

┌ 15 Fiches de Révision ┐
BTS CIRA
└ Contrôle Industriel et Régulation Automatique ┘

 Fiches de révision

EXTRAIT

 Retours et conseils



Conforme au Programme Officiel



Garantie Diplômé(e) ou Remboursé

4,6/5 selon l'Avis des Étudiants



www.btscira.fr

Table des matières

E1 : Culture Générale et Expression (CGE)	3
Chapitre 1 : Synthèse de documents	4
Chapitre 2 : Écriture personnelle	
E2 : Langue vivante (Anglais)	5
Chapitre 1 : Compréhension de l'écrit	7
Chapitre 2 : Expression écrite	
Chapitre 3 : Comment organiser ses pensées ?	
Chapitre 4 : Les expressions dans un débat	
Chapitre 5 : Les pronoms relatifs	
Chapitre 6 : Les verbes irréguliers	
E3 : Mathématiques	8
Chapitre 1 : Étude d'une fonction	9
Chapitre 2 : Les statistiques	
Chapitre 3 : Les suites	
E4 : Épreuve professionnelle de synthèse	10
Accès au dossier E4	10
E5 : Étude d'un système d'instrumentation, contrôle, régulation	12
Chapitre 1 : Généralités sur la mesure	15
Chapitre 2 : Mesure et incertitudes	
Chapitre 3 : Les unités de calcul	
Chapitre 4 : La pression et les manomètres	
Chapitre 5 : Les capteurs de niveau	
Chapitre 6 : Comprendre les différentes unités de température	
Chapitre 7 : Les différents types de thermomètres	
Chapitre 8 : Les analyseurs industriels	
Chapitre 9 : Les vannes de régulation	
Chapitre 10 : Régulation industrielle	
E6 : Conception d'une installation d'instrumentation, contrôle et régulation	16
Chapitre 1 : Les hacheurs	19
Chapitre 2 : L'algèbre de Boole	
Chapitre 3 : Systèmes automatisés et automates programmables industriels	
Chapitre 4 : Systèmes automatisés et automates programmables industriels	
Chapitre 5 : Les capteurs et transmetteurs	

Chapitre 6 : La température et les thermomètres.....	
Chapitre 7 : Les vannes de régulation	

E1 : Culture Générale et Expression (CGE)

Présentation de l'épreuve :

Évaluée à hauteur d'un coefficient de 3, l'épreuve E1 « Culture Générale et Expression » (CGE) se déroule sous forme écrite sur une durée de 4 heures.

Cette épreuve compte pour environ 9 % de la note finale, mais ne doit pas être négligée.

Conseil :

L'épreuve de Culture Générale et expression est l'une des matières les plus difficiles à réviser car il n'y a pas vraiment de cours.

Privilégie l'apprentissage par cœur de la méthodologie de la synthèse de documents et de l'écriture personnelle et effectues-en pour t'entraîner.

Table des matières

Chapitre 1 :	Synthèse de documents	4
1.	Réaliser une synthèse de documents	4
2.	Synthèse de documents – Mise en place d'une introduction attirante	
3.	Synthèse de documents – Réussir son développement.....	
4.	Synthèse de documents – Réussir sa conclusion	
Chapitre 2 :	Écriture personnelle	
1.	Réaliser une écriture personnelle	
2.	Écriture personnelle – Analyser son sujet.....	
3.	Écriture personnelle – Introduction.....	
4.	Écriture personnelle – Chercher des exemples	
5.	Écriture personnelle – Donner son point de vue	
6.	Écriture personnelle – Conclusion	

Chapitre 1 : Synthèse de documents

1. Réaliser une synthèse de documents :

Étape 1 – Survol du corpus :

L'idée de la première étape est d'abord de jeter un œil aux différents types de documents du corpus et d'en déterminer leur nature, à savoir :

- Extraits d'articles ;
- Extraits d'essais ;
- Textes littéraires ;
- Etc.

L'objectif est alors de recenser toutes les informations rapides telles que :

- Titres ;
- Dates ;
- Nom des auteurs.

Étape 2 – Lecture et prise de notes :

Ensuite, vous allez entamer une lecture analytique. Le but est alors de trouver et de reformuler 6 à 10 idées principales du document.

Faites ensuite un tableau de confrontation, c'est-à-dire que dans chaque colonne, vous écrirez les idées qui vous viennent à l'esprit en les numérotant.

Étape 3 – Regroupement des idées :

Une fois la prise de notes terminée, vous pouvez commencer à chercher les idées qui se complètent et celles qui s'opposent.

Pour cela, réalisez 3 groupements d'idées se complétant.

Étape 4 – Recherche de plan :

Vous devez maintenant finaliser votre plan. Il est fortement conseillé de l'écrire au brouillon avant de le rédiger au propre.

Pour ce faire, vous allez rédiger votre plan de façon détaillée avec le nom de chaque partie, et de chaque sous-partie.

Étape 5 – La rédaction :

La rédaction est le gros du travail. Pour le réussir, vous allez respecter les points suivants :

- **Structuration de votre texte :** Sautez une ligne entre chaque partie et faites des alinéas. Les différentes parties de votre développement doivent toujours commencer par l'idée principale ;

Obtenir les 95 Fiches de Révision

E2 : Langue vivante (Anglais)

Présentation de l'épreuve :

L'épreuve E2 « Langue vivante (Anglais) » est une épreuve disposant d'un coefficient de 2 et se déroule sous forme de Contrôle en Cours de Formation (CCF) au travers de 2 situations d'évaluation.

De plus, il est tout à fait possible d'obtenir le passage d'une autre langue vivante étrangère (LV2) qui disposera alors des mêmes modalités que la LV1, à savoir d'un coefficient de 2 et d'une situation d'évaluation similaire. L'épreuve LV2 est optionnelle.

Conseil :

Ne néglige pas cette matière ayant une influence sur 6 % (LV1 uniquement) ou 12 % (LV1 et LV2) de la note finale de l'examen. De plus, je te conseille de travailler énormément ton vocabulaire et ton écoute.

Pour travailler ton vocabulaire, sollicite tes 3 types de mémoires :

- Mémoire visuelle (lecture) ;
- Mémoire auditive (écoute) ;
- Mémoire kinesthésique (écrite).

En sollicitant ces 3 types de mémoires, tu maximises ainsi ton apprentissage. Pour ce qui est de l'écoute, regarde des films ou des séries en Anglais et mets les sous-titres en Français.

Table des matières

Chapitre 1 : Compréhension de l'écrit	7
1. Définitions de la compréhension de l'écrit	7
2. Règles à respecter	7
Chapitre 2 : Expression écrite	
1. Rédaction du mail	
Chapitre 3 : Comment organiser ses pensées ?	
1. Introduction	
2. Connecteurs logiques	
Chapitre 4 : Les expressions dans un débat	
1. Utilité des expressions	
2. L'introduction à une idée	
Chapitre 5 : Les pronoms relatifs	
1. Les pronoms relatifs	

2. Quelques particularités des pronoms

Chapitre 6 : Les verbes irréguliers

1. Liste des verbes irréguliers.....

Chapitre 1 : Compréhension de l'écrit

1. Définitions de la compréhension de l'écrit :

Objectif :

Montrer que l'essentiel du texte a été compris. Résumé en respectant le nombre de mots (+ / - 10 %).

Introduction :

Type de document, source, thème général.

Corps :

Développer les idées principales avec des mots de liaison.

2. Règles à respecter :

Les règles à respecter :

- Respecter le nombre de mots et l'inscrire à la fin ;
- Ne pas mettre de Français.

À ne surtout pas faire :

- Rédiger le compte-rendu en anglais ;
- Introduire des informations extérieures au document ;
- Paraphraser le texte ;
- Omettre des idées importantes.

E3 : Mathématiques

Présentation de l'épreuve :

Les mathématiques sont une épreuve à faible coefficient (3), ce qui représente environ 9 % de la moyenne finale de l'examen. Cette épreuve est réalisée sous forme de Contrôle en Cours de Formation (CCF).

Au cours de ta deuxième année de BTS CG, il y aura alors 2 situations d'évaluation pour t'évaluer sur cette épreuve. Il s'agira d'épreuves écrites composées principalement d'exercices.

Conseil :

Malgré le faible coefficient des mathématiques à côté d'autres épreuves (comme la E4 par exemple), les mathématiques influent tout de même pour environ 9 % de la note finale. Il ne faut donc surtout pas les négliger.

De plus, il s'agit d'une épreuve « pilier » : Une multitude de notions à maîtriser pour cette épreuve seront réutilisées pour d'autres épreuves, d'où son importance.

Je te conseille de regarder les annales des années précédentes et de t'exercer aux différentes notions à connaître.

Table des matières

Chapitre 1 :	Étude d'une fonction	9
1.	Étude d'une fonction	9
2.	Les asymptotes	9
3.	Les variations d'une fonction	9
Chapitre 2 :	Les statistiques	
1.	Les principes de base des statistiques.....	
2.	Les variables aléatoires discrètes	
3.	La loi binomiale	
4.	La loi normale.....	
Chapitre 3 :	Les suites	
1.	Les suites arithmétiques	
2.	Les suites géométriques	

Chapitre 1 : Étude d'une fonction

1. Étude d'une fonction :

À quoi servent les études de fonction ?

Pour étudier le sens de variation d'une fonction, il est nécessaire d'étudier le signe de sa dérivée.

Limite d'une fonction :

La limite d'une fonction polynôme en $+\infty$ (ou $-\infty$) est égal à la limite en $+\infty$ (ou $-\infty$) du terme de plus haut degré.

La limite d'une fonction rationnelle en $+\infty$ (ou $-\infty$) est égal à la limite en $+\infty$ (ou $-\infty$) du quotient (fraction) des termes de plus haut degré du numérateur et du dénominateur.

2. Les asymptotes :

Quels sont les 3 propriétés d'asymptotes ?

- Si $\lim_{x \rightarrow a} f(x) = +/- \infty \Rightarrow$ asymptote verticale d'équation $x = a$
- Si $\lim_{x \rightarrow +/- \infty} f(x) = b \Rightarrow$ asymptote horizontale d'équation $y = b$
- Si $\lim_{x \rightarrow +/- \infty} [f(x) - (ax + b)] = 0 \Rightarrow$ asymptote oblique d'équation $y = ax + b$

3. Les variations d'une fonction :

Qu'est-ce qu'une variation de fonction ?

Soit une fonction définie sur un intervalle I , et admettant sur cet intervalle une dérivée f' .

Si, pour tout x de I , on a : $f'(x) \geq 0$ alors f est **croissante** sur I .

Si, pour tout x de I , on a : $f'(x) \leq 0$ alors f est **décroissante** sur I .

→ On en déduit donc les tableaux de variations à partir de l'étude de signe de la dérivée.

Méthode de résolution d'une équation du second degré :

$$Y = ax^2 + bx + c$$

Calcul du discriminant :

$$\Delta = b^2 - 4ac$$

Obtenir les 95 Fiches de Révision

E4 : Épreuve professionnelle de synthèse

Présentation de l'épreuve :

Cette épreuve E4 « Épreuve professionnelle de synthèse » se décompose en 2 sous-épreuves, à savoir :

- **E4.1 – Rapport de stage** : Coefficient 4, épreuve ponctuelle orale, durée de 30 minutes ;
- **E4.2 – Projet technique** : Coefficient 4, épreuve ponctuelle orale, durée de 15 minutes.

L'ensemble de cette épreuve dispose alors d'un coefficient de 8, ce qui représente la deuxième épreuve la plus importante de l'examen après l'épreuve E5. En effet, cette épreuve E4 représente 25 % de la moyenne finale.

Conseil :

L'épreuve E4 est capitale pour la réussite du BTS CIRA. En effet, elle représente 25 % de la note finale, ce qui signifie qu'il peut tout-à-fait s'agir des points qui te feront obtenir le BTS. Il ne faut donc surtout pas la négliger et avoir les bonnes clés entre les mains te permettra d'obtenir une excellente note sans trop de difficulté.

De plus, il s'agit d'une épreuve « pilier » : L'ensemble des notions vues dans cette épreuve seront réutilisées pour les autres épreuves, d'où son importance.

Enfin, il s'agira surtout d'une capacité de réflexion et d'improvisation à l'oral. L'apprentissage par cœur de manière « scolaire » n'est donc pas forcément ce qu'on te recommande. À la place, privilégie les entraînements oraux et prépare bien tous les prérequis à l'examen (rapport, projet, etc.). Ces prérequis varient d'un établissement à l'autre, nous t'invitons donc à bien en prendre connaissance avec tes professeurs.

Accès au dossier E4

En vue de l'importance de l'épreuve E4 dans la moyenne finale du BTS et de la facilité à gagner les points lorsqu'on a les bonnes méthodes, nous avons décidé de créer une formation complète à ce sujet : www.btscira.fr/dossier-e4.

Contenu du Dossier E4 :

1. **Vidéo 1 – Maîtriser la rédaction de ton rapport de stage** : 29 minutes de vidéo abordant toutes les informations à connaître à ce sujet.
2. **Vidéo 2 – Conseils supplémentaires pour la rédaction du rapport de stage** : 25 minutes de vidéo pour évoquer toutes les notions à maîtriser et être 100% prêt pour le jour J.

3. **Vidéo 3 – Critères d'évaluation du projet technique** : 30 minutes de vidéo pour t'expliquer toutes les subtilités sur les critères d'évaluation du projet technique, un sujet crucial pour réussir.
4. **Fichier PDF – 21 Fiches de Révision** : E-Book de 21 Fiches de Révision spécialement conçu pour le Dossier E4 "Épreuve professionnelle de synthèse" ✍️

Découvrir le Dossier E4

E5 : Étude d'un système d'instrumentation, contrôle, régulation

Présentation de l'épreuve :

L'épreuve E5 « Étude d'un système d'instrumentation, contrôle, régulation » est une épreuve spécifique au BTS CIRA.

En effet, tout comme l'épreuve E4, cette épreuve E5 se subdivise en 2 sous-épreuves :

- E5.1 – Analyse physico-chimique d'un procédé et de son environnement :
Coefficient 4, épreuve ponctuelle écrite, durée de 3h ;
- E5.2 – Analyse d'une installation d'instrumentation, contrôle et régulation :
Coefficient 5, épreuve ponctuelle écrite, durée de 3h.

Enfin, cette épreuve dispose d'un coefficient de 9, soit 28 % de la note finale à elle seule.

Conseil :

Tout comme l'épreuve E4, cette épreuve E5 représente une part considérable de la note finale. En effet, il s'agit de l'épreuve ayant le coefficient le plus élevé du BTS CIRA, d'où son importance.

Le fait de réussir ou d'échouer cette épreuve représente un enjeu crucial car, si tu échoue cette épreuve, il y a de grands risques que tu n'obtiennes pas le diplôme et inversement.

Personnellement, nous n'avons pas trouvé cette épreuve très compliquée car nous étions assez bien préparés, en particulier après avoir maîtrisé l'ensemble des concepts vus ci-dessous.

En effet, la majorité des examens seront des questions de cours, il faut donc que tu maîtrise toutes les fiches ci-dessous sur le bout des doigts. Il s'agit des concepts les plus couramment tombés chaque année.

Une fois l'ensemble des concepts maîtrisés, tu peux t'entraîner grâce à des annales d'épreuves.

Table des matières

Chapitre 1 : Généralités sur la mesure	15
1. Définitions clés.....	15
2. Le système d'unités internationales et ses symboles	15
Chapitre 2 : Mesure et incertitudes	
1. Les incertitudes	
2. Erreur absolue et relative	

Chapitre 3 : Les unités de calcul.....	
1. Utilisation des unités dans les calculs.....	
2. Représentation graphique des relations entre unités physiques.....	
Chapitre 4 : La pression et les manomètres	
1. Introduction à la pression.....	
2. Manomètres hydrostatiques.....	
Chapitre 5 : Les capteurs de niveau.....	
1. Méthodes hydrostatiques.....	
2. Mesure de pression.....	
3. Méthodes électriques.....	
4. Applications des capteurs de niveau.....	
5. Critères de sélection des capteurs de niveau	
Chapitre 6 : Comprendre les différentes unités de température.....	
1. Les unités de température	
2. Les thermomètres à dilatation.....	
Chapitre 7 : Les différents types de thermomètres.....	
1. Thermomètres à dilatation de gaz.....	
2. Thermomètres à tension de vapeur.....	
Chapitre 8 : Les analyseurs industriels	
1. Thermomètres à dilatation de gaz.....	
2. Généralités sur les analyseurs	
3. Composition d'un système d'analyse en continu	
4. Analyseurs d'oxygène	
Chapitre 9 : Les vannes de régulation	
1. Généralités sur les vannes de régulation.....	
2. Contraintes liées au fluide et à l'environnement	
3. Éléments constituant la vanne de réglage	
4. Forme du corps de vanne	
5. Différents types de clapet.....	
Chapitre 10 : Régulation industrielle	
1. Généralités sur la régulation.....	
2. Influence de la régulation.....	
3. Les outils de régulation	
4. Astuces pour améliorer la régulation.....	
5. Les avantages d'une bonne régulation	

6.	Exemple d'application de la régulation dans l'industrie
7.	Les facteurs clés pour une régulation réussie
8.	Les compétences requises pour travailler dans la régulation industrielle.....
9.	Les avantages de la régulation industrielle pour les entreprises
10.	Les défis et les perspectives d'avenir de la régulation industrielle
11.	Les outils et logiciels utilisés en régulation industrielle

Chapitre 1 : Généralités sur la mesure

1. Définitions clés :

Grandeur physique (X) :

Paramètre à contrôler lors de la fabrication d'un produit ou de son transfert, comme la pression, la température ou le niveau.

Mesurage :

Ensemble des opérations visant à déterminer la valeur d'une grandeur physique.

Mesure (x) :

Évaluation d'une grandeur en la comparant à une autre grandeur de même nature, prise pour unité.

Exemple :

Une longueur de 2 mètres, une masse de 400 grammes, un temps de 6 secondes.

Incertitude (dx) :

Caractérisation du résultat de la mesure (x) d'une grandeur (X) par un couple (x, dx) et une unité de mesure. Les incertitudes proviennent des différentes erreurs liées à la mesure.

Erreur absolue (e) :

Différence entre le résultat d'un mesurage et la valeur vraie de la grandeur physique. Elle s'exprime dans l'unité de la mesure.

Erreur relative (er) :

Rapport de l'erreur de mesure à la valeur vraie de la grandeur physique, généralement exprimée en pourcentage.

2. Le système d'unités internationales et ses symboles :

Unités de base :

Mètre (m), kilogramme (kg), seconde (s), ampère (A), kelvin (K), mole (mol), candela (cd).

Unités dérivées :

Mètre carré (m²), mètre cube (m³), hertz (Hz), mètre par seconde (m/s), newton (N), et bien d'autres.

Multiples et sous-multiples des unités :

Les unités sont modifiables en utilisant des préfixes comme kilo (K), méga (M), giga (G), milli (m), micro (μ), nano (n), etc.

E6 : Conception d'une installation d'instrumentation, contrôle et régulation

Présentation de l'épreuve :

Cette épreuve E6 « Conception d'une installation d'instrumentation, contrôle et régulation » est la troisième épreuve la plus importante du BTS CIRA.

En effet, elle dispose d'un coefficient de 7, ce qui représente près de 22 % de la note finale.

Au total, les 3 épreuves professionnelles (E4, E5 et E6) représentent 75 % de la note finale, d'où l'importance de bien les réussir.

Cette épreuve E6 se déroule sous forme de Contrôle en Cours de Formation (CCF) au travers d'une épreuve écrite d'une durée de 4 heures.

Conseil :

Cette épreuve a pour objectif de t'évaluer sur ces objectifs :

- Établir un diagnostic en régulation, instrumentation et automatisation ;
- Analyser et interpréter diverses sources d'informations ;
- Identifier l'origine des dysfonctionnements ;
- Concevoir et analyser une boucle de contrôle en fonction des spécifications et de l'instrumentation ;
- Sélectionner l'architecture de réseaux industriels et les protocoles de communication ;
- Proposer des équipements adaptés pour le contrôle, la régulation et l'instrumentation ;
- Implanter un dispositif de contrôle-commande et des outils de programmation ;
- Effectuer des mesures et des tests conformes aux protocoles ou consignes ;
- Optimiser une chaîne de régulation ;
- Étalonner et paramétrer des instruments, capteurs et actionneurs ;
- Gérer une base de données ou un système documentaire ;
- Contrôler la conformité des installations et des configurations logicielles.

Nous t'invitons à bien prendre connaissance de ces critères et à travailler sur chacun d'entre eux pour être 100 % prêt le jour de l'examen.

De plus, cette épreuve nécessite tout de même beaucoup de connaissances de ta part, n'omet pas de bien apprendre toutes les notions abordées ci-dessous.

Table des matières

Chapitre 1 :	Les hacheurs	19
1.	Comprendre le hacheur	19

2.	Fonctionnement d'un hacheur série	19
3.	Chronogramme des courants et tensions.....	19
4.	Valeurs moyennes des courants	19
5.	Ondulation du courant $i_C(t)$	
6.	Hacheur quatre quadrants.....	
7.	Applications des hacheurs	
8.	Avantages et inconvénients des hacheurs	
9.	Types de hacheurs.....	
10.	Composants des hacheurs.....	
11.	Méthodes de commande des hacheurs	
Chapitre 2 : L'algèbre de Boole.....		
1.	Introduction à l'algèbre de Boole	
2.	Représentations des fonctions logiques.....	
3.	Représentations graphiques des fonctions logiques	
4.	Les fonctions logiques de base.....	
5.	Les lois de l'algèbre de Boole.....	
6.	Simplification des fonctions logiques.....	
Chapitre 3 : Systèmes automatisés et automates programmables industriels		
1.	Généralités sur les systèmes automatisés	
2.	Les entrées.....	
3.	Les sorties.....	
4.	Câblage d'un API.....	
5.	Conseils pour le choix des composants et la sécurité.....	
6.	Communication avec l'utilisateur	
7.	Programmation de l'API.....	
8.	Maintenance et dépannage.....	
9.	Applications des systèmes automatisés et API.....	
10.	Évolutions et tendances de l'automatisation industrielle	
Chapitre 4 : Systèmes automatisés et automates programmables industriels.....		
1.	Les bases de la logique séquentielle	
2.	Les bascules RS (ou SR).....	
3.	Les temporisateurs et monostables.....	
4.	Les compteurs	
5.	Les registres à décalage.....	
6.	Les mémoires	

7.	Les machines à états finis (FSM)
Chapitre 5 : Les capteurs et transmetteurs	
1.	Introduction aux capteurs et transmetteurs
2.	Le transmetteur intelligent
3.	La communication
4.	Directive ATEX 1999/92/CE - Zones explosives
5.	Étalonnage et maintenance des capteurs et transmetteurs
6.	Exemples de capteurs et transmetteurs
7.	Communication et protocoles
Chapitre 6 : La température et les thermomètres	
1.	Généralités sur la température
2.	Les thermomètres à dilatation
3.	Autres types de thermomètres
4.	Utilisation des thermomètres et capteurs de température
5.	Précautions lors de l'utilisation de thermomètres et de capteurs de température
6.	Types de thermomètres et capteurs de temp. non mentionnés précédemment
7.	Conseils pour choisir le bon thermomètre ou capteur de température
Chapitre 7 : Les vannes de régulation	
1.	Généralités sur les vannes de régulation
2.	Forme du corps de vanne
3.	Types de clapets
4.	Conseils pour choisir une vanne de régulation
5.	Maintenance des vannes de régulation
6.	Diagnostic des problèmes courants des vannes de régulation
7.	Modernisation et amélioration des vannes de régulation

Chapitre 1 : Les hacheurs

1. Comprendre le hacheur :

Définition du hacheur :

Un hacheur est un convertisseur qui transforme une tension continue fixe en une tension continue réglable.

Composants d'un hacheur :

Le hacheur se compose d'un interrupteur électronique unidirectionnel (transistor ou thyristor) et d'une diode de roue libre.

2. Fonctionnement d'un hacheur série :

Rapport cyclique :

Le rapport cyclique α est le rapport du temps de fermeture de l'interrupteur sur la période totale du hacheur, soit $\alpha = T_{on} / T$.

Valeur moyenne aux bornes de la charge :

La valeur moyenne de la tension, notée U_c , est le rapport de l'aire sous la courbe de $u_c(t)$ sur la période T . On a $U_c = AT / T$.

3. Chronogramme des courants et tensions :

Loi des nœuds :

En appliquant la loi des nœuds, on a $i_c(t) = i_H(t) + i_D(t)$.

Intervalle de temps $0 < t < \alpha T$:

L'interrupteur H est fermé et la tension $u_c(t) = V$. La diode D est bloquée, donc $i_D(t) = 0$ et $i_H(t) = i_c(t)$.

Intervalle de temps $\alpha T < t < T$:

L'interrupteur H est ouvert et la tension $u_c = 0$. La diode D est passante, donc $i_H(t) = 0$ et $i_D(t) = i_c(t)$.

4. Valeurs moyennes des courants :

Valeur moyenne du courant $i_c(t)$:

La valeur moyenne du courant $i_c(t)$ est égale à $I_c = (I_{max} + I_{min}) / 2$.

Valeurs moyennes de $i_D(t)$ et $i_H(t)$:

On a $\langle i_D(t) \rangle = (1-\alpha) \times I_c$ et $\langle i_H(t) \rangle = \alpha \times I_c$.