

A partir de l'étude technique d'un lève-vitre électrique, cette ressource illustre la multitude des phases de vie à modéliser lors de la rédaction du cahier des charges fonctionnel d'un produit. Elle présente également en annexe la problématique du câblage électrique d'un véhicule et la façon dont le multiplexage permet d'y répondre.

1 - Présentation du système

Les lève-vitres électriques existent depuis maintenant plus de 20 ans. La technologie a évolué au cours de ces années. Dans les années 1990, les véhicules munis de lève-vitres à commande électrique possédaient un bouton de commande monostable à trois positions :

- Position stable moyenne, correspondant au moment où l'on n'appuie ni du côté m ni du côté d ;
- Position m appuyé ;
- Position d appuyé.

L'utilisateur doit laisser son doigt sur le bouton m pour que la vitre monte et sur d pour qu'elle descende.

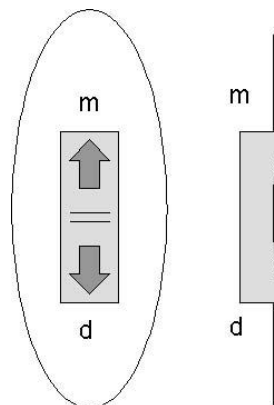


Figure 1 : Schéma d'un bouton de commande à 3 positions monostable

Depuis les années 2000, de nombreux véhicules proposent des systèmes de commande de vitres électriques avec des interrupteurs monostables à 5 positions.

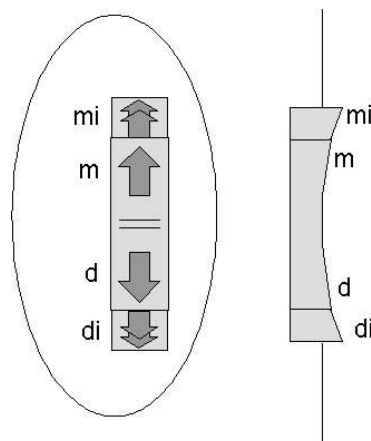


Figure 2 : Schéma d'un bouton de commande à 5 positions monostable

Les deux positions supplémentaires par rapport aux 3 positions précédentes correspondent à la possibilité de monter jusqu'en haut ou descendre jusqu'en bas la vitre sur une seule impulsion. On notera « mi » la commande de montée impulsionnelle et « di » la commande de descente impulsionnelle. Le Grafcet qui montre le fonctionnement séquentiel du système est donné dans l'annexe « *Grafcet du fonctionnement du lève-vitre* ».

2 - Analyse fonctionnelle du besoin

21 - Phases de vie

Le lève-vitre a de multiples phases de vie. Le diagramme pieuvre ci-dessous est commun à toutes les phases de vie ; les critères des fonctions de service et des éléments du milieu extérieur ne le sont pas, et la phase de vie correspondant à chaque critère est indiquée dans le tableau.

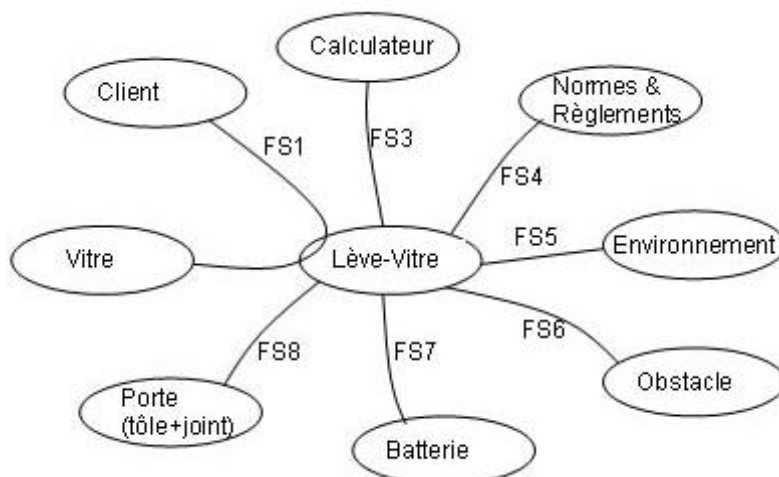


Figure 3 : Diagramme des interacteurs du lève-vitre

22 - Caractérisation des éléments du milieu extérieur

Client

Qualification	Critère	Niveau	Limite	Phase de vie
Capacité à commander un interrupteur	-	-	-	-
Bruit acceptable par l'oreille du 50e percentile	Bruit à 100 mm de la porte	57 dB	maxi	φ1xxxx
	Ecart entre 2 bandes de spectre	10 dB	maxi	φ2xxxx
	Bruit à 100 mm de la porte généré par le lève-vitre	0 dB	maxi	φ3xxxx

Vitre

Qualification	Critère	Niveau	Limite	Phase de vie
Matériaux	-	-	-	-
Géométrie du lève-vitre	Epaisseur	mm	±	-
	Dimensions	Cf plan		-

	Masse	Kg	±	-
Positionnement de la vitre mesuré à 150 mm sur une ligne parallèle au bord arrière de la vitre	Distance entre butée basse et limite inférieure de la zone de détection	Lb = 32 mm	±10mm	φx1xxxx φx2xxxx
	Distance entre limite inférieure et limite supérieure de la zone de détection	Zd = 370mm	±10mm	φx3xxxx
	Distance entre limite supérieure de la zone de détection et le contact avec le joint de porte	Lh = 4mm	±1mm	φx4xxxx
	Distance entre contact avec le joint de porte et butée haute	e = 8mm	±1mm	φx5xxxx φx6xxxx

Batterie

Qualification	Critère	Niveau	Limite	Phase de vie
Tension délivrée sous charge	Tension	13 V	±3V	-
Intensité en continue	Intensité	A	±	
Intensité en pic de régulation	Intensité	A	±	

Obstacle

Qualification	Critère	Niveau	Limite	Phase de vie
Forme cylindrique	Diamètre	20 mm	±5mm	φxx2xxx à 4xxx
	Longueur	50 mm	mini	φxx2xxx à 4xxx
Caractéristiques mécanique	Raideur k	5 N/mm	±0,5 N/mm	φxx2xxx
	Raideur k	10 N/mm	±0,5 N/mm	φxx3xxx
	Raideur k	20 N/mm	±0,5 N/mm	φxx4xxx

Environnement

Qualification	Critère	Niveau	Limite	Phase de vie
Température	Température	[-40° C;0° C]		φxxx2xx
	Température	[0° C;90° C]		φxxx3xx
Vibration	Amplitude	1 mm	maxi	φxxxx2x
	Fréquence	[20Hz;120Hz]	-	φxxxx2x

	Variation	10 octave/mm	maxi	φxxxx2x
Claquage de porte	Vitesse à hauteur de serrure 50 mm avant fermeture	3 m/s	maxi	φxxxx1x

2.3. Caractérisation des fonctions de service

FS1 : Le lève-vitre permet au Client de manœuvrer et positionner la vitre

Qualification	Critère	Niveau	Limite	Phase de vie
Vitesse de déplacement de la vitre	Vitesse suivant la direction du bord arrière de la vitre	104 MM/s	maxi	φ1xxxxxx φ2xxxxxx
Temps de montée/descente	Temps entre butée basse et butée haute (et vice et versa)	6 s	±2s	φ1xxxxxx φ2xxxxxx
Le pas de déplacement	Distance suivant le bord arrière de la vitre entre deux positions arrêtées	2 mm	maxi	φ1xxxxxx à 3xxxxx
Déplacement de la vitre	Déplacement de la vitre suivant la direction du bord arrière de la vitre	8 mm	maxi	φ3x5xxxx
		5 mm	maxi	φ367xxxx
		20 mm	maxi	φ3x1x2xx
Pas de désolidarisation vitre/lève-vitre	Non destruction de la liaison vitre/lève-vitre	0	0	φ7xxxxxx à 9xxxxx
Bruit	Bruit à 100 mm de la porte généré par le lève-vitre	0 dB	maxi	φ3xxxxxx
		57 dB	maxi	φ1xxxxxx
		10 dB	maxi	φ2xxxxxx

FS3 : Le lève-vitre doit s'adapter au calculateur multiplexé

Qualification	Critère	Niveau	Limite	Phase de vie
---------------	---------	--------	--------	--------------

FS4 : Le lève-vitre doit respecter les normes et règlement en vigueur

Qualification	Critère	Niveau	Limite	Phase de vie
---------------	---------	--------	--------	--------------

FS5 : Le lève-vitre doit s'adapter à l'environnement

Qualification	Critère	Niveau	Limite	Phase de vie
---------------	---------	--------	--------	--------------

FS6 : Le lève-vitre doit résister aux obstacles

Qualification	Critère	Niveau	Limite	Phase de vie
---------------	---------	--------	--------	--------------

FS7 : Le lève-vitre doit s'adapter aux spécifications de la batterie

Qualification	Critère	Niveau	Limite	Phase de vie
Protection moteur	Temps de disjonction	4 s	maxi	φxxx6xx
	Temps de ré-enclenchement	10 s	maxi	φxxx6xx
	Temps de disjonction	2 s	maxi	φ1xxx5xx
	Temps de ré-enclenchement	25 s	maxi	φ1xxx5xx
Intensité	Intensité d'appel (<1s)	25 A	maxi	φxxxxxx
	Intensité stabilisée	10 A	maxi	φxxxxxx
	Intensité en couple bloqué	30 A	maxi	φxxxxxx

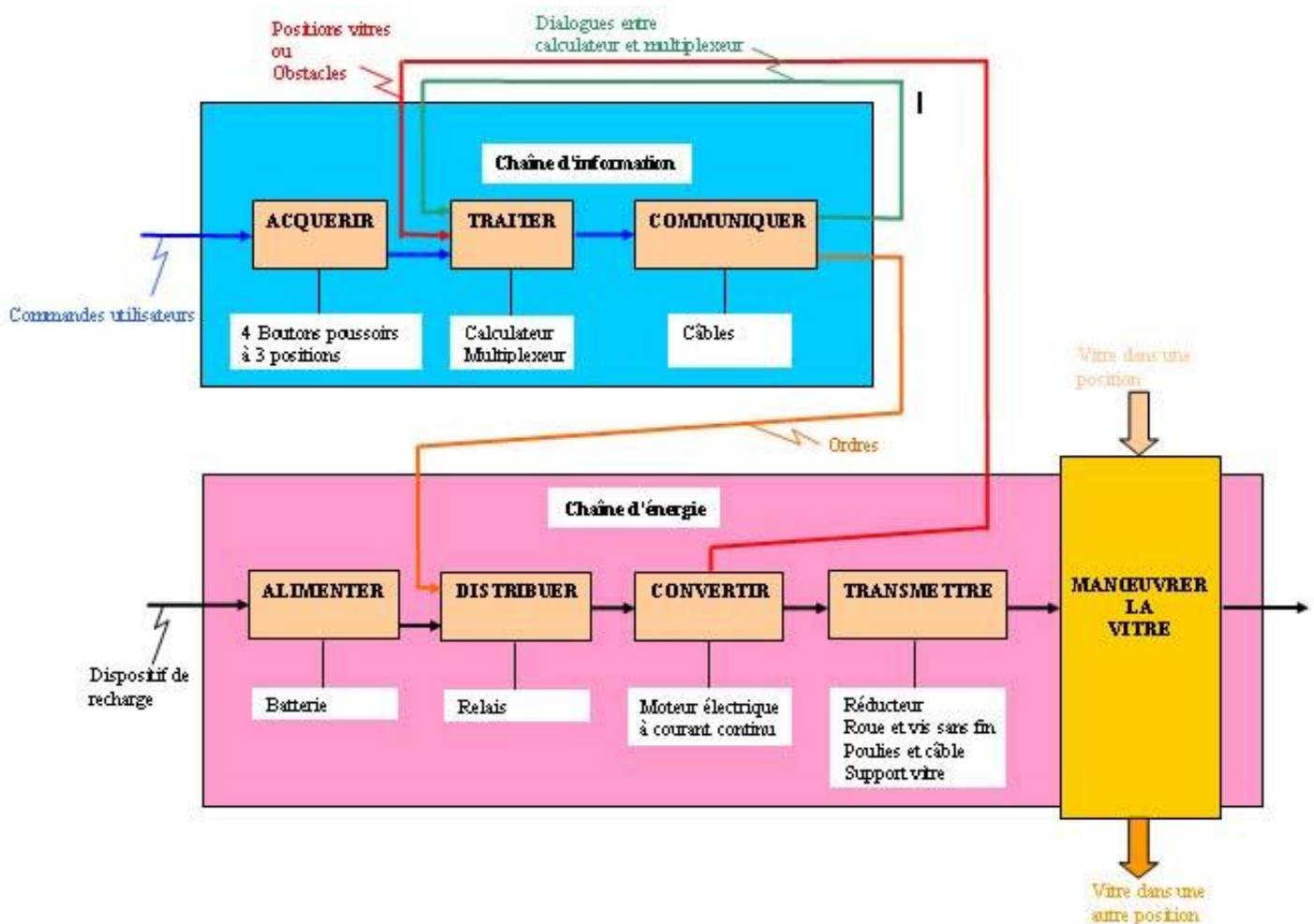
FS8 : Le lève-vitre doit rester fixé sur la porte

Qualification	Critère	Niveau	Limite	Phase de vie
Pas de désolidarisation porte/lève-vitre	Non destruction de la liaison porte/lève-vitre	0	0	φxxxxxx

3 - Les phases de vie du lève-vitre

- a. Activité de la vitre
 1. Montée de la vitre
 2. Descente de la vitre
 3. Vitre à l'arrêt (pas de mouvement)
- b. Position de la vitre
 1. En butée basse
 2. Entre butée basse et limite inférieure de la zone de détection
 3. Dans la zone de détection
 4. Entre la limite haute de la zone de détection et le contact de la vitre avec le joint de porte
 5. Entre le contact avec le joint de porte et la butée haute
 6. En butée haute
- c. Présence d'obstacle
 1. Pas d'obstacle
 2. Avec obstacle cylindrique de raideur 5N/mm
 3. Avec obstacle cylindrique de raideur 10N/mm
 4. Avec obstacle cylindrique de raideur 20N/mm
- d. Température
 1. Température -40°C
 2. Température comprise entre -40°C et 0°C
 3. Température comprise entre 0°C et 90°C
 4. Température 90°C
- e. Environnement vibratoire du système
 1. Vibrations comprises entre 0 Hz et 20 Hz
 2. Vibration comprises entre 20 Hz et 120 Hz

- Environnement
 1. Sous ambiance poussiéreuse
 2. Sous brouillard salin
 3. sous...



4 - Structure fonctionnelle du lève-vitre

41 - Fonctionnement normal

L'utilisateur commande l'ouverture ou la fermeture de la vitre par un bouton poussoir. L'information est transférée par bus au multiplexeur puis au calculateur. Après traitement par le calculateur, l'information est transférée par bus au multiplexeur. Le multiplexeur envoie par bus un ordre de commande aux transistors. Les transistors distribuent au moteur l'énergie électrique fournie par la batterie. Le moteur transforme cette énergie en énergie mécanique de rotation. Le réducteur adapte la vitesse de rotation. Le système roue et vis sans fin entraîne en rotation, de manière irréversible, la poulie motrice. Le système poulies et câble entraîne en translation le support vitre. Un capteur détecte la position angulaire de l'arbre moteur. L'information est transférée par bus au multiplexeur qui compte le nombre de pas angulaires du moteur. Quand le nombre de pas angulaire du moteur correspondant à la vitre en position extrême haute ou basse est atteint, le multiplexeur envoie par bus un ordre de commande aux transistors. L'alimentation du moteur est coupée.

La schématique de l'implantation du lève-vitre est la suivante :

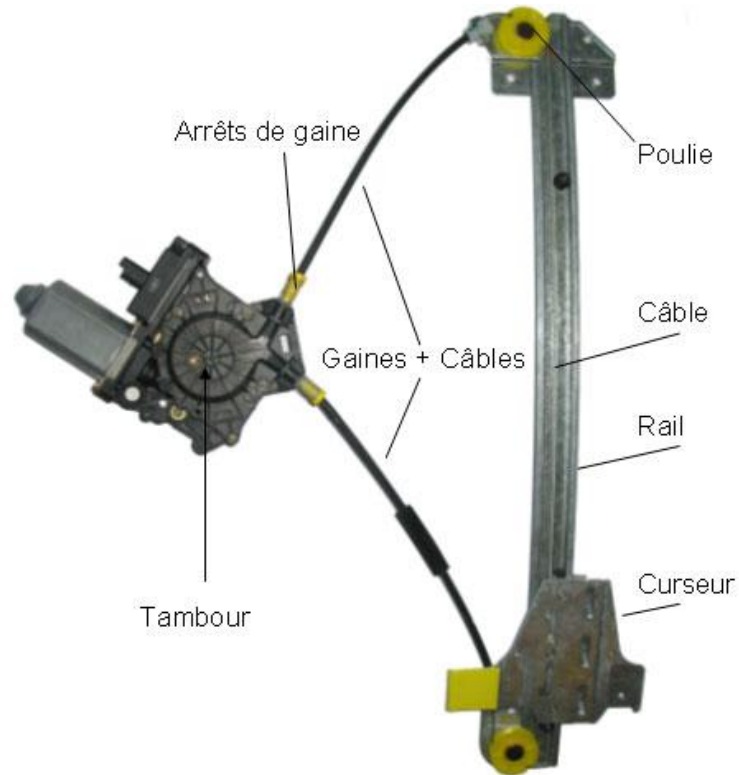


Figure 4 : Lève-vitre complet

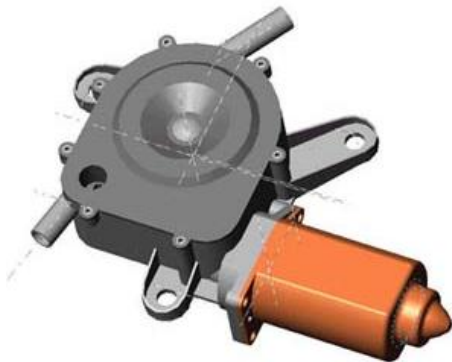


Figure 5 : Modélisation CAO du moteur électrique
Images Académie de Nantes

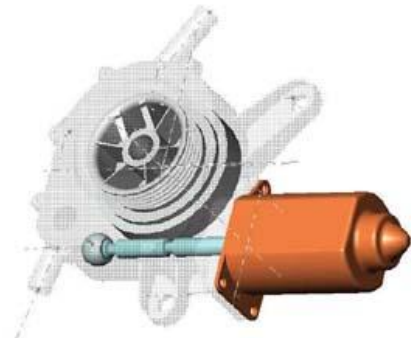


Figure 6 : Vue transparente de la modélisation CAO du moteur électrique



Figure 7 : Implantation du lève-vitre électrique dans une portière

Ressource publiée sur EDUSCOL-STI : <http://eduscol.education.fr/sti/si-ens-cachan/>