

IFT-17583

Structure interne des ordinateurs

Guide pédagogique

Pierre Marchand
Automne 1999

Table des matières

Avant-propos.....	iii
-------------------	-----

Partie 1. Présentation du cours

Titre.....	2
Sigle	2
Session	2
Nombre de crédits.....	2
But du cours	2
Situation dans les programmes	2
Clientèle	2
Description.....	2
Préalable.....	2
Objectifs généraux des unités	2
Matériel pédagogique.....	3
Bibliographie.....	3
Professeur pour la section à distance	3
Cheminement d'apprentissage	4
Activités d'évaluation	4
Accès Internet	6
Codes d'accès.....	8
Calendrier.....	10

Partie 2. Étude des unités

Introduction.....	12
Unité 1 : Historique et présentation générale.....	13
Unité 2 : Représentation interne des informations 1.....	14
Unité 3 : Représentation interne des informations 2.....	15
Unité 4 : Logique combinatoire	16
Unité 5 : Logique séquentielle + Architecture du Pentium.....	17
Unité 6 : Mémoires 1 : mémoire centrale + Outils de programmation et types de données	18
Unité 7 : Mémoires 2 : mémoire auxiliaire + Structures de contrôle	19
Unité 8 : Unité centrale de traitement + Modes d'adressage et Instructions de base	20
Unité 9 : Superordinateurs et microprocesseurs + Instructions arithmétiques	21
Unité 10 : Entrées-sorties + Conversions	22
Unité 11 : Téléinformatique + La pile	23
Unité 12 : Systèmes d'exploitation + Interruptions	24
Unité 13 : Architecture logicielle + Assembleur standard, directives d'assem- blage et macros	25
Conclusion	26

Avant-Propos

Bonjour et bienvenue au cours IFT-17583, Structure interne des ordinateurs, section à distance. Le présent guide a pour but de décrire la démarche pédagogique que nous adoptons dans ce cours et le cheminement d'apprentissage que nous vous recommandons pour atteindre les objectifs du cours.

Le cours Structure interne des ordinateurs vous demandera des efforts importants. En effet, la matière à couvrir est très vaste et plusieurs des concepts présentés ne vous sont sans doute pas familiers. Nous ne ménagerons aucun effort pour vous aider à réussir le cours, mais nous vous rappelons que vous êtes le premier responsable de votre apprentissage.

La charge de travail d'un cours de 4 crédits est habituellement de 12 heures par semaine pendant 13 semaines, ce qui représente 160 heures de travail. Pour un cours régulier, ceci inclut quatre heures de classe par semaine. Comme dans un cours à distance vous n'avez pas ces quatre heures de classe et que le cours ne dure que 13 semaines, vous aurez au moins quatre heures de lecture à effectuer chaque semaine. Les huit autres heures serviront à faire les exercices proposés et les devoirs obligatoires.

Nous vous souhaitons donc une bonne session et espérons que vous partagerez notre enthousiasme pour la structure interne des ordinateurs.

Partie I

Présentation du cours

Titre : Structure interne des ordinateurs

Sigle : IFT-17583

Session : Automne 1999

Nombre de crédits : 4

But du cours :

Le présent cours vise à initier l'étudiante ou l'étudiant à l'architecture des micro-ordinateurs modernes et de leurs périphériques.

Situation dans les programmes

Le cours de *Structure interne des ordinateurs* est obligatoire dans le programmes de baccalauréat en informatique et dans le programme de certificat en informatique. Il est habituellement suivi au premier trimestre du programme.

Clientèle

Ce cours s'adresse :

- aux étudiantes et aux étudiants du baccalauréat en informatique,
- aux étudiantes et aux étudiants du certificat en informatique..

Description

Représentation interne de l'information et des nombres en mémoire. Arithmétique dans différentes bases. Circuits logiques. Processeurs CISC et RISC, jeu d'instructions, phases d'exécution d'une instruction. Techniques d'accélération : mémoire cache, pipeline, coprocesseur mathématique, coprocesseur multimédia, architecture superscalaire et superpipeline. Interconnexion par bus et interfaces de communication. Périphériques et périphériques de stockage de masse. Mémoire virtuelle. Différentes couches logicielles dans l'exploitation d'un ordinateur, procédures d'amorçage. Introduction à l'architecture globale d'un système d'exploitation moderne. Notions sur l'assembleur : instructions, opérandes, modes d'adressage. Directives d'assemblage. Exercices simples en laboratoire.

Note : pour bénéficier pleinement de cet enseignement, vous devez avoir accès à :

 Un micro-ordinateur PC (Pentium 100 MHz ou plus avec 16 Mo de mémoire vive) avec Windows 95, Windows 98 ou Windows NT. L'ordinateur en question doit être muni d'un modem ;

Internet et au courrier électronique.

Préalable : Aucun

Objectifs

Pour bien comprendre le fonctionnement d'un ordinateur, on doit maîtriser un ensemble de concepts correspondant aux objectifs des 13 unités du cours. Voici le titre de chaque unité. Le contenu de chacune avec ses objectifs est présenté dans la deuxième partie de ce guide.

- Unité 1 : Historique et présentation générale
- Unité 2 : Représentation interne des informations 1
- Unité 3 : Représentation interne des informations 2
- Unité 4 : Logique combinatoire
- Unité 5 : Logique séquentielle + Architecture du Pentium
- Unité 6 : Mémoires 1 : mémoire centrale + Outils de programmation et types de données
- Unité 7 : Mémoires 2 : mémoire auxiliaire + Structures de contrôle
- Unité 8 : Unité centrale de traitement + Modes d'adressage et Instructions de base
- Unité 9 : Superordinateurs et microprocesseurs + Instructions arithmétiques
- Unité 10 : Entrées-sorties + Conversions
- Unité 11 : Téléinformatique + La pile
- Unité 12 : Systèmes d'exploitation + Interruptions
- Unité 13 : Architecture logicielle + Assembleur standard, directives d'assemblage et macros

Matériel pédagogique

- Le manuel obligatoire, *Architecture et technologie des ordinateurs 3^e Édition*, par P. Zanella et Y. Ligier, Dunod informatique, 1998, ISBN : 2-10-003801-X.
- Le présent guide pédagogique,
- Le supplément,
- Le guide *Accès Internet à l'Université Laval : Se brancher et comprendre*,
- Le fascicule *Installation de Windows 95 en mode PPP*.

Bibliographie

Autres ouvrages d'intérêt :

- Structure interne des ordinateurs*, par Bui Minh Duc, Éditions Zeus, 1998.
- Computer Organization & Design, 2nd Edition*, par David A. Patterson and John L. Hennessy, Morgan Kaufmann, 1997. ISBN : 1-55860-428-6.
- Architecture des ordinateurs*. Ioan Dancea et Pierre Marchand, Gaëtan Morin, 1992. ISBN : 2-89105-438-5.

Sur l'assembleur :

The 80x86 IBM PC and Compatible Computers (Volumes I & II). Assembly Language, Design, and Interfacing. 2nd Edition. M.A. Mazidi and J. G. Mazidi, Prentice-Hall 1998. ISBN: 0-13-758509-8.

Professeur pour la section à distance

Pierre Marchand

Bureau : 3958 du pavillon Adrien-Pouliot

Disponibilité au bureau : les lundis et mercredis de 14h à 17h.

Téléphone : Région de Québec : 656-2131 poste 7409

Interurbain: 1-888-757-8077*

Disponibilité au téléphone : les lundis de 14h à 17h. et 19h à 22h.

les mercredis de 14h à 17h et 19h à 22h

Courriel : marchand@ift.ulaval.ca

Page Web pour le cours : <http://wwwbacc.ift.ulaval.ca/~ift17583>

Cheminement d'apprentissage

Le présent guide pédagogique constitue un guide de travail hebdomadaire. Vous y trouverez, regroupées par unités, les activités que vous devez réaliser chaque semaine. Chaque module correspond à l'une des 13 semaines du trimestre. L'initiation à l'assembleur fait partie des objectifs du cours. Nous avons choisi de présenter cette matière en parallèle avec la matière portant sur la structure interne, car elle permet d'illustrer de façon concrète les concepts qui y sont présentés. Cette étude commencera avec l'unité 5. Vous devriez à partir de cette unité y consacrer une des quatre heures d'études par semaine.

Bien que vous deviez déterminer vous-même la façon de procéder qui vous convient le mieux, nous vous suggérons le cheminement d'apprentissage suivant :

Chaque semaine:

- Lire la section du présent guide concernant l'unité de la semaine ;
- Lire les sections du manuel obligatoire qu'il indique ;
- Effectuer les exercices suggérés.

Plusieurs fois par semaine, consultez la page Web du cours à l'adresse :

<http://wwwbacc.ift.ulaval.ca/~ift17583>.

* Il s'agit d'un téléavertisseur. Vous laissez votre numéro (vous devez avoir un téléphone à boutons) et on vous rappelle dès que possible. Si vous n'avez pas de réponse dans un délai de trois heures, appelez de nouveau. Le système n'est pas infallible!

Ce site contient :

- Des précisions sur la matière des différentes unités ;
- Une foire aux questions où nous répondons aux questions d'intérêt général posées par les étudiants ;
- Au besoin, des précisions et des clarifications sur les énoncés des travaux pratiques ;
- Les solutionnaires des travaux pratiques et des examens ;
- Les résultats des examens ;
- La procédure à suivre en cas de situations exceptionnelles (telles une grève des postes, une tempête de neige, etc.) qui nuiraient aux activités du cours ;

Activités d'évaluation

Dans ce cours, l'évaluation de l'apprentissage se fait au moyen de deux examens sous surveillance et de trois travaux pratiques (ces derniers sont décrits dans un cahier séparé, le *Guide des travaux pratiques*).

- Deux examens sous surveillance et quatre travaux pratiques individuels. Les examens comptent pour 70% de la note finale, et les travaux pratiques pour 7,5 % chacun.
- La répartition des côtes en fonction de la note finale obtenue est la suivante :

A+ [95-100]	A [90-95[	A- [85-90[	Réussite
B+ [80-85[	B [76-80[	B- [72-76[	Réussite
C+ [67-72[	C [63-67[	C- [59-63[	Réussite
D+ [54-59[	D [50-54[		Réussite
E [0-50[			Échec
W			Échec pour abandon

Examens

- 30% Examen 1 - le jeudi 4 novembre 1999, de 19h30 à 22h20, portant sur les unités 1 à 7 inclusivement.
- 40% Examen 2 - le jeudi 9 décembre 1999, de 19h30 à 22h30, portant sur toutes les unités (1 à 13), mais principalement sur les unités 8 à 13.

Il est important de noter que vous devrez passer votre examen en salle, sous surveillance, dans une ville désignée. Québec et Montréal font partie de ces villes, mais d'autres se rajouteront en cours de session lorsque nous connaîtrons la provenance exacte de notre clientèle. Nous mettrons sur le site Web du cours la liste complète de ces villes aussitôt qu'elle sera connue. Prévoyez donc un déplacement d'au plus 150 km (pour l'aller seulement) pour vous rendre à l'une ou l'autre de ces villes, et ce, deux fois durant le trimestre.

Pour les personnes dont le lieu de résidence sera plus loin que 150 km de toutes les villes désignées, vous devrez vous identifier le plus tôt possible (durant la semaine suivant la publication de la liste des villes désignées) auprès du Bureau de l'Enseignement à Distance. Dans ce cas, vous aurez à trouver un répondant qui vous fera passer les examens dans les mêmes conditions que celles prévalant dans les salles de classe. C'est-à-dire que vos examens devront être passés exactement dans les mêmes plages horaires que ceux passés en classe, et qu'ils devront être sous surveillance d'un répondant qui agira à titre de surveillant et à qui nous aurons préalablement envoyé le questionnaire d'examen. Il sera chargé d'appliquer la même procédure que celle suivie en classe, et devra nous retourner les cahiers-réponse le plus rapidement possible.

Ce répondant doit toutefois être soumis à une procédure d'accréditation, c'est-à-dire que le Bureau de l'Enseignement à Distance et le professeur responsable du cours doivent approuver votre choix. Les critères d'accréditation vous seront transmis sur demande. Si tel est votre cas, nous vous conseillons de procéder à la recherche d'un répondant le plus tôt possible afin de vous éviter de mauvaises surprises. Vous devez donc contacter le Bureau de l'Enseignement à Distance, au (418) 656-3202 ou au 1-800-561-0478 (poste 3202), à ce sujet, le plus rapidement possible dès que vous savez que vous aurez besoin d'un répondant. Il serait malheureux que vous ayez cherché et trouvé une personne qui s'avérerait par la suite ne pas répondre aux critères d'accréditation.

Accès Internet

Si vous avez déjà accès à l'Internet par l'entremise d'un fournisseur commercial d'accès, ce qui suit ne vous concerne pas. Vous avez déjà les outils nécessaires pour envoyer et recevoir du courrier électronique et consulter notre site Web.

Si vous n'avez pas accès à l'Internet, vous pouvez :

1. accéder à Internet depuis une bibliothèque municipale.

En effet, la plupart des bibliothèques municipales offrent l'accès gratuit à l'Internet. Vous pourrez donc y consulter notre site Web. Toutefois, il n'est pas garanti que l'on vous permette d'envoyer et surtout de recevoir du courrier électronique (utile pour poser des questions au professeur et recevoir une réponse). À vous de le vérifier.

2. accéder à Internet depuis un café Internet :

Pour un coût minime, vous pourrez accéder à notre site Web et envoyer et recevoir du courrier électronique. Cette solution vous évite d'avoir à comprendre tout ce qu'il faut savoir pour se connecter à un serveur d'accès Internet : logiciels requis, configuration de ces logiciels, protocoles de communication, etc.

3. vous abonner à un service commercial d'accès Internet :

Si vous désirez vous connecter à Internet à partir de chez vous, cette solution est la moins problématique car vous obtiendrez tout le support technique et logistique pour adapter votre poste de travail à cette nouvelle fonctionnalité. Votre fournisseur vous guidera dans le choix des équipements matériels et logiciels nécessaire. Toutefois, cette solution implique un certain coût.

- accéder à Internet depuis l'un de nos laboratoires sur le campus de l'Université Laval :

Les micro-ordinateurs des laboratoires du Département d'informatique sont équipés des outils nécessaires pour envoyer et recevoir du courrier électronique ainsi que des navigateurs Internet. Pour utiliser l'un de ces micro-ordinateurs, vous devez entrer un numéro d'utilisateur et un mot de passe qui vous seront assignés automatiquement au laboratoire. SVP apportez votre carte d'étudiant et votre NIP lorsque vous vous présenterez à l'un de nos laboratoires et suivez les consignes de branchement qui sont affichées sur les babillards. Cette solution est simple et sans coût, mais implique un déplacement. Nos laboratoires sont ouverts le jour, le soir et les fins de semaine. Vous pourrez consulter l'horaire d'ouverture de nos laboratoires sur le site Web du département (<http://wwwbacc.ift.ulaval.ca>).

- accéder à Internet depuis votre propre ordinateur :

Tel que mentionné plus haut, le Département d'informatique assigne un compte Internet à tous les étudiants inscrits à un cours d'informatique. Ce compte vous permet non seulement d'accéder à Internet pour consulter les sites Web, mais aussi d'envoyer et de recevoir du courrier électronique. Il s'agit pour vous de vous relier à l'un de nos serveurs à partir de votre poste de travail personnel (à la maison, au bureau ou chez un ami)¹. Une fois cette connexion établie, vous aurez accès à toutes les ressources d'Internet. Le guide joint, intitulé *Accès Internet à L'Université Laval : Se brancher et comprendre*, vous permettra d'évaluer vos besoins matériels et logiciels pour réaliser cette connexion.

En résumé, vous rejoignez nos serveurs par ligne téléphonique. Votre ordinateur devra donc être doté d'un modem et d'un logiciel de communication. Le logiciel de communication en question doit être de type PPP (Point-to-Point Protocol), pour vous permettre de voir les informations des sites Web en format graphique. Pour vous faciliter la tâche lors de la configuration de ce type de logiciel, nous avons joint un fascicule sur la connexion en mode PPP pour Windows 95.

De plus, votre ordinateur devra être doté d'un logiciel pour envoyer et recevoir du courrier électronique ainsi que d'un navigateur Internet tel que Netscape ou Internet-Explorer (ces deux logiciels disposent d'outils pour le courrier électronique ; vous pouvez également utiliser un logiciel spécialisé tel qu'Eudora). Tous ces logiciels sont offerts gratuitement aux étudiants de l'Université Laval. Vous n'avez qu'à vous présenter au Technosit de l'Université Laval pour les obtenir, ou, si vous avez déjà accès à Internet, vous pouvez les télécharger, i.e. aller les chercher sur le site Web du Technosit² à la rubrique Téléchargement. Il existe une trousse Internet pour les ordinateurs MacIntosh et PC-compatibles, disponible au Technosit et sur son site Web, qui est très simple à installer et à utiliser.

Finalement, veuillez lire la section suivante sur les codes d'accès. Cette section vous explique quelles sont les autorisations à obtenir pour vous relier par ligne téléphonique à l'un de nos serveurs et comment obtenir ces autorisations. Ces contrôles sont nécessaires afin de nous assurer que nous n'offrons des services d'accès Internet gratuits qu'à nos étudiants et que ceux-ci jouissent de communications protégées du regard autrui. Vous serez les seuls à connaître vos mots de passe, puisque nous vous les ferons choisir (pour la plupart) ; vous aurez donc la responsabilité de ne pas les oublier et de les garder secrets.

¹ Attention aux frais d'interurbain. Si un appel téléphonique à l'Université Laval entraîne des coûts d'appel interurbain, vous auriez avantage à envisager une autre des solutions proposées.

² L'adresse Internet du SIT est <http://www.sit.ulaval.ca>

Codes d'accès

Pour accéder au réseau informatique de l'Université Laval, vous aurez besoin d'un numéro d'utilisateur et d'un mot de passe. Ceci vous donnera accès à un serveur universitaire à partir duquel vous pourrez naviguer sur le Web. Pour l'envoi et surtout pour la réception de courrier électronique vous aurez besoin d'une boîte aux lettres destinée à recevoir votre courrier électronique. À cette fin, le Département d'informatique créera pour vous un compte Internet à partir duquel vous pourrez accéder à l'Internet et envoyer ou recevoir du courrier électronique. Ce compte sera créé sur l'un des serveurs départementaux. Pour y accéder, vous aurez besoin d'un autre numéro d'utilisateur et d'un autre mot de passe que ceux que vous utilisez pour accéder au serveur universitaire.

Pour l'accès au serveur universitaire, votre numéro d'usager sera votre code à barres. Ce dernier se trouve à l'endos de votre carte d'étudiant. Toutefois, vous devrez activer votre code à barres, i.e., vous créer un mot de passe associé. Pour ce, vous pouvez soit vous déplacer au Technosit et bénéficier de l'aide des préposés, soit vous connecter au serveur universitaire appelé AGORA (adresse : agora.ulaval.ca) pour demander que soit activé votre code à barres. Vous pouvez utiliser Telnet (un logiciel de la trousse Internet mentionnée plus haut) pour vous relier. Aux questions *login* : (ou *username* :) et *password* : , répondez public. On vous proposera ensuite un menu à partir duquel vous n'aurez qu'à choisir ce qui vous convient. Pour l'activation de votre code à barres, on vous demandera d'entrer un mot de passe de votre cru. Choisissez un mot de passe que vous n'oublierez pas et inscrivez-le en lieu sûr. Évitez de choisir un mot de passe qui soit trop facile à deviner pour quelqu'un qui vous connaît.

Votre code à barres sera activé dans les deux prochains jours ouvrables. Après ce délai, vous pourrez accéder au réseau informatique de l'Université Laval aux numéros de téléphone mentionnés dans le guide ci-joint.

Une fois cette connexion établie, vous devrez recommencer la procédure sur l'un de nos serveurs départementaux appelé BRITTEN (adresse : britten.ift.ulaval.ca). Encore une fois, vous devrez utiliser Telnet pour vous y relier. À la première question *login* :, répondez *distrib*. Répondez ensuite aux questions. Encore une fois, on vous demandera de choisir un mot de passe. Votre compte Internet sur ce serveur sera créé dans les deux prochains jours ouvrables. Après ce délai, vous pourrez configurer correctement votre logiciel de courrier électronique et votre navigateur Internet. Toutefois, nous vous demandons d'attendre après la troisième semaine de cours avant de vous relier à BRITTEN, afin que nous ayons pu obtenir les listes d'inscription de la part du registraire et vérifier que vous êtes bien inscrite avant de créer votre compte Internet.

Pour l'activation de votre code à barres et la création de votre compte Internet sur le serveur départemental, vous aurez à répondre à certaines questions dont les réponses se trouvent sur votre carte d'étudiant (e.g. numéro de dossier, nom et prénom, date de

naissance, etc). Vous aurez aussi besoin de votre NIP, utile pour gérer votre dossier étudiant durant toute la durée de vos études à l'Université Laval. Pour obtenir ce NIP, vous pouvez vous déplacer au secrétariat du département qui gère le programme dans lequel vous êtes inscrit. Par exemple, les étudiants inscrits au certificat en informatique doivent se déplacer au secrétariat du Département d'informatique durant les heures d'ouverture, tandis que les étudiants inscrits aux études libres doivent contacter le bureau des études libres, etc.

Si vous êtes dans l'impossibilité de vous déplacer à l'Université dans les heures d'ouverture du département concerné, soit à cause d'un conflit d'horaire, soit à cause de la distance, vous pouvez contacter le secrétariat du département en question par téléphone. Dans ce cas, ayez votre carte d'étudiant à portée de la main, car des vérifications seront nécessaires à l'émission de votre NIP.

Voici les numéros de téléphone à utiliser. Pour les étudiants inscrits :

- au certificat ou au baccalauréat en informatique, contactez Madame Lynda Goulet au 656-2131, poste 3748 ;
- aux études libres, contactez le Bureau de l'enseignement à distance, au 656-3202, ou sans frais au 1-80-561-0478, poste 3202 ;
- à tout autre programme, contactez votre direction de programme.

Calendrier 1999

Semaine	Date	Travail
1	30 août	Unité 1
2	6 sept	Unité 2
3	13 sept	Unité 3
4	20 sept	Unité 4
5	27 sept	Unité 5
	1 ^e oct	Remise du travail # 1
6	4 oct	Unité 6
7	11 oct	Unité 7
8	18 oct	Unité 8
	22 oct	Remise du travail #2
	25 oct	Semaine de lecture
9	1 ^e nov	Unité 9
	4 nov	Examen 1
10	8 nov	Unité 10
11	15 nov	Unité 11
	19 nov	Remise du travail #3
12	22 nov	Unité 12
13	29 nov	Unité 13
	9 déc	Examen 2
	11 déc	Remise du travail # 4

Partie 2

Étude des unités

Introduction

Le micro-ordinateur moderne est sans doute l'un des appareils les plus complexes que vous aurez à utiliser de toute votre existence. En effet, un micro-ordinateur de table typique comprend des dizaines de millions de composantes électroniques et mécaniques.

Le praticien de l'informatique a besoin de savoir comment fonctionne cet appareil et ses différentes composantes pour de multiples raisons, telles que pouvoir :

- conseiller ses clients ou son employeur sur la meilleure configuration souhaitable pour une application donnée ;
- conseiller ses clients ou son employeur sur l'achat des périphériques les plus appropriés pour une application donnée ;
- mieux exploiter ses capacités ;
- mieux le programmer ;
- se tirer d'affaire plus facilement en cas de panne matérielle ou logicielle.

Le but de ce cours est donc de fournir à l'étudiant des notions de base relatives au matériel informatique et à la représentation interne de l'information. Il vise de plus à familiariser l'étudiant avec plusieurs concepts essentiels en informatique et avec la terminologie correspondante.

Unité 1. Historique et présentation générale

À la fin de cette unité,

- vous aurez pris connaissance de l'évolution phénoménale de l'ordinateur depuis ses débuts.
- vous connaîtrez l'origine des différents systèmes de numération utilisés de nos jours : binaire, décimal, sexagésimal;
- vous comprendrez pourquoi on utilise encore le binaire en informatique;
- vous connaîtrez les composantes essentielles de la *Machine de von Neumann*.

Vous aurez également une vue d'ensemble de l'organisation générale d'un ordinateur.

Pour y arriver, vous devez maîtriser les objectifs suivants :

- décrire les différents types de réseaux informatiques;
- définir ce que sont une unité centrale de traitement (CPU), une mémoire centrale, une unité de commande, une unité arithmétique et logique, des unités d'entrée-sortie, des unités périphériques;
- expliquer pourquoi on utilise un code de 7 à 8 bits pour représenter les caractères;
- expliquer ce qu'est une cellule de mémoire, un mot mémoire, une adresse, un registre;
- décrire les unités de capacité d'une mémoire : K, M, G, et T et les unités de mesure de temps très courts : ms, μ s, ns, ps.

Aperçu du contenu

Historique

- Développement historique et conceptuel.
- Histoire des systèmes de numération.
- Progrès au XIX^e siècle.
- XX^e siècle
- Naissance de l'ordinateur : 1945
- Naissance de l'industrie informatique

Présentation générale

- Ordinateur et informatique.
- Principaux éléments d'un ordinateur.
- Valeurs et acteurs de référence.
- Utilisation des ordinateurs.
- Développement de logiciel.
- Principes de fonctionnement.

Étude

Lire les chapitres 1 et 2 et les pages 469 à 473 du volume de Zanella. Vous trouverez aussi une historique illustrée de l'ordinateur sur le site web du cours.

Unité 2. Représentation interne des informations (1)

À la fin de cette unité,

- vous saurez comment les caractères et les nombres entiers positifs et négatifs sont représentés dans la mémoire d'un ordinateur.
- vous saurez comment on effectue les opérations arithmétiques addition et soustraction avec des entiers binaires.

Pour y arriver, vous devrez maîtriser les objectifs suivants :

- effectuer ces opérations arithmétiques sur des entiers dans n'importe quelle base, en particulier en binaire et en hexadécimal;

Aperçu du contenu

- Données non numériques
 - ASCII
 - BCD
 - Unicode, ISO/IEC 10646
- Données numériques
 - Entiers positifs ou nuls
 - Codages binaire, hexadécimal, octal
 - Arithmétique binaire et hexadécimale
 - Addition
 - Changement de base
 - Entiers négatifs
 - Soustraction

Vous serez ainsi en mesure de comprendre pourquoi même un langage moderne de programmation de haut niveau tel que Pascal ou C donnera parfois la réponse -56 lorsqu'on additionne $100 + 100$. Vous comprendrez le pourquoi de telles situations, vous saurez comment les détecter et comment les éviter.

Étude

Lisez les sections 3.1, 3.2, 3.3.1 et 3.3.2 du livre de Zanella et Ligier. Lisez les sections 3.2 et 3.3 du supplément jusqu'à la multiplication binaire. Faites les exercices 1 à 4 de la p. 46 du livre et les exercices 3.1 à 3.8 du supplément.

Unité 3 : Représentation interne des informations (2)

À la fin de cette unité,

- vous saurez comment effectuer la multiplication et la division binaire
- vous saurez comment passer d'une base à l'autre
- vous saurez comment sont représentés dans l'ordinateur les nombres fractionnaires et les nombres exprimés en virgule flottante.
- vous saurez comment l'ordinateur effectue des calculs sur des nombres utilisant ces représentations.

Pour y arriver, vous devez maîtriser les objectifs suivants :

- effectuer la multiplication et la division sur des entiers dans n'importe quelle base, en particulier en binaire et en hexadécimal;
- passer d'une base à une autre par différentes méthodes : évaluation à la main, à l'aide de tables, ou à l'aide d'une calculatrice;
- passer d'une chaîne de caractères entrée au clavier pour représenter un nombre entier, et la convertir dans le format binaire que comprend l'ordinateur, en passant par la représentation intermédiaire BCD.
- convertir la partie fractionnaire d'un nombre décimal dans sa représentation binaire et vice-versa;
- convertir un nombre réel dans sa représentation en virgule flottante;
- effectuer les quatre opérations arithmétiques sur des nombres en virgule flottante

Aperçu du contenu

- Multiplication binaire
- Division binaire
- Nombres fractionnaires
- La virgule flottante
- Arithmétique en virgule flottante

Étude

Lisez la section 3.3.3 du livre de Zanella et Ligier et la section 3.3.3 du supplément. Faites les exercices 5 à 8 aux pages 46 et 47 du livre. Faites les exercices 3.9 à 3.16 du supplément.

Unité 4 : Logique combinatoire

À la fin de cette unité, vous comprendrez le fonctionnement des principaux éléments d'un ordinateur : décaleur, additionneur, unité logique et arithmétique. Pour y arriver, vous devrez avoir atteint les objectifs suivants :

- décrire le fonctionnement et les propriétés des portes logiques, de circuits combinatoires simples tels que le décodeur, le multiplexeur et le démultiplexeur;
- utiliser les théorèmes et les identités de l'algèbre de Boole pour synthétiser un circuit à partir de sa table de vérité et simplifier le résultat obtenu.

Aperçu du contenu

- Notion de circuit logique
- Circuits combinatoires
 - Algèbre de Boole
 - Fonctions d'une variable
 - Fonctions de deux variables
 - Synthèse d'un circuit combinatoire
 - Analyse d'un circuit combinatoire
 - Multiplexeurs et démultiplexeurs
 - Décodeurs, codeurs, transcodeurs

Étude

Lisez les sections 5.1 et 5.2 du livre de Zanella et Ligier et faites les exercices 1 à 5 à la fin du chapitre (pages 105 à 107). Lisez les sections 5.1 et 5.2 du supplément.

Unité 5. Logique séquentielle

À la fin de cette unité, vous comprendrez le fonctionnement des circuits séquentiels (à mémoire) utilisés dans les ordinateurs.

Pour y arriver, vous devrez avoir atteint les objectifs suivants :

- décrire le fonctionnement d'un automate fini;
- distinguer un circuit asynchrone d'un circuit synchrone;
- synthétiser un circuit séquentiel synchrone simple;
- analyser un circuit séquentiel synchrone simple.

Assembleur : À partir de cette unité, nous abordons en parallèle l'étude de l'assembleur du Pentium. À la fin de cette unité vous connaîtrez l'architecture du Pentium du point de vue du programmeur. Pour y arriver, vous devrez avoir atteint les objectifs suivants :

- énumérer les registres du Pentium accessibles au programmeur.
- énumérer les indicateurs usuels et décrire leur rôle.

Aperçu du contenu

- Logique séquentielle
 - Bistable RS ou SR
 - Bascule RS synchronisée
 - Bascule D
 - Bascule T
 - Compteur asynchrone
 - Usage d'une bascule comme mémoire

Étude

Lisez la fin du chapitre 5 du livre de Zanella et Ligier ainsi que la fin du chapitre 5 du supplément. Faites les exercices 6 à 8 à la fin du chapitre.

Assembleur : Lisez les sections 1, *Introduction* et 2, *Architecture du Pentium* dans la partie *Initiation à l'assembleur* du supplément.

Unité 6. Mémoires : mémoire centrale

À la fin de cette unité, vous comprendrez comment fonctionne la mémoire centrale d'un ordinateur et les différentes stratégies utilisées pour améliorer sa performance.

Pour y arriver, vous devrez atteindre les objectifs suivants :

- différencier une mémoire dynamique (DRAM) d'une mémoire statique (SRAM);
- différencier une mémoire vive (RAM) d'une mémoire morte (ROM);
- décrire le fonctionnement des trois types de mémoire cache (antémémoire) : à correspondance directe, associative, associative par ensemble de blocs;
- évaluer quantitativement l'organisation des mémoires.

Assembleur : Vous vous familiariserez avec un environnement de programmation C++ capable de faire de l'assembleur. Vous saurez quels types de données sont supportées par le Pentium et comment les données d'un registre sont enregistrées en mémoire. Pour y arriver, vous devez atteindre les objectifs suivants :

- décrire les types de données d'entiers, de virgule flottante et de programmation MMX.
- décrire les approches little et big endian pour le rangement des données en mémoire.

Aperçu du contenu

- Mémoires à semi-conducteurs
- Structure physique de la mémoire centrale
- Mémoire cache

Étude

Lisez le chapitre 7.1 à 7.3 de Zanella et Ligier et les sections correspondantes du supplément. Effectuez les exercices 1 à 5 à la p. 171 du livre et les exercices 7.1 et 7.2 de la page 62 du supplément.

Assembleur : Lisez les sections 3, *Outils de programmation*, et 4, *Types de données* dans le supplément sur l'assembleur. Installez dans votre ordinateur Visual Studio C++ 6.0, que vous pouvez vous procurer en version éducative pour 64,95 \$. Faites les exercices aux pages 141 et 146 du supplément.

Unité 7 : Mémoires : mémoire auxiliaire

À la fin de cette unité, vous connaîtrez les principes de l'enregistrement de masse et les aspects leur gestion par le système d'exploitation de l'ordinateur.

Pour y arriver, vous devrez atteindre les objectifs suivants : Pour y arriver, vous devrez atteindre les objectifs suivants :

- décrire le principe de l'enregistrement magnétique;
- décrire quelques techniques d'enregistrement magnétique : RZ, NRZ, NRZI, PE;
- décrire quelques techniques de codage sur disque : FM, MFM, GCR, RLL;
- décrire le fonctionnement d'un disque magnétique dur ou souple;
- décrire le fonctionnement d'un disque optique numérique;
- évaluer quantitativement l'organisation des disques.

Assembleur : Vous apprendrez comment sont implantées les structures de contrôle des langages de haut niveau. Pour y arriver, vous aurez atteint les objectifs suivants :

- savoir implanter les structures if-then-else, for, while, switch.
- décrire comment les branchements s'effectuent en fonction de la valeur des indicateurs.

Aperçu du contenu

- Mémoire auxiliaires
- Enregistrement magnétique
- Disques magnétiques
- Cartouches et bandes magnétiques
- Disques optiques numériques

Étude

Lisez la fin du chapitre 7 du livre de Zanella et Ligier et les sections correspondantes du supplément. Faites les exercices 7.3 et 7.4 à la page 62 du supplément.

Assembleur : Lisez la section intitulée 5. *Structures de contrôle* dans le supplément sur l'assembleur. Faites les exercices de la page 152 du supplément.

Unité 8. Unité centrale de traitement

À la fin de cette unité, vous connaîtrez le fonctionnement de l'unité centrale de traitement d'un ordinateur.

Pour y arriver, vous devrez atteindre les objectifs suivants :

- décrire les différentes composantes d'une unité centrale de traitement et leur rôle : unité de commande, séquenceur, unité arithmétique et logique, compteur ordinal, registre d'instruction, horloge;
- décrire la structure d'une instruction de niveau machine;

Assembleur : À la fin de cette unité, vous saurez comment on réfère aux opérandes mémoire et connaîtrez quelques instructions de base du Pentium.

Aperçu du contenu

- Architecture
- Unité de commande
- Synchronisation des opérations
- Séquenceur
- Niveaux de programmation
- Structure des instructions niveau machine
- Jeu d'instructions
- Registres du CPU
- Adressage des opérandes
- Taille de l'adresse et taille de la mémoire
- Unité arithmétique et logique (UAL)

Étude

Lisez le chapitre 8 du livre de Zanella et Ligier. Effectuez les exercices 1 à 7 à la fin du chapitre et l'exercice 8.1 à la page 66 du supplément.

Assembleur : Lisez les sections 6, *Modes d'adressage* et 7, *Instructions de base* dans le supplément sur l'assembleur. Faites les exercices à page 161 du supplément.

Unité 9. Superordinateurs et microprocesseurs

À la fin de cette unité, vous aurez un aperçu des nouvelles technologies utilisées pour améliorer la performance des ordinateurs, du microprocesseur au superordinateur. Vous saurez ce qu'est un processeur RISC et comment le pipeline et la mémoire cache sont utilisés pour en augmenter la performance.

Pour y parvenir, vous devrez maîtriser les objectifs suivants :

- décrire les principes de l'architecture RISC ;
- décrire le fonctionnement d'un pipeline ;

Assembleur : À la fin de cette unité, vous saurez comment sont implantées les quatre opérations arithmétiques : addition, soustraction, multiplication et division. Vous saurez comment effectuer ces opérations sur les opérandes dont la taille dépasse celle des registres du processeur. Pour y parvenir, vous devrez maîtriser les objectifs suivants :

- décrire les instructions add, sub, mul, div ainsi que sal, sar, shl et shr.
- expliquer le fonctionnement des programmes de précision multiple.

Aperçu du contenu

- Accroissement de la puissance des ordinateurs
- Technologie et performance
- Évaluation de la performance
- Superordinateurs
- Machines parallèles
- Microprocesseurs
- RISC, CISC et architectures super scalaires
- Micro-Ordinateurs et stations de travail
- Nouvelles architectures

Étude

Lisez la suite du chapitre 9 du livre de Zanella et Ligier et le chapitre 9 du supplément.

Assembleur : Lisez la section 8, *Instructions arithmétiques* du supplément sur l'assembleur. Faites les exercices à la page 172 du supplément.

Unité 10. Entrées-sorties

À la fin de cette unité, vous aurez une vue d'ensemble de différents périphériques d'entrée-sortie et des différentes procédures par lesquelles l'ordinateur les gère.

Pour y arriver, vous devrez atteindre les objectifs suivants :

- décrire les principaux types de terminaux et d'écrans;
- évaluer numériquement l'encombrement mémoire requis par une image couleur ainsi que le débit nécessaire pour l'afficher dans un temps donné;
- décrire les principaux types d'imprimante;
- décrire le fonctionnement d'une entrée-sortie par DMA;
- décrire le fonctionnement d'un système d'interruptions hiérarchisées.

Assembleur : À la fin de cette unité, vous saurez comment on peut programmer en assembleur les conversions usuelles binaire décimal et décimal binaire.

Pour y parvenir, vous devrez atteindre les objectifs suivants :

- décrire les principaux algorithmes de conversion entre le décimal et le binaire.

Aperçu du contenu

Évolution.

Terminaux interactifs.

Imprimantes.

Digitaliseurs.

Architectures et procédures d'entrée-sortie.

Système d'interruption.

Étude

Lire le chapitre 10 du livre de Zanella et Ligier ainsi que le chapitre 10 du supplément. Effectuer les exercices à la fin du chapitre 10 du livre et les problèmes à la fin du chapitre 10 du supplément.

Assembleur : Lisez la section 9, *Conversions* dans le supplément sur l'assembleur. Faites les exercices à la page 178 du supplément.

Unité 11. Téléinformatique / Réseaux

À la fin de cette unité, vous aurez une vue d'ensemble du matériel informatique qui supporte les réseaux informatiques

Pour y arriver, vous devrez atteindre les objectifs suivants :

- comprendre le fonctionnement de la transmission série synchrone et asynchrone;
- pouvoir décrire le fonctionnement d'un modem;
- évaluer le débit maximum d'une voie de transmission.
- décrire les principaux types et les différentes topologies de réseau.

Assembleur : À la fin de cette unité vous saurez comment la pile est utilisée pour passer les paramètres aux sous-programmes, effectuer l'allocation dynamique des variables locales de ces sous-programmes et implanter la récursivité. Pour y arriver, vous devrez atteindre les objectifs suivants :

- Comprendre le fonctionnement des instructions push et pop.
- Décrire les différents modes de passage des paramètres
- Décrire un bloc de pile
- Décrire le fonctionnement d'un programme récursif.

Aperçu du contenu

- Évolution. Introduction aux réseaux.
- Voies de transmission.
- Transmission analogique et modulation.
- Transmission digitale et modulation.
- Multiplexage.
- Réseaux d'ordinateurs.

Étude

Lire les sections 11.1 à 11.4 du livre. Lire le chapitre 11 du supplément. Effectuer les exercices 1 à 6 à la fin du chapitre 11 du livre et les exercices 11.1 et 11.2 de la page 79 du supplément

Assembleur : Lisez la section 10, *La Pile* dans le supplément sur l'assembleur. Faites l'exercice à la 187 du supplément.

Unité 12. Systèmes d'exploitation

À la fin de cette unité, vous aurez acquis une connaissance de deux fonctionnalités importantes d'un système d'exploitation étroitement liées au matériel : la gestion de mémoire centrale et la gestion de fichiers.

Pour y arriver, vous devrez atteindre les objectifs suivants :

- décrire les principales fonctionnalités d'un système d'exploitation moderne.
- décrire le fonctionnement d'un système de mémoire virtuelle.
- décrire un système de gestion de fichiers tel que celui de MS-DOS et celui de Unix.

Assembleur : À la fin de cette unité, vous saurez comment fonctionne une interruption logicielle et une interruption matérielle. Pour y arriver, vous devrez maîtriser les objectifs suivants :

- décrire le fonctionnement de l'instruction INT.
- décrire ce qu'est un vecteur d'interruption.
- décrire le fonctionnement d'un contrôleur d'interruptions programmable (PIC).

Aperçu du contenu

- Introduction au logiciel d'exploitation
- Évolution des systèmes d'exploitation
- Caractéristiques des systèmes d'exploitation
- Noyau
- Gestion de la mémoire centrale.
 - Partitions de taille fixe.
 - Partitions de taille variable.
 - Translation dynamique et protection.
 - Segmentation.
 - Notion de mémoire virtuelle.
 - Pagination.
- Organisation des entrées-sorties
- Gestion de fichiers.
- Allocation des ressources
- Interface utilisateur
- Systèmes actuels

Étude

Lire le chapitre 12 du livre de Zanella et Ligier. Lire le chapitre 12 du supplément. Effectuer les exercices à la fin du chapitre 12 du livre et les exercices 12.1 à 12.6 de la page 92 du supplément.

Assembleur : Lisez la section 11, *Interruptions* dans le supplément sur l'assembleur.

Unité 13. Architecture logicielle

À la fin de cette unité, vous aurez une vue d'ensemble des couches de logiciel à l'intérieur d'un ordinateur, du langage machine aux langages évolués, ainsi que des différentes phases de construction de ces couches.

Pour y arriver, vous devrez maîtriser les objectifs suivants :

- Décrire la différence entre interprétation et compilation.
- Décrire le rôle d'un assembleur, d'un compilateur, d'un éditeur de liens, d'un chargeur, d'un débogueur.
- Décrire les principaux concepts reliés aux langages évolués.
- Décrire les principaux langages évolués.
- Décrire sommairement le processus de compilation.

Assembleur : À la fin de cette unité, vous vous serez familiarisé avec une approche plus conventionnelle de l'assembleur. Vous aurez abordé l'assembleur standard, avec ses directives, l'assemblage conditionnel et les macros. Pour parvenir, vous devrez maîtriser les objectifs suivants :

- décrire les principales directives de l'assembleur MASM.
- décrire ce qu'est une macro, ses avantages et ses inconvénients.

Aperçu du contenu

Langage machine
Traduction et interprétation
Langage d'assemblage
Fonctionnement de l'assembleur
Développement d'un programme
Langages évolués
Compilation

Étude

Lire le chapitre 13 et les sections 14.2.1 à 14.2.3, 14.2.6, et 14.3 du livre de Zanella et Ligier. Effectuez les exercices 3 à 7 à la fin du chapitre 13 et les exercices 1, 4, et 5 à 8 à la fin du chapitre 14.

Assembleur : Lisez la section 12, *Assembleur standard, directives d'assemblage et macros* dans le supplément sur l'assembleur.

Conclusion

L'évolution du matériel informatique continuera sans doute à une vitesse accélérée dans les années à venir. On entend parler de mémoire optique holographique et de processeurs optiques, qui pourraient révolutionner la façon même de concevoir l'informatique. Cette révolution devra sans doute attendre une bonne dizaine d'années, mais quand elle se produira, ce sera sans doute tout d'un coup, à l'intérieur de cinq ans, comme ce fut le cas pour l'apparition du micro-ordinateur, des processeurs RISC ou d'Internet.

Quelle que soit la direction que prendra l'évolution future de la technologie, vous devrez être prêt à prendre les virages technologique qui se produiront tout au long de votre carrière. Il vous faut donc constamment vous tenir à jour et être à l'affût des nouvelles découvertes ou inventions au moyen de lectures ou d'études.