



Guitar Elec

Analyse fonctionnelle

Benoît de Malet
Solène de Percin
Roxane Laigle
Serena Delgado
Capucine Mommeja
Cyprien d'Harcourt
Jean-Charles Levy
Tommy Kopp
Thibault Alexandre
Paul Jennepin

SOMMAIRE

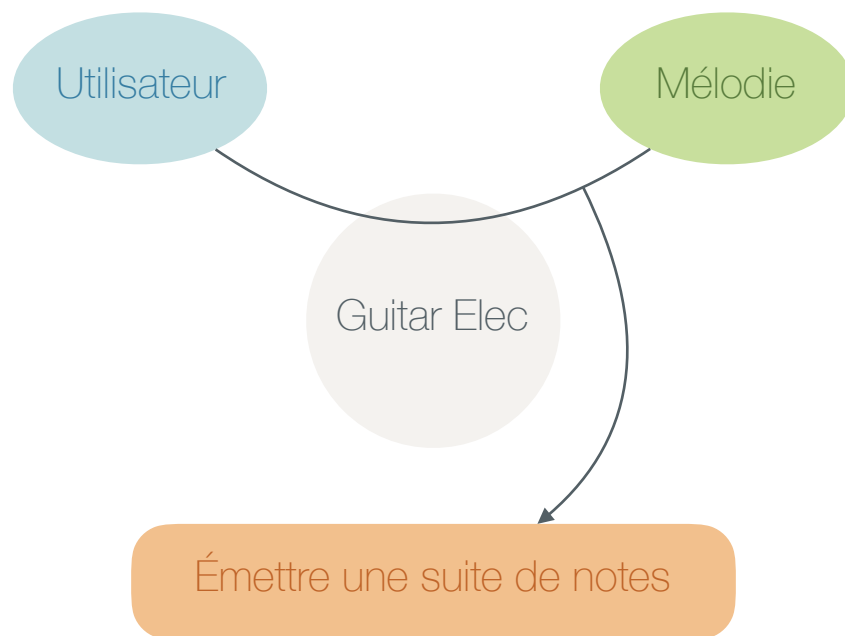
SOMMAIRE

ANALYSE DU BESOIN	1
Expression du besoin	1
Diagramme Bête à cornes schématisant le besoin	1
Validation du besoin	2
Caractérisation du besoin	2
ANALYSE FONCTIONNELLE DU BESOIN	3
Identification des phases de vie du produit	3
Identification et caractérisation des éléments du milieu extérieur (E.M.E.)	3
Installation du Guitar Elec	3
Utilisation normale du Guitar Elec	4
Maintenance du Guitar Elec	6
Identification et caractérisation des fonctions de service	7
Installation du Guitar Elec	7
Utilisation normale du Guitar Elec	9
Maintenance du Guitar Elec	13
ANALYSE FONCTIONNELLE TECHNIQUE	15
Diagramme SADT A-0	15
Diagramme SADT A0	16
Diagramme FAST	17
Justification des choix techniques	18
Pourquoi modifier la tension ?	18
Un asservissement en tension	18
Un jeu entre déplacement et tension	18

ANALYSE DU BESOIN

EXPRESSION DU BESOIN

Diagramme Bête à cornes schématisant le besoin



« Le **Guitar Elec** rend service à l'**utilisateur** en lui permettant d'**émettre la suite de notes** qui composent une **mélodie**. »

VALIDATION DU BESOIN

Question	Réponse	Commentaire
Pourquoi le besoin existe-t-il ?	Parce que la cliente souhaite mettre un système dont elle a déjà une idée précise pour des raisons expérimentales.	-
Qu'est-ce qui peut le faire disparaître ?	La disparition des motivations expérimentales de la cliente. La disparition de la cliente.	Improbable
Qu'est-ce qui peut le faire évoluer ?	Une réalisation trop rapide du projet. De nouvelles attentes de la cliente	Possible : par exemple, la cliente pourrait nous demander d'adapter le produit pour jouer sur plusieurs cordes.

Le besoin est **validé**.

CARACTÉRISATION DU BESOIN

Élément caractérisé	Critère	Niveau	Flexibilité
Utilisateur	Savoir-faire informatique	Très bas (grand public)	F1
	Volume sonore audible	Supérieur à 10 dB	F0
	Volume sonore acceptable	Inférieur à 100 dB	F1
	Distinction entre deux sons	1/16 de ton	F1
Mélodie	Rythme : écart entre deux notes	2 notes / seconde	F2
	Rythme : durée maximale d'une note	10 secondes	F2
	Écart maximal d'amplitude	15 dB	F2
	Gamme de notes	3 octaves	F1
	Durée maximale de la mélodie	1 heure	F3
Émettre une suite de notes	Instrument utilisé	Corde vibrante	F0
	Précision des notes jouées	Mélodie aisément reconnaissable	F0

ANALYSE FONCTIONNELLE DU BESOIN

IDENTIFICATION DES PHASES DE VIE DU PRODUIT

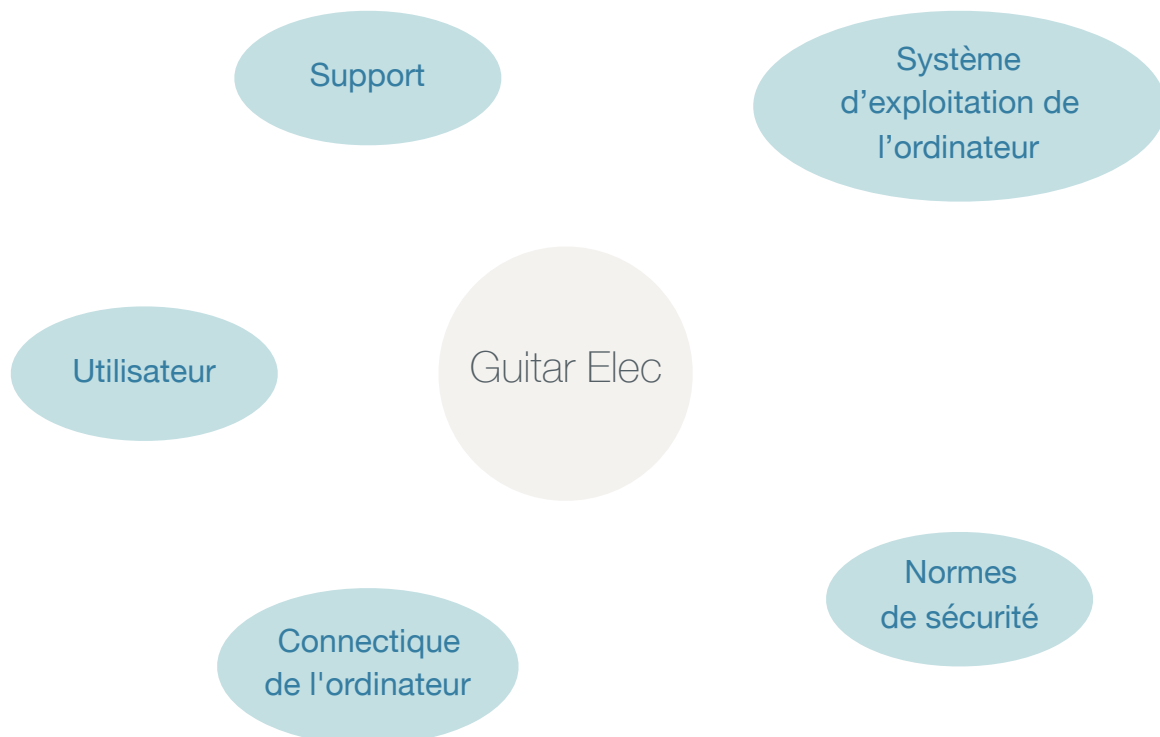
Nous nous contenterons d'étudier les phases de vie suivantes du produit :

- **Installation** du Guitar Elec
- **Utilisation normale** du Guitar Elec
- **Maintenance** du Guitar Elec

IDENTIFICATION ET CARACTÉRISATION DES ÉLÉMENTS DU MILIEU EXTÉRIEUR (E.M.E.)

Installation du Guitar Elec

Identification des E.M.E.



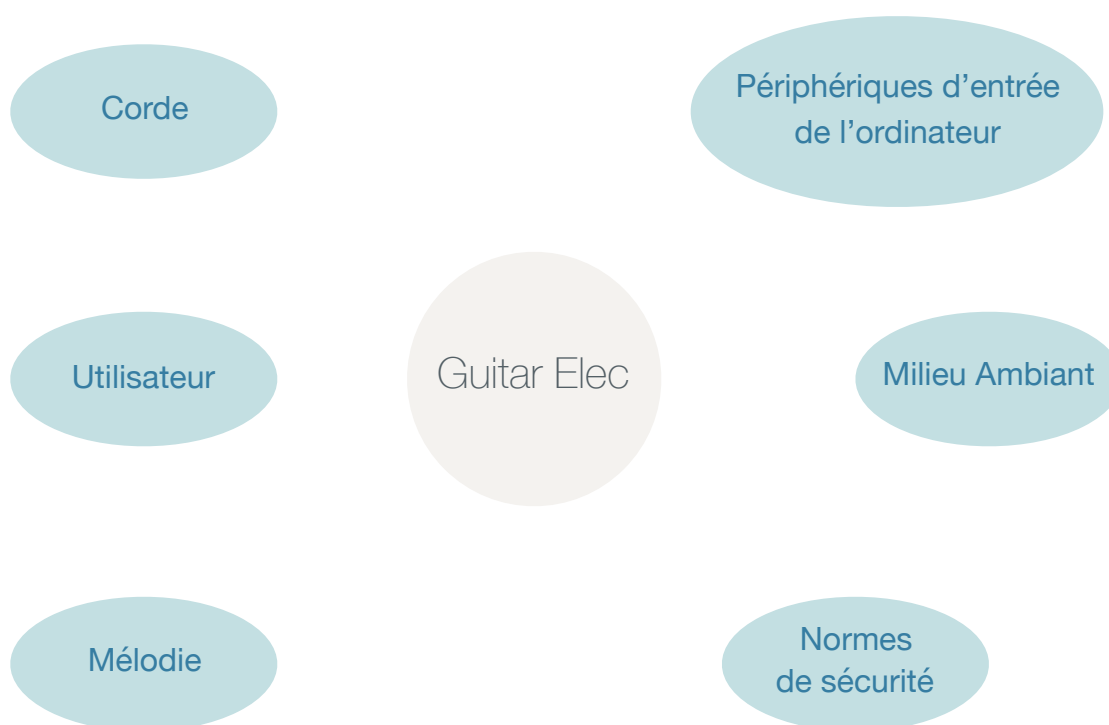
ANALYSE FONCTIONNELLE DU BESOIN

Caractérisation des E.M.E.

E.M.E.	Critère	Niveau	Flexibilité
Utilisateur	Savoir-faire en connectique	Très bas (grand public)	F1
	Savoir-faire en bricolage	Très bas (grand public)	F1
	Savoir-faire logiciel	Très bas (grand public)	F1
Connectique de l'ordinateur	Types de ports	Port série	F1
Support	Type de support	Support plat et horizontal	F0
	Poids maximal admissible	100 kg	F1
Système d'exploitation de l'ordinateur	Système d'exploitation	Linux - Windows - Mac OS	F1
Normes de sécurité	Outils nécessaires à la mise en place sur le support	Manipulables par un adolescent de 16 ans	F2
	Poids maximal manipulable	60 kg	F0

Utilisation normale du Guitar Elec

Identification des E.M.E.



ANALYSE FONCTIONNELLE DU BESOIN

Caractérisation des E.M.E.

E.M.E.	Critère	Niveau	Flexibilité
Utilisateur	Savoir-faire informatique	Très bas (grand public)	F1
	Volume sonore audible	Supérieur à 10 dB	F0
	Volume sonore acceptable	Inférieur à 100 dB	F1
	Distinction entre deux sons	1/16 de ton	F1
Mélodie	Rythme : écart entre deux notes	2 notes / seconde	F2
	Rythme : durée maximale d'une note	10 secondes	F2
	Écart maximal d'amplitude	20 dB	F2
	Gamme de notes	3 octaves	F1
	Durée maximale de la mélodie	1 heure	F3
Corde	Diversité	Extra light - light medium	F3
	Tension maximale admissible	À déterminer (essai de traction)	F0
Périphériques d'entrée de l'ordinateur	Diversité	Clavier, souris, instrument avec entrée MIDI	F2
Milieu ambiant	Volume ambiant maximal	50 dB	F1
Normes de sécurité	Volume maximal	120 dB	F0
	Vitesse maximale du moteur linéaire	5 m/s	F0
	Conditionnement du moteur linéaire	Élevé	F0

ANALYSE FONCTIONNELLE DU BESOIN

Maintenance du Guitar Elec

Identification des E.M.E.



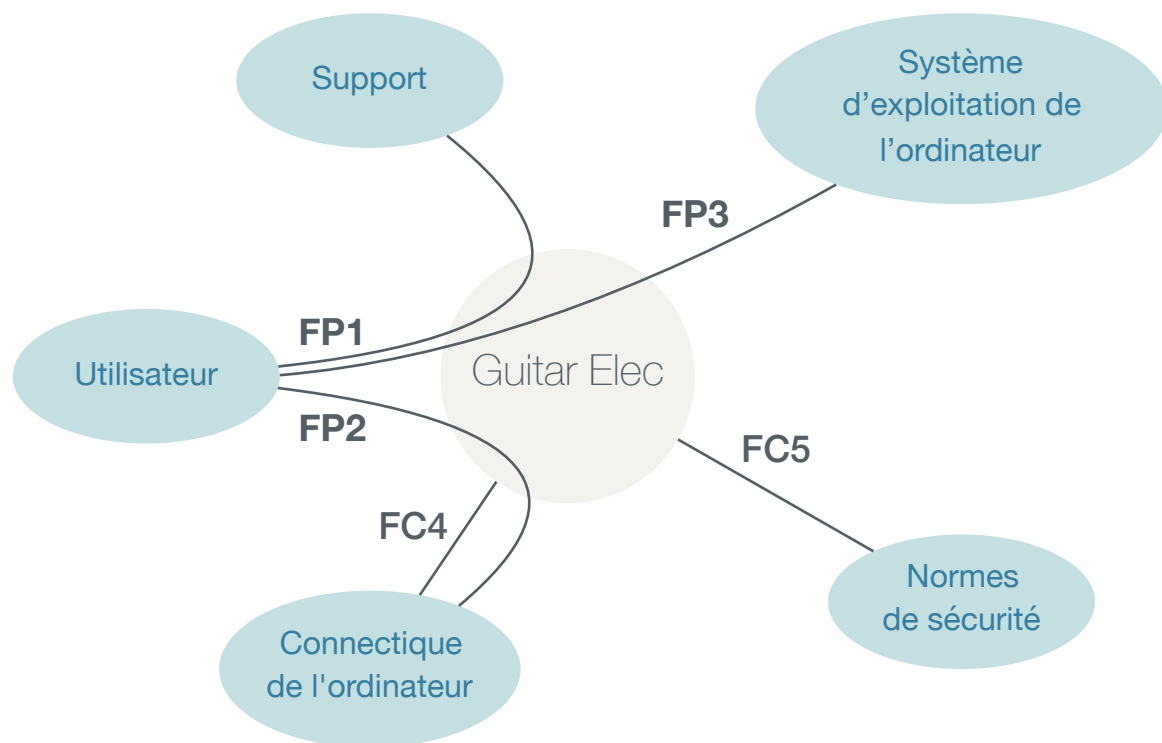
Caractérisation des E.M.E.

E.M.E.	Critère	Niveau	Flexibilité
Utilisateur	Savoir-faire informatique	Très bas (grand public)	F1
	Savoir-faire mécanique	Très bas (grand public)	F1
Corde cassée	Confinement du problème	N'affecte aucun autre composant	F0
	Facilité d'extraction	Réalisable en moins de 5 min	F0
Actionneurs défectueux	Accessibilité	Grande : au plus, deux pièces à retirer	F1
	Facilité d'extraction	Réalisable en moins de 5 min pour chaque actionneur ; au plus 3 câbles électriques à débrancher par actionneur	F1
Logiciel	Détermination du problème par le logiciel	Dans 75 % des cas	F1
	Résolution du problème guidée par le logiciel	Dans 40 % des cas	F1

IDENTIFICATION ET CARACTÉRISATION DES FONCTIONS DE SERVICE

Installation du Guitar Elec

Identification des fonctions de service : diagramme Pieuvre



FP1	Permettre à l'utilisateur d'installer le Guitar Elec sur un support
FP2	Permettre à l'utilisateur de connecter le Guitar Elec à l'ordinateur
FP3	Permettre à l'utilisateur d'installer le logiciel nécessaire sur le système d'exploitation de l'ordinateur
FC4	S'adapter à la connectique de l'ordinateur
FC5	S'adapter aux normes de sécurité

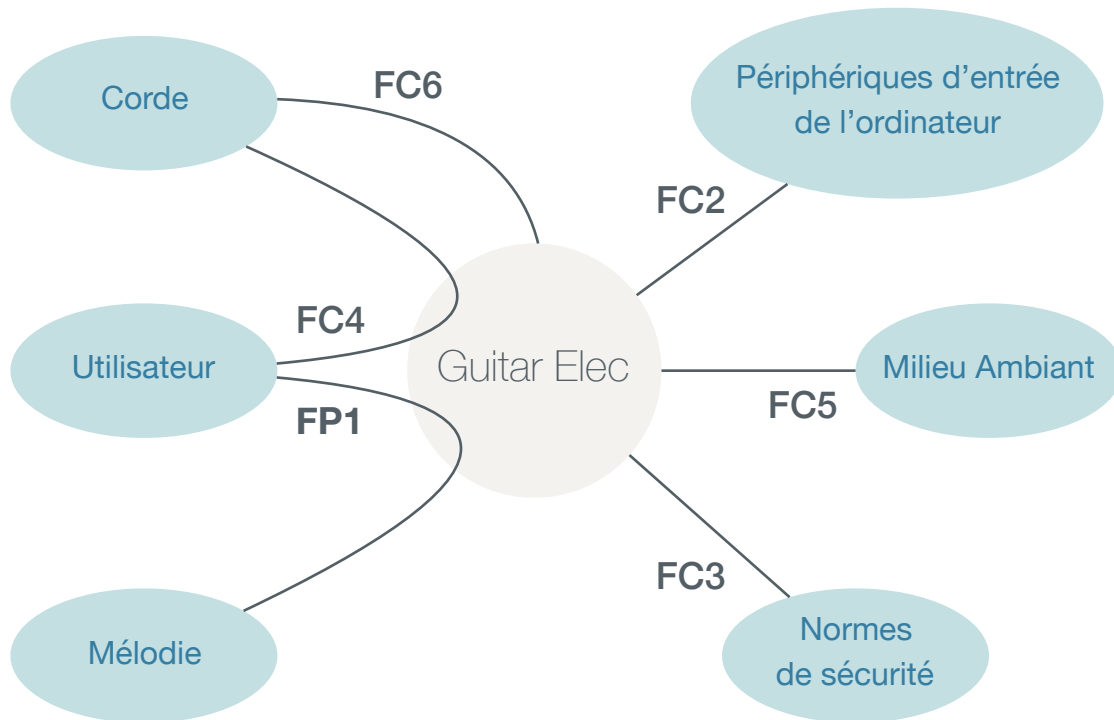
ANALYSE FONCTIONNELLE DU BESOIN

Caractérisation des Fonctions de Service

Fonction de service	Critère	Niveau	Flexibilité
FP1 : Permettre à l'utilisateur d'installer le Guitar Elec sur un support	Facilité d'installation	Réalisable par un adolescent de 16 ans	F1
	Qualité de l'encastrement réalisé	Jeu maximal : 1 mm à la verticale et 1 mm à l'horizontale	F1
FP2 : Permettre à l'utilisateur de connecter le Guitar Elec à l'ordinateur	Accessibilité des câbles	Accessibles sans aucun démontage du système	F0
	Distance maximale entre le Guitar Elec et l'ordinateur	2 mètres	F1
FP3 : Permettre à l'utilisateur d'installer le logiciel nécessaire sur le système d'exploitation de l'ordinateur	Support sur lequel se trouve le logiciel	CD ; page Internet ; Clé USB	F1
	Compatibilité du logiciel avec le système d'exploitation	Systèmes d'exploitation compatibles : Mac OS ; Windows ; Linux	F1
	Facilité d'installation	Réalisable par l'utilisateur défini, donc une personne sans compétence informatique particulière (tout public)	F0
FC4 : S'adapter à la connectique de l'ordinateur	Types d'ordinateur utilisables	Ordinateurs avec une unité centrale	F1
	Modernité de l'ordinateur	Après 2008	F2
	Nombre de prises différentes nécessaires	Au plus 2	F0
FC5 : S'adapter aux normes de sécurité	Outils utilisés	Manipulables par un adolescent de 16 ans	F1
	Poids des pièces manipulées	Inférieur à 60 kg	F0

Utilisation normale du Guitar Elec

Identification des fonctions de service : diagramme Pieuvre



FP1	Permettre à l'utilisateur d'émettre la suite de notes composant une mélodie
FC2	Être commandable par les périphériques d'entrée de l'ordinateur
FC3	S'adapter aux normes de sécurité
FC4	Permettre à l'utilisateur de remplacer aisément la corde utilisée
FC5	S'adapter au milieu ambiant
FC6	S'adapter à une gamme étendue de cordes de guitare

ANALYSE FONCTIONNELLE DU BESOIN

Caractérisation des Fonctions de Service

Fonction de service	Critère	Niveau	Flexibilité
FP1 : Permettre à l'utilisateur d'émettre la suite de notes composant une mélodie	Justesse de la mélodie en fréquence	Erreur inférieure à 20 Hz	F0
	Justesse de la mélodie en rythme	Erreur inférieure à 200 ms	F0
	Justesse de la mélodie en amplitude	Erreur inférieure à 7 dB	F2
FC2 : Être commandable par les périphériques d'entrée de l'ordinateur	Logiciel adapté à des périphériques d'entrée classiques	Clavier, souris	F0
	Logiciel adapté à des périphériques d'entrée adaptés à la musique	Instrument en MIDI	F2
FC3 : S'adapter aux normes de sécurité	Limitation de la tension électrique	220 V	F0
	Limitation de l'amplitude des mouvements du moteur linéaire	Course réduite à 70 cm	F1
	Arrêt d'urgence	Bouton poussoir	F1
	Respecter les conseils d'utilisation de chaque composant	Cf. Notices d'utilisation des composants	F0
	Anticiper la panne de composants, notamment la rupture de la corde	Pas de réaction en chaîne	F0
FC4 : Permettre à l'utilisateur de remplacer aisément la corde utilisée	Temps de remplacement de la corde	Moins de 10 min	F1
	Force maximale à appliquer par l'utilisateur pour remplacer la corde	500 N	F1
FC5 : S'adapter au milieu ambiant	S'adapter au système d'exploitation de l'ordinateur	Windows, Linux, Mac OS	F1
	Prise en compte des fréquences imposées par le milieu extérieur	Prise en compte des fréquences extérieures inférieures à 150 Hz	F2
FC6 : S'adapter à une gamme étendue de cordes de guitare	Diversité des cordes de guitare gérées par le système	Extra light - medium light	F3

ANALYSE FONCTIONNELLE DU BESOIN

Hiérarchisation des Fonctions de Service

	FC2	FC3	FC4	FC5	FC6
FP1	FP1/2	FP1/3	FP1/3	FP1/3	FP1/3
	FC2	FC2/1	FC2/3	FC2/3	FC2/3
		FC3	FC3/2	FC3/3	FC3/3
			FC4	FC4/3	FC4/3
				FC5	FC5/2
					FC6

Légende

/1 : est légèrement plus importante

/2 : est plus importante

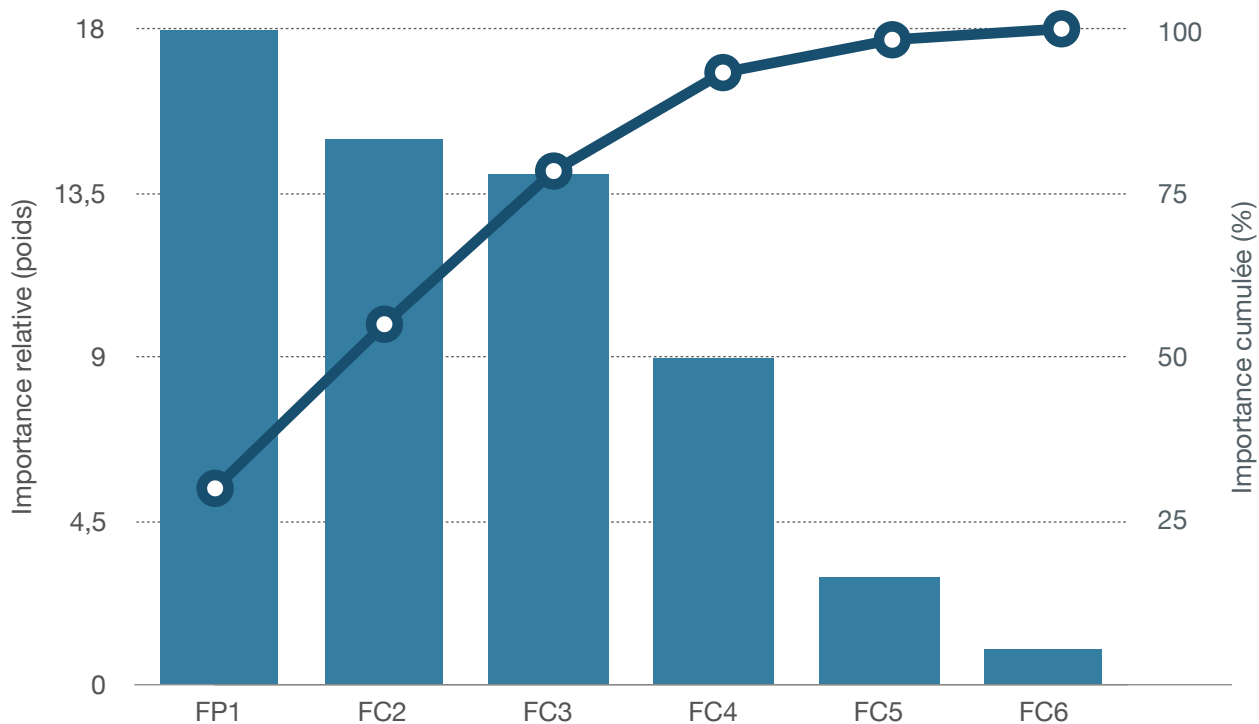
/3 : est beaucoup plus importante

Importances relatives des Fonctions de Service

Fonction de service	Poids	Pourcentage
FP1	18	30,00 %
FC2	15	25,00 %
FC3	14	23,33 %
FC4	9	15,00 %
FC5	3	5,00 %
FC6	1	1,67 %
Total	60	100,00 %

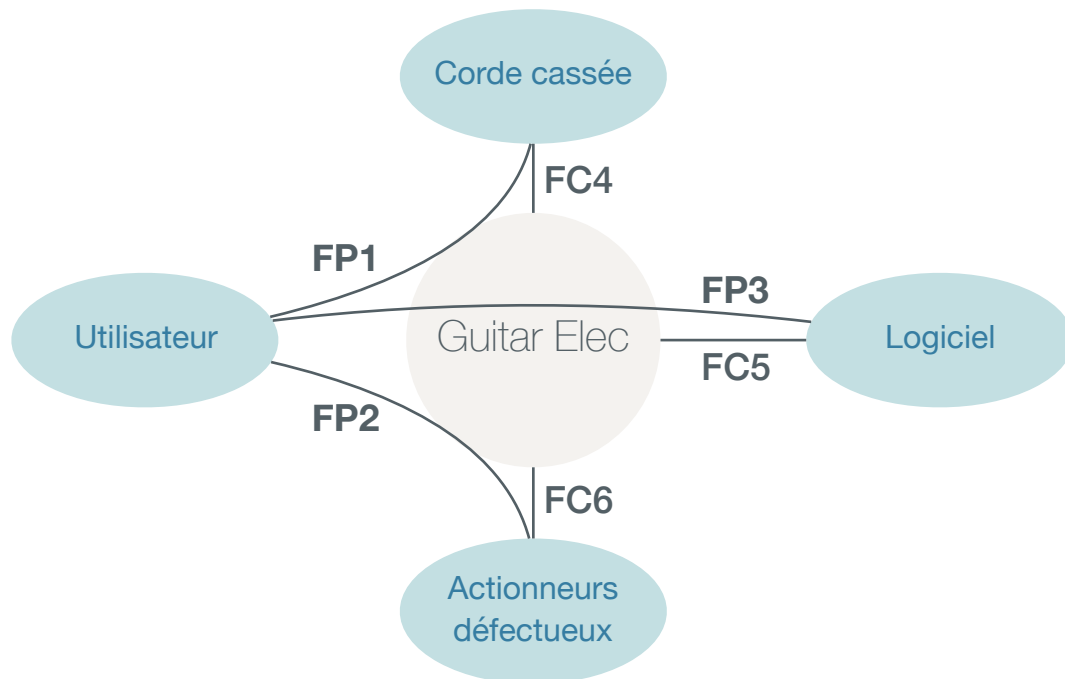
Diagramme de Pareto

La hiérarchisation des fonctions de service permet de mettre en évidence le peu d'importance accordé aux deux dernières fonctions de service, ainsi que la répartition de près de 80% d'importance cumulée aux trois premières fonctions de service.



Maintenance du Guitar Elec

Identification des Fonctions de Service : diagramme Pieuvre



FP1	Permettre à l'utilisateur de changer une corde cassée aisément
FP2	Permettre à l'utilisateur de changer un actionneur défectueux aisément
FP3	Permettre à l'utilisateur de trouver une solution en cas de problème logiciel
FC4	S'adapter à la cassure d'une corde
FC5	Signaler toute erreur logicielle
FC6	S'adapter à un actionneur défectueux

ANALYSE FONCTIONNELLE DU BESOIN

Caractérisation des fonctions de service

Fonction de service	Critère	Niveau	Flexibilité
FP1 : Permettre à l'utilisateur de changer une corde cassée aisément	Facilité d'extraction	Réalisable en moins de 5 min	F1
	Disponibilité d'une corde valable	Disponible dans n'importe quel magasin de guitare	F1
	Facilité de remplacement	Réalisable en moins de 15 min	F1
FP2 : Permettre à l'utilisateur de changer un actionneur défectueux aisément	Accessibilité	Grande : au plus, deux pièces à retirer	F1
	Sûreté électrique	Système facile à mettre hors tension	F0
	Facilité d'extraction	Réalisable en moins de 5 min pour chaque actionneur ; au plus 3 câbles électriques à débrancher par actionneur	F1
	Disponibilité des actionneurs	Livrables en moins de 2 semaines	F1
	Facilité de remplacement	Réalisable en moins de 15 min pour chaque actionneur	F1
FP3 : Permettre à l'utilisateur de trouver une solution en cas de problème logiciel	Disponibilité d'une FAQ	Sur Internet et sur un fichier PDF	F1
	Résolution du problème guidée par le logiciel	Dans 40 % des cas	F1
FC4 : S'adapter à la cassure d'une corde	Confinement du problème	N'affecte aucun autre composant	F0
FC5 : Signaler toute erreur logicielle	Détermination par le logiciel de la présence d'un dysfonctionnement	Dans 95 % des cas	F1
	Identification par le logiciel du problème	Dans 75 % des cas	F1
	Disponibilité d'une aide technique	Réponse sous trois jours ouvrables	F1
FC6 : S'adapter à un actionneur défectueux	Confinement du problème	N'affecte aucun autre composant	F1

ANALYSE FONCTIONNELLE TECHNIQUE

DIAGRAMME SADT A-0

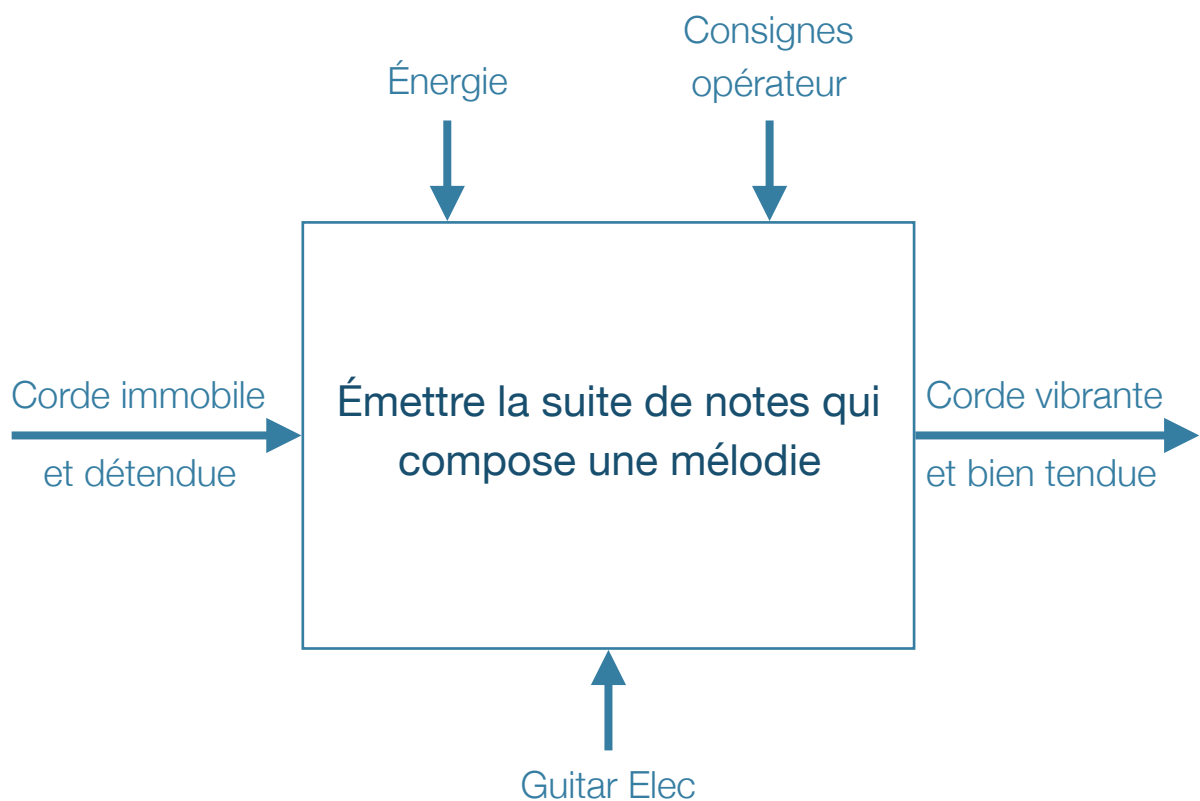


DIAGRAMME SADT A0

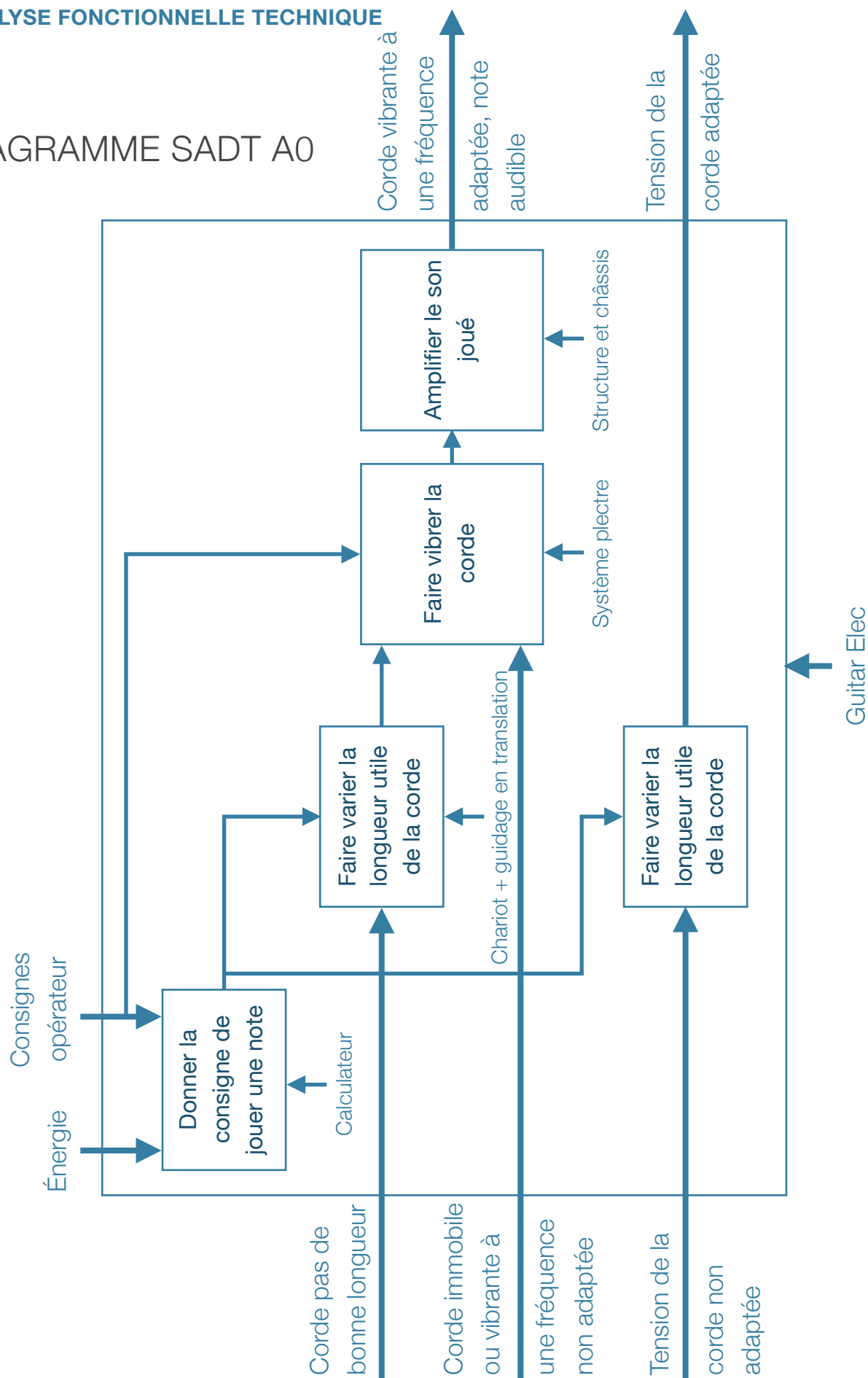
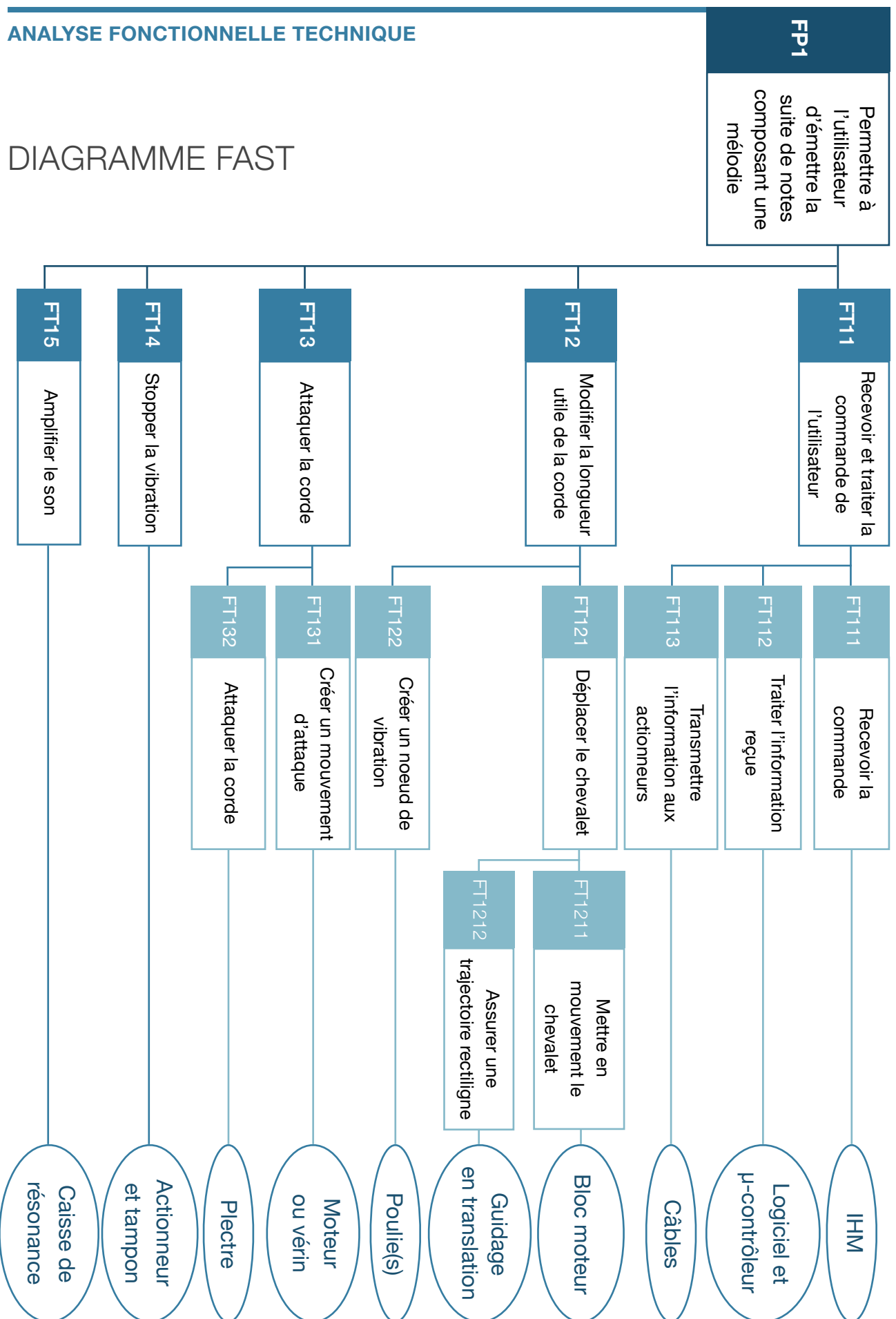


DIAGRAMME FAST



JUSTIFICATION DES CHOIX TECHNIQUES

Pourquoi modifier la tension ?

Nous avons montré qu'une variation de la tension permet d'atteindre un éventail de notes plus large (Cf. Annexe *Pourquoi modifier la tension de la corde ?*). En modifiant la tension de la corde, nous gagnons plus d'une octave. Nous avons dès lors envisagé la possibilité de faire varier à la fois la tension et la longueur utile de la corde.

Un asservissement en tension

Le moteur linéaire qui nous est fourni pour déplacer le chevalet est extrêmement précis (à 10 nm près). Il est par ailleurs asservi en position. On peut dès lors considérer que la longueur utile de vibration est obtenue avec une précision presque parfaite. Il est absolument inutile d'ajouter un asservissement en position.

C'est pourquoi nous n'avons envisagé qu'un asservissement en tension. Cette tension sera asservie sur une valeur théorique donnée par une table à double entrée (table préalablement intégrée au programme ou possibilité d'une fonction d'initiation qui fabriquerait cette table à l'aide d'un asservissement en fréquence). Pour une fréquence donnée, elle donnera la valeur de la tension nécessaire en fonction de la longueur utile de vibration.

Un jeu entre déplacement et tension

Nous envisageons donc de modifier à la fois la tension et la longueur. Dès lors, nous nous sommes posés la question de savoir comment combiner au mieux ces mouvements pour arriver le plus rapidement possible d'une note à une autre. Une analyse mathématique (Cf. Annexe *Optimisation du changement de fréquence*) nous a conduit au chemin optimal à adopter pour passer d'une note à l'autre.