur de référence étant le bruit relevé à 25 m de l'axe de la voie et à 2 m de hauteur.

Distance en m	25	50	100	150	200	250
Atténuation* en dB(A)	0	5	10	14,5	18	21

- **l'absorption atmosphérique** : l'absorption du son par l'air se traduit par une perte d'énergie acoustique en fonction de la distance à la source et de la fréquence.

- **le gradient de température** : la vitesse de propagation augmente avec la température. La propagation des sons et leur atténuation seront donc influencées par les différentes couches de températures ou les turbulences thermiques.

- **l'effet du vent** : la vitesse du vent se composant avec la vitesse du son, un gradient de vent produit un phénomène de réfraction qui donne lieu, soit à des affaiblissements, soit à des renforcements. Les effets du vent sont surtout sensibles à grande distance.

Les deux effets ci-dessus sont conjoints et entraînent une stratification de l'atmosphère se traduisant par une modification de la propagation sonore du fait de la réfraction sur les différentes strates.

- **l'effet des végétaux** : les végétaux sont trop perméables à l'air pour constituer un obstacle ayant un grand effet atténuateur. En général, ils agissent beaucoup plus sur le son comme éléments diffusants.

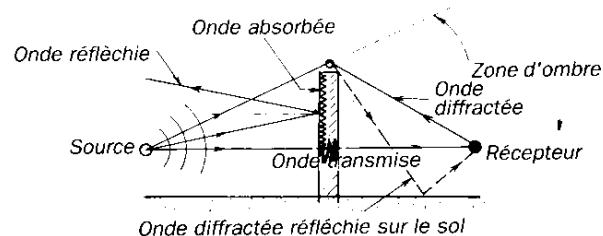
\* ces chiffres tiennent compte de l'absorption atmosphérique, de l'effet du sol et des conditions météorologiques standard (20°C, absence de vent).

## ■ L'EFFICACITE DES ECRANS

Le terme d'écran acoustique est utilisé pour qualifier les ouvrages de réduction des niveaux sonores.

Lorsqu'une onde sonore rencontre un obstacle solide, une partie de l'énergie est réfléchiée par l'obstacle, une autre est absorbée par l'obstacle et le reste le contourne. Il existe, derrière l'obstacle, une zone où la pression acoustique est réduite : c'est cet effet qui est utilisé pour la conception des écrans acoustiques.

### CHEMINEMENT DES ONDES AU DROIT D'UN ECRAN



L'efficacité d'un écran à proximité d'une voie ferrée repose sur l'estimation de la diffraction affectant l'onde acoustique. De plus, la proximité de la source et des écrans s'accompagne de réflexions secondaires des ondes sonores sur la caisse des véhicules conduisant à une surpression acoustique. C'est l'ensemble de ces phénomènes, mesuré à proximité des voies, qui est pris en compte dans les logiciels de dimensionnement des écrans.

## ■ L'INDICATEUR DE GENE

Le bruit d'origine ferroviaire présente des caractéristiques particulières, comme le montre le figure ci-contre (signature acoustique) que l'on peut décomposer en trois parties :

- l'apparition du bruit, dont la vitesse de montée décroît avec la distance de l'observateur à la voie,
- le palier, qui se lisse lorsqu'on s'éloigne (bruit maximum),
- la décroissance du bruit après le passage, qui est plus lente que l'apparition.

La signature acoustique du bruit des trains est régulière par type de train, en fonction de leur vitesse et de leur longueur.

Les mesures de bruit effectuées sur les rames du TGV Atlantique (à 300 km/h, à 25 m de la voie et 2 m du sol) ont fait apparaître, sur une infrastructure récemment construite, un niveau de bruit moyen de 91 dB(A) au passage de l'ensemble de la rame et en l'absence de toute protection (les remorques étant moins bruyantes que les motrices).

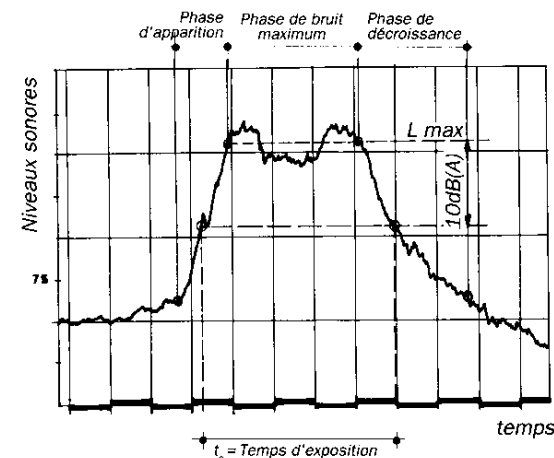
Pour tenir compte de l'évolution de l'état des organes de roulement et de l'infrastructure, une marge de 3 dB(A) est introduite dans les calculs prévisionnels : elle correspond au niveau moyen de bruit le plus pessimiste mesuré en un point donné sur un grand nombre de rames TGV Atlantique en exploitation commerciale que ce soit sur la ligne TGV Atlantique ou sur la ligne Sud-Est.

Cette valeur, mesurée très près de la voie, s'atténue rapidement avec la distance ; ainsi, dans la même configuration de terrain, et en présence d'écran, un observateur à 150 m de distance perçoit, au passage d'une rame, un bruit d'environ 70 dB(A) en moyenne (les bruits des motrices et des remorques sont alors confondus).

Toutefois, ces valeurs subissent une dispersion de quelques unités de part et d'autre de ces niveaux. Les mesures effectuées sur le par des TGV Atlantique constituent un échantillon de valeurs qui suit une loi statistique dite "normale" d'où il ressort que 95 % des valeurs mesurées sont à plus ou moins 3 dB(A) de la valeur moyenne, conséquence de l'état des organes de roulement et de l'infrastructure.

Le bruit émis par la circulation des véhicules ferroviaires, résultant du contact acier sur acier des roues et du rail, est très spécifique et bien localisé dans l'espace. Dans un plan perpendiculaire à la voie sa propagation s'effectue autour d'un axe de plus fort niveau, incliné à 30° par rapport à l'horizontale (ce que l'observateur traduit parfois par le constat que "le bruit monte"). La perception "métallique" que l'on peut noter à distance rapprochée s'atténue lorsqu'on s'éloigne de la voie, les basses fréquences se propageant plus facilement. Ainsi, le bruit ferroviaire est perçu de façon tout à fait différente du trafic routier, ne serait-ce qu'en raison de la nature du bruit émis, de son caractère intermittent, répétitif et identifiable avec des périodes de clame longues vis-à-vis des périodes bruyantes.

### COURBE DE BRUIT AU PASSAGE D'UNE RAME TGV



Au voisinage d'une voie ferrée, le bruit est donc caractérisé par le niveau instantané au passage de chaque train, le temps d'exposition à ce bruit et le nombre de passages.

Des enquêtes ont montré que, comme pour le bruit routier, il est nécessaire, pour représenter la gêne des riverains au long des journées, d'établir un indicateur corrélé avec le niveau sonore. L'indicateur correspondant à cette notion, et reconnu par les études scientifiques les plus récentes comme étant bien représentatif de la gêne, est le niveau acoustiquement équivalent : LAeq,T.

Le LAeq,T traduit l'énergie moyenne reçue par l'oreille pendant la durée T. Cette énergie est exprimée par équivalence avec un bruit constant, produisant la même énergie sur la même durée T.

Concernant une ligne ferroviaire, la détermination du LAeq,T sur la durée donnée T s'effectue en prenant en compte l'ensemble des types de trains ayant circulé dans la période considérée (ou le trafic prévisible à une échéance donnée pour un projet futur), ainsi que leur nombre respectif.

Le LAeq,(8h-20h)

L'indicateur de bruit utilisé pour évaluer la gêne aux abords des infrastructures ferroviaires est le LAeq,(8h-20h). Ce choix résulte des recherches menées par le CSTB et l'INRETS (Centre Scientifique et Technique du Bâtiment et l'Institut National de Recherches sur les Transports et leur Sécurité) synthétisées dans le guide du bruit des transports terrestres.



Un groupe de travail récent comprenant les représentants des différents ministères et services concernés, a confirmé que cet indicateur est bien corrélé à la fois aux réponses de gêne globale (évaluée pour toutes les périodes de la journée, jour, soirée et nuit inclus), et à celles relatives à la gêne spécifique de jour.

Par ailleurs, diverses études, réalisées en France ou à l'étranger, ont fait conclure que la gêne liée au bruit ferroviaire est, à niveau mesuré égal, sensiblement inférieure à celle attachée au bruit routier : une différence d'au moins 5 dB(A) est couramment admise entre ces deux modes de transport. Ainsi, un LAeq (8h-20h) routier de 60 dB(A) provoque une gêne comparable à un LAeq (8h-20h) ferroviaire de 65 dB(A). Citée dans le guide du bruit, cette différence de 5 dB(A) a aussi été incluse dans des réglementations étrangères, allemande et suisse par exemple.