

Bruno
Bonnell

Viva la robolution

Une nouvelle étape pour l'humanité

JCLattès

Viva la robolution

Après l'outil qui prolongea sa main, puis la machine qui décupla ses forces, l'homme projette désormais son intelligence dans les objets.

Viva la robolution explique pourquoi et comment les robots vont radicalement transformer notre vie quotidienne dans les vingt prochaines années.

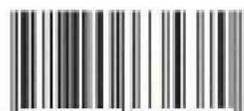
L'auteur ouvre les portes des laboratoires internationaux à l'origine de ces machines intelligentes qui peupleront nos foyers, nos écoles, ou nos rues. À travers ses expériences personnelles et ses rencontres, il invite à prendre conscience de cette nouvelle étape pour l'humanité.

Ponctué d'illustrations et de nombreux exemples, ce manifeste de la révolution robotique est une clé indispensable pour comprendre la robolution en marche.



Bruno Bonnell est un entrepreneur, spécialiste du monde numérique et de la robotique. Il a créé en 1983 la première société européenne de jeux vidéo, Infogrames/Atari, et en 1995 la première société fournisseur d'Internet en France, Infonie. Depuis 2006, il est à la tête du leader de la robotique de service en France, Robopolis. Pédagogue enthousiaste, il est régulièrement sollicité pour expliquer les évolutions technologiques. Il aime partager sa vision de la société future et souhaite la rendre accessible à tous.

Au fil des pages de ce livre, des icônes, lisibles avec un téléphone portable, donnent un accès direct à des photos ou vidéos permettant de voir les robots en action.



9 782709 635370

CONNELL-B
LATTRE
VIVA LA ROBOLUTION
5/10
4.06.10 160 DIV.
LIV 3
REC 766.37
39,70
TVA 2,4 REC
03970
9 782709 635370

Table

PRÉFACE.....	9
INTRODUCTION.....	17
I. VOUS AVEZ DIT ROBOTS ?	
1. QUESTIONS POUR UN ROBOT.....	27
— Peut-on définir un robot par sa fonction....	28
— Faut-il plutôt définir un robot par son rapport à l'homme ?.....	30
— Faut-il se contenter de parler technologie ?...	31
— Un robot est-il bête ou intelligent ?.....	32
— Génial mon robot ?.....	35
— Artifice d'intelligence ?.....	37
— Les réseaux neuronaux, Graal de l'intelligence des robots ?.....	40
— <i>Robo sana in corpore sano</i> , un robot sain dans un corps sain ?.....	42
— Compétition de robots ?.....	44
— Combien de temps vit un robot ?.....	45
— Le robot est-il écolo ?.....	47

— Le robot a-t-il peur du noir ?.....	49
— Des robots qui rêvent et qui pleurent ?.....	50
2. S'IL TE PLAÎT, DESIGN-MOI	
UN ROBOT.....	53
— Tu seras un homme, mon robot.....	54
— La fonction crée-t-elle l'organe ?.....	64
— Copier n'est pas jouer.....	67
— Humanos contre robots.....	68
— Humanoïde, trop humanoïde.....	71
3. UNE BRÈVE HISTOIRE DU ROBOT.....	
— De la machine à tisser à l'ordinateur.....	78
— Frankenstein.....	79
— L'algèbre de Boole.....	81
— Naissance officielle du robot dans <i>R.U.R.</i> ...	83
— La Maria de <i>Métropolis</i>	85
— La machine de Turing.....	86
— Asimov et le mythe du bon robot.....	87
— Ordinateur et cybernétique.....	89
— Les robots débonnaires du cinéma.....	90
— Astro Boy.....	91
— Naissance de l'intelligence artificielle.....	92
— Unimate, le tout premier robot.....	93
— Shakey, le premier androïde.....	94
— Moutons électriques et microprocesseurs....	95
— Star Wars et R2-D2.....	97
— Terminator, le robot implacable.....	98
— Des robots pour faire le sale boulot.....	99
— Roomba et Robosapient.....	101

II. ROBOTS AU COIN DU SIÈCLE

1. ESPÈCES EN VOIE D'APPARITION,	
LES ROBAUX.....	105
— Les jouets de Troie sont à nos portes.....	107
— L'aventure du petit dinobot.....	110
— L'heure des émotions artificielles.....	114
— Le copain abandonné.....	115
— Les nouveaux meilleurs amis électroniques de l'homme.....	120
— Vers des animaux virtuels ?.....	123
— Et sous l'eau ?.....	124
— Robaux ou animaux à la maison ?.....	127
2. DOCTEUR RO ET MISTER BOT.....	
— Home sweet home.....	136
— Humain trop robot ou robot trop humain ?.....	138
— Des robots pour bientôt ?.....	150
— Exosquelettes.....	155
— Lève-toi et marche !.....	160
— Allô maman, robot !.....	161
— Robots infirmiers.....	164
— Robots doudous.....	165
— Cocorobot !.....	166
3. À QUOI ASPIRENT LES ROBOTS ?.....	
— IRobot, le modèle.....	170
— La guerre des robots.....	179
— Un brin de robot.....	181
— Saletés de robot.....	183
— Robot à tout faire.....	186

4. BIENVENUE À ROBOT CITY	189
— Éviter les villes infernales ?	191
— La robotique est-elle une piste à suivre ?	193
— Trafic de robots	194
— Conduire sans les mains	196
— Demandez le robot !	204
— Hello robot !	206
— Robot s'il vous plaît !	210
— Coucou le robot !	213
— Robot phone home	216
— Robot invisible	220
5. MICRO ET NANO-ROBOTS	231
— Robots libellules ou papillons	232
— Robots collectifs	234
— Robots polymorphes	236
— Nano robots	241

III. MANIFESTE POUR UNE ROBOLUTION

1. ROBOTS TRANSFORMERS	247
— Changements urbi et orbi	248
— Espace vert	251
— Entre le zéro et l'infini	253
— L'homme bi-centenaire	255
2. ROBOLAND	259
— Le robot en vaut-il la chandelle ?	259
— Robots voleurs d'emplois	260
— Le robot se lève à l'est	263
— À l'ouest, rien de nouveau ?	266
— Eurobotique	267

3. ET UN, ET DEUX, ET TROIS ROBOTS	271
— Robolution française	271
— La nécessité d'un plan robotique à l'école ...	279
— Les trois campagnes du plan robotique national	282
— Viva la robolution !	285
RÉFÉRENCES	287
REMERCIEMENTS	291



Bookstrapping

Ce livre est un livre augmenté. Il se prolonge sur Internet ou vous trouverez des photos, vidéos et détails sur les robots décrits dans l'ouvrage.

Les sites web sont signalés par des QRcodes comprenant une icône et une adresse Internet. Par exemple :

<http://viva.ht/1>



Pour accéder aux sites web mentionnés au fil des pages, vous pouvez :

— taper directement l'adresse Internet placée à côté de chaque code ;

— ou pointer les pictogrammes placés sous le texte avec la caméra de votre téléphone portable en téléchargeant une application d'un lecteur de QRcodes (disponible sur Internet sur la plupart des smart-phones).

Vous pouvez télécharger un lecteur gratuit de QRcodes pour iPhone, en tapant directement dans un navigateur web l'adresse <http://viva.ht>

Bookstrapping est une technologie OZWE (<http://www.ozwe.com>).

L'auteur vous invite à réagir à cette révolution à l'adresse suivante : viva@robopolis.com

Préface

Lyon, 1969.

J'ai dix ans. Dix ans dans mon corps, cent ans dans la tête et mille ans dans mon cœur. À dix ans, éternel, on vit l'instant au futur et l'on parle aux étoiles. Je ne déroge pas à cette règle du monde.

Ma famille fait partie de ce million de gens qu'une guerre fratricide a déracinés. Fraîchement rapatriés d'Algérie, mes parents fonctionnaires ont été affectés à Villeurbanne au cœur de l'Institut National des Sciences Appliquées, jeune école d'ingénieurs en construction sur un ancien terrain militaire bordé d'une digue contenant les colères du Rhône.

Cette friche se transformera au fil du temps en haut lieu des sciences et techniques. Des laboratoires flambant neufs y remplacent déjà les carcasses d'anciennes écuries de régiments de cavalerie, et des salles de cours les baraquements de soldats maintenant cantonnés dans d'autres lieux. Sur les cendres des rêves de gloire militaire se construit avec obstination l'avenir d'un monde moderne où la science œuvrera pour le bien des hommes. C'est la conviction

de l'époque, celle des trente glorieuses, celle des équipes qui avaient choisi ce lieu improbable pour bâtir un chantier universitaire que l'on n'appelle pas encore campus.

L'énergie de ces bâtisseurs a d'ailleurs été décuplée par les événements récents qui ont secoué notre pays. Il n'y a pas un an, on découvrait une plage sous les pavés de Paris et la France, fidèle à sa devise, avait soif de liberté et d'égalité. La chienlit d'un général dépassé était devenue un élan de fraternité. La paix et l'amour se portaient au cou, accrochés à des lanières de cuir ou sur des foulards aux couleurs saturées. Ce nouveau symbole né en Californie était devenu l'emblème de toute une génération dont la naïveté apparente cachait surtout une force inouïe de transformation. « Il est interdit d'interdire » était devenu une profession de foi qui ouvrait grand les portes des possibles et réinventait la France. Cette embellie de mai, ce temps des cerises, avait choisi l'imagination et la création pour laver l'ancien monde.

Mais j'ai dix ans. J'attends avec impatience ce premier pas sur la Lune promis à l'humanité par un yankee visionnaire. Je vis dans ce chantier qui est mon aire de jeu. Je déplace mes cabanes dans les herbes folles au gré des bulldozers. Je parcours en vélo bleu et rouge mon territoire où je me transforme tour à tour en Magellan le cartographe, Edison l'inventeur ou Tintin l'explorateur. J'y croise en les moquant des étudiants, déguisés en hippies provinciaux, qui portent cartables et cheveux longs. Je les suis parfois pour me glisser dans leurs foyers enfumés où les joutes oratoires décrivent avec exaltation les contours d'une

nouvelle ère. Loin d'en comprendre tous les mots, j'apprécie la musique de ces discours d'espoir et de renouveau.

Dans le chaudron de ces diatribes chaotiques, j'associe à loisir et avec plaisir les mots Science et Révolution. Ils deviennent pour moi indissociables, comme une poule et son œuf, l'un entraînant l'autre dans un cycle positif d'invention permanente. Bien plus tard, cette conviction m'entraînera vers des métiers où la science peut changer le monde.

Mais pour l'heure, j'ai dix ans. Ma préoccupation de l'instant est mon nouveau projet secret. Celui qui n'est partagé qu'avec quelques rares camarades de classe sélectionnés avec rigueur. Jean-Marie, qui m'a courageusement accompagné dans les souterrains d'un bâtiment sinistre malgré une lampe torche défectueuse ; Philippe, qui a subtilisé un morceau de galène brute de la collection de pierres de son frère pour fabriquer une radio inaudible ; Christian, enfin, qui a convaincu son père garagiste de nous donner accès à de véritables outils pour nos projets toujours grandioses.

Au-delà des raisons pratiques, j'ai surtout choisi cet équipement pour la passion que nous partagions tous pour les sciences et la découverte. On plante souvent dans son enfance les graines de son avenir. Les jeux et les rêves de notre groupe d'aventuriers en short m'ont certainement donné le goût des projets et convaincu que rien ne s'entreprend tout seul. Réunir des talents pour un objectif commun, aussi modeste ou ambitieux soit-il, s'est forgé alors en une ligne de force de ma vie. Nous avons même créé une devise, Plus ./.

Introduction

Lyon, mars 2010.

« Balbazar, mon fils, aura mon âge actuel le lundi 13 mai 2056. Il vivra dans un monde complètement différent d'aujourd'hui, entouré de robots au travail et à la maison, assisté en permanence dans son quotidien par des machines intelligentes. J'espère être à côté de lui pour fêter mon centenaire et rire du bon vieux temps où il fallait conduire soi-même son véhicule et taper sur un clavier d'ordinateur... »

Ce monde, peuplé de machines intelligentes et connectées qui assistent notre quotidien, est au coin du siècle. Ce futur au cours duquel faire du sport avec un robot, se laisser conduire dans un véhicule sans chauffeur, ou bien confier son corps à une machine entièrement autonome pour une opération chirurgicale délicate, sera banal et fera partie de notre vie de tous les jours. Ce futur qui paraît si loin, si irréel, presque impossible et pourtant...

Quelques-unes des inventions du XX^e siècle paraissent pourtant tout aussi fantaisistes à nos aïeux

1. Questions pour un robot

Qu'est-ce qu'un robot exactement ? Cette question, anodine, appelle des réponses variées au gré des représentations construites à partir de mises en scène dans la littérature ou au cinéma. Depuis près d'un siècle, le robot fascine ou effraie, tantôt ami, tel le R2-D2 de George Lucas, tantôt ennemi, à l'instar du Terminator I interprété par Schwarzenegger. Certains lui accordent une forme humaine, influencés peut-être par l'androïde Maria de *Metro-polis* de Fritz Lang. D'autres le voient comme un assemblage baroque de composants électroniques comme le Numéro 5, Johnny 5 comme il se nomme lui-même, de *Short Circuit* ou une boîte de conserve éternelle comme le Wall-E de Andrew Stanton chez Pixar.

En posant la question « qu'est ce qu'un robot ? », on entrouvre une boîte de Pandore encore plus vaste que celle de « qu'est-ce qu'une machine ? ». Au-delà des aspects mécatroniques, mécaniques et électroniques, on réveille les fantasmes sur les créatures non humaines avec leurs lots d'angoisses et de tabous. Mais sans aller si loin, contentons-nous

2. S'il te plaît, design-moi un robot

Un enfant qui dessine un robot lui fera une bonne vieille tête cubique probablement fleurie d'antennes, de gros yeux lumineux et globuleux, des bras et des jambes articulés grossièrement, et un corps constellé de boutons et de diodes... Il rajoutera une touche personnelle en choisissant des tons de couleurs criardes et métalliques, en gonflant certains volumes et proportions, en ouvrant des angles et brisant des courbes. Malgré ses efforts, le résultat ressemblera fortement à l'imagerie que chacun se fait d'un robot, en relation directe avec un imaginaire largement nourri, comme nous l'avons vu, par la littérature et le cinéma. Si on demande à un adulte de prendre le crayon, il y a fort à parier qu'il restera dans les mêmes stéréotypes, son robot aura peut-être l'air plus industriel et moins sympathique...

Ces réflexes démontrent que le design du robot reste encore souvent limité à un aspect extérieur sans hypothèse sur sa fonction. Si on demandait à quelqu'un de dessiner une machine, sa première question serait : que fait-elle ? Dans le cas des

3. Une brève histoire du robot

Si les robots devaient un jour écrire leur histoire, qui désigneraient-ils comme leurs Adam et Eve ?

Les ouvriers opprimés qu'a dépeints Karel Čapek ? L'aguichante Maria de *Metropolis* ? Les premiers bras robotisés de la société Ultimate ? Qui révéraient-ils comme leur géniteur ? Charles Babbage, inventeur des principes autorisant leur programmation, ou bien l'écrivain Mary Shelley qui mit en scène la création d'un humanoïde de synthèse ? Il n'est pas aisé de le déterminer car la genèse du robot est un curieux mélange de faits et de légendes.

La quête d'une telle entité a été motivée par deux aspirations fondamentales de l'homme :

- la volonté de décharger sur des machines les tâches pénibles pour le corps,
- le désir ancestral de l'homme de pouvoir créer un jour une entité à son image.

Qui de la fiction et de l'ingénierie a inspiré l'autre ? Il semble que les deux se soient renvoyé la balle. Le personnage d'Astro Boy a suscité bien des

1. Espèces en voie d'apparition, les « robaux »

Si vous croisez Big Dog sur votre chemin, alors que vous avez entrepris une balade en forêt, il y a fort à parier que vous prendriez vos jambes à votre cou et chercheriez votre salut dans la fuite. Ce robot quadripode en acier noir a été développé par Boston Dynamics pour les besoins de l'armée américaine et sert à transporter de lourdes charges sur tout type de terrains. Terrifiant, il est haut perché sur ses quatre pattes et émet un son strident de moteur en surchauffe. Il tient autant du frelon géant que du baudet. Ce résultat du croisement improbable d'un insecte de cauchemar et d'un vague canidé est bien loin du placide saint-bernard ou du toutou à sa mémère comme pourrait le faire croire son nom de baptême.

Que diriez-vous par ailleurs si, lors de la visite d'un musée, vous vous retrouviez dans la situation du gardien qu'interprète Ben Stiller dans le film *Une nuit au musée* ? C'est-à-dire face à face avec un dinosaure qui s'anime et arpente les couloirs en remuant son immense queue. Vous prendriez la



2. Docteur Ro et Mister Bot

La mission assignée aux robots de service, comme l'indique leur nom générique, est de se mettre à la disposition des humains. Ils sont une source de solutions efficaces pour pallier les insuffisances physiques des personnes âgées ou en difficulté.

Lorsque le poids des ans commence à peser trop fortement sur nos parents ou grands-parents, l'assistance d'une infirmière à domicile est souvent requise. Ce type de personnel va devenir de plus en plus rare et cher. Seuls quelques privilégiés pourront en bénéficier. Que faire pour les millions d'autres ?

Dans l'archipel du Japon, les analyses démographiques démontrent qu'on ne trouvera plus suffisamment d'adultes dans la population active pour s'occuper du troisième âge d'ici une cinquantaine d'années. Ce pays possède en effet la population la plus vieille du monde et sa pyramide des âges est extrêmement déséquilibrée. D'ici à 2050 plus de 33 pour cent de sa population aura plus de soixante-cinq ans. Aujourd'hui, un senior sur deux

3. À quoi aspirent les robots ?

Tu nettoieras le monde à la sueur de tes électrons ! Voilà un des commandements sur lequel tout le monde est du même avis. Sceptiques ou convaincus, ils ne parlent que d'une seule voix pour soutenir l'idée d'un robot servile et dur à la tâche.

Des serviteurs automatisés doivent relayer l'homme et sa compagne pour des besognes ingrates et répétitives liées aux flocons de poussières qui se déposent sur le sol, sous les meubles et sur les vitres. Y a-t-il encore un sens à manier le plumeau pour attraper ces fines particules qui, à peine époussetées, semblent prendre un malin plaisir à revenir se poser sur le décor ? Est-ce une tâche à la hauteur de ce bipède intelligent qu'est l'homme, cette entité qui a endigué les rivières, fertilisé le désert et envoyé des vaisseaux spatiaux vers Mars ? Tous sont d'accord pour confier le sale boulot aux versions personnelles des héritiers des robots industriels. On utilise depuis des décennies des robots en milieux hostiles pour laver des cuves de produits chimiques, assainir des installations

4. Bienvenue à Robot City

La ville n'est pas une structure figée. Elle se transforme, modifie son plan, ses lignes et ses espaces au gré des évolutions de sa population et des progrès techniques. Lorsque le baron Haussman, sous les ordres de son empereur, perçait les grandes avenues de Paris en 1860, il anticipait le développement de la circulation urbaine. Il en profitait pour installer des égouts et des conduits comme autant de réseaux de transport de vie. Plus de 60 pour cent du Paris moyenâgeux a disparu pour que naisse la Ville Lumière. Calèches et omnibus hippomobiles allaient pouvoir y circuler, même la nuit, grâce aux 20 766 becs de gaz qui brûlaient du crépuscule à l'aube.

M. Edison bouleversa également plus d'une métropole le 22 octobre 1879, lorsqu'il inventa la lampe à incandescence qui distribuait la lumière vive tant à l'intérieur qu'à l'extérieur. Les hommes se mirent à travailler, à se déplacer, à sortir après la tombée du jour. Les villes creusèrent des métros, agrandirent leurs théâtres et se sont mises en scène en éclairant leurs places. Elles

Micro et nano-robots

Nous venons de faire un tour des laboratoires et centres de recherche industriels qui préparent des robots pour notre futur immédiat. Certains sont d'ailleurs déjà en place ou le seront d'ici quelques mois. Mais la robotique est aussi un vaste champ d'anticipation. J'ai déjà évoqué à maintes reprises dans cet ouvrage comment elle va bouleverser notre quotidien. J'aurais dû ajouter dans le monde « visible ».

Je ne peux pas refermer ce tour d'horizon sans mentionner les autres rovolutions qui se préparent à des échelles micro et nanoscopiques.

De nombreuses recherches sur l'intelligence apportée aux objets se concentrent en effet sur l'infiniment petit. La miniaturisation de l'électronique aide à concevoir des circuits embarqués de taille infinitésimale. Les recherches en bio-informatique veulent utiliser les cellules végétales en lieu et place des transistors pour traiter des données. Dans une seule cellule, plus de 10 millions d'opérations chimiques sont exécutées par seconde, des dizaines de milliers de fois plus que sur un circuit imprimé.

1. Robots transformers

La robotation est en marche... Rien ne pourra l'arrêter. Au-delà de l'affirmation gratuite, nous en avons vu de nombreux exemples dans les pages de ce livre. Partout dans le monde, la science converge vers l'intelligence apportée aux objets et aux machines. Les robots vont fondamentalement transformer notre monde. Ils accompagneront notre quotidien de façon visible en se substituant aux hommes pour des tâches ingrates, pénibles ou précises. Ils régneront sur les territoires qui ne sont pas à notre échelle, l'infiniment petit ou les profondeurs de l'espace. L'homme augmenté va naître en déléguant une partie de lui-même à des machines pensantes.

Chaque révolution trouve ses racines dans une conjonction de l'Histoire, une tension qui bouleverse l'ordre social. L'insupportable ou l'impossible sont systématiquement à l'origine des ruptures dans les sociétés. Ils permettent de briser tabous et totems pour ouvrir le champ des opportunités. Nous sommes arrivés à un de ces points remarquables de l'histoire du monde. La robotation est une

2. Roboland

Le robot en vaut-il la chandelle ?

Sur les trois questions : urbanisation du monde, sauvegarde de la planète, et vieillissement de la population, la robolution propose des solutions. Innovantes et audacieuses, ces idées nécessitent une prise de conscience des enjeux pour disposer des moyens de leur mise en place.

Les mineurs du milieu du XIX^e siècle s'exténuaient avec des pics à sortir quelques dizaines de kilos de charbon du fond du puits où ils étaient affectés. Un siècle plus tard, ils utilisaient des foreuses mécaniques ou pneumatiques pour creuser des galeries. Puis les mines ont fermé. On mettait en cause l'épuisement du gisement, le danger pour les hommes ou la rentabilité. On avait atteint, pour toutes ces raisons, les limites de la productivité. Celle d'un modèle classique de la machine pilotée par l'homme.

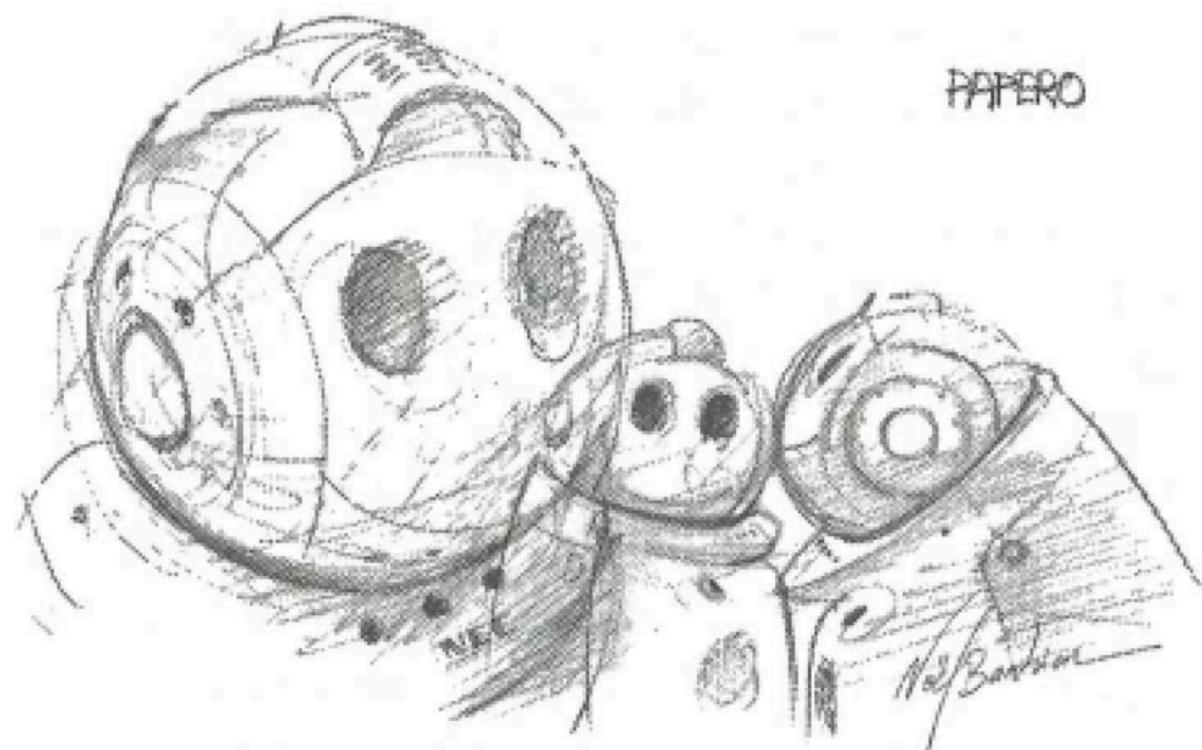
On pourrait aujourd'hui imaginer des robots exploitant ces mines en toute autonomie, sans crainte de manquer d'oxygène ou d'un coup de

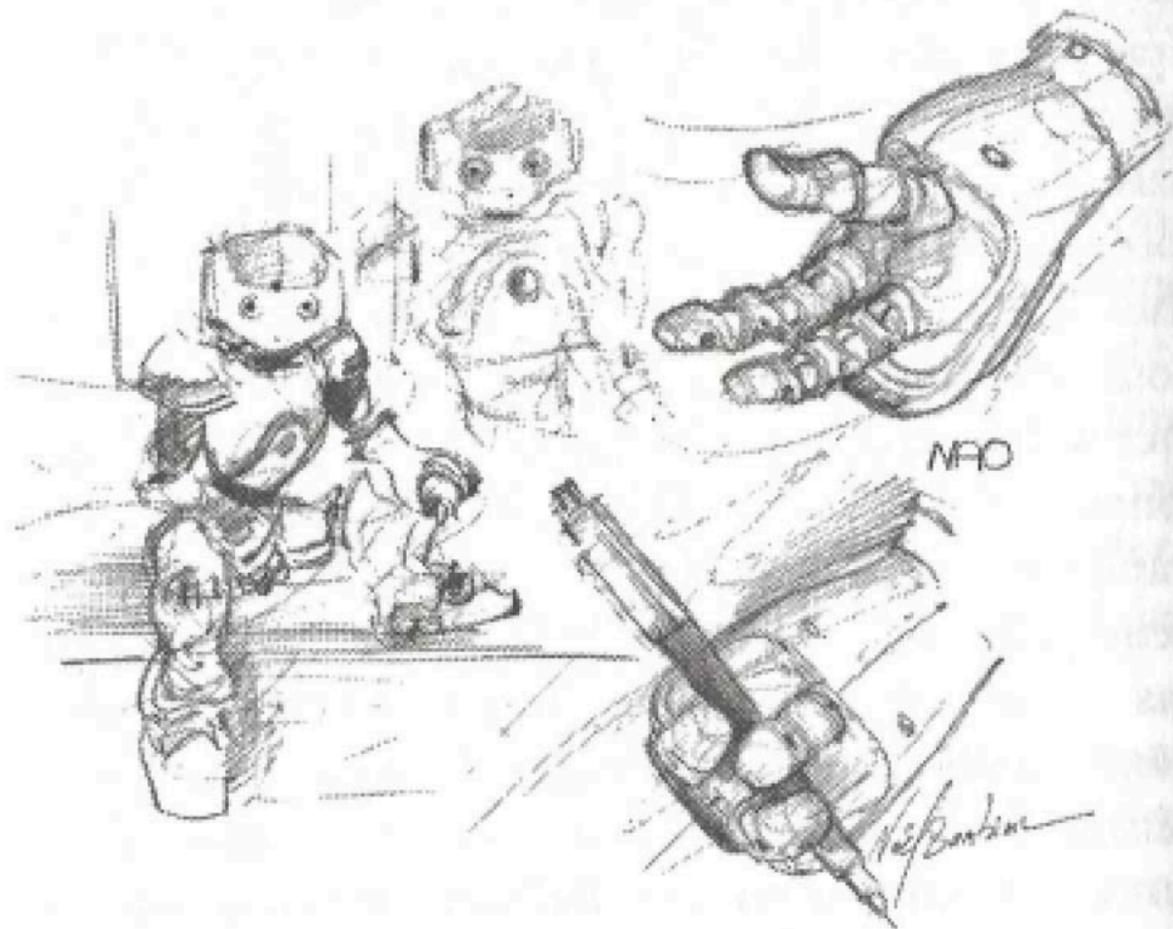
3. Et un, et deux, et trois robots

Robolution française

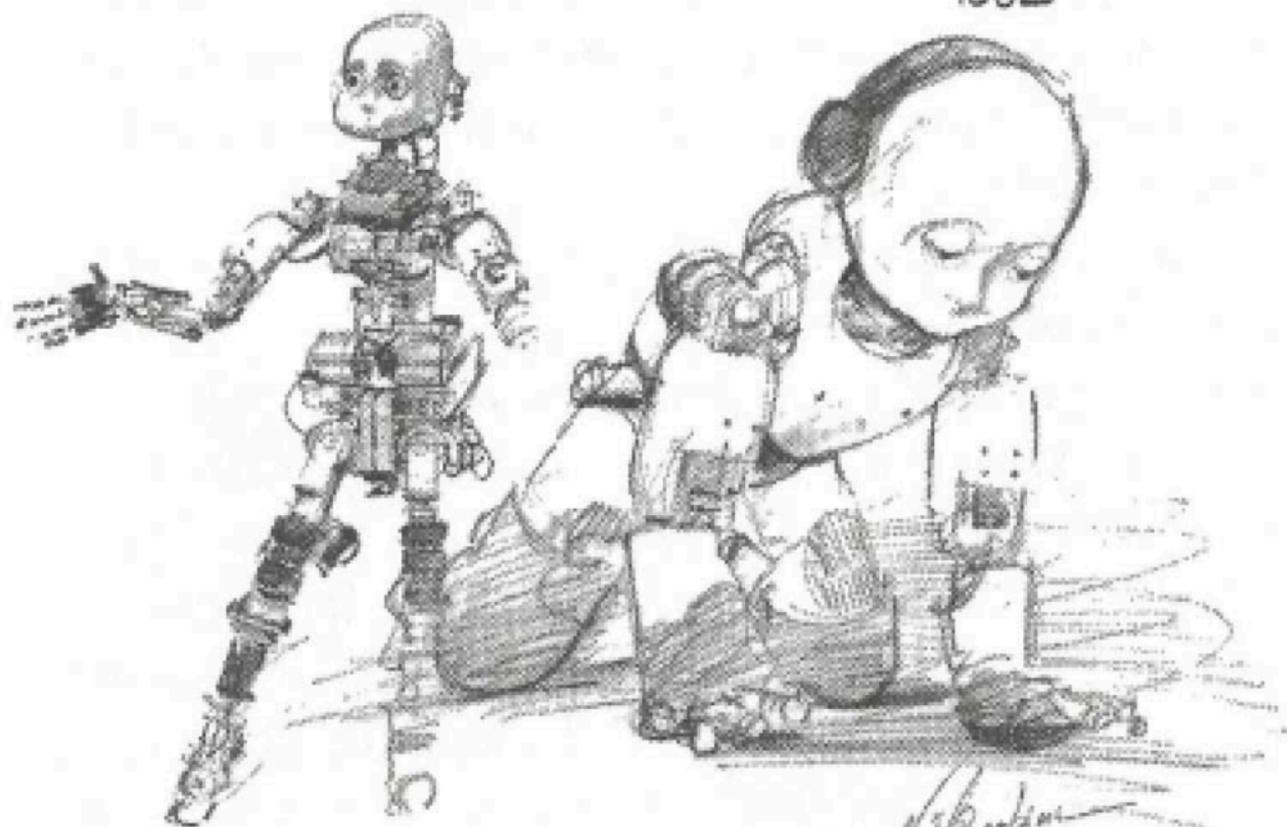
Je répète au fil des pages qu'une nouvelle ère de l'humanité va commencer. Le monde entier se mobilise pour cette nouvelle étape technologique. Il faut des premiers de cordée pour entraîner les autres dans la robotique de service. Ils se nomment aujourd'hui Japon, Corée du Sud, Allemagne ou États-Unis. Et pourquoi pas la France ?

Le 13 février 2007, je sors de la station Balard du métropolitain parisien, qui n'a pas changé depuis vingt-cinq ans. Je remonte sous la pluie le boulevard Victor dans le XV^e arrondissement de Paris que bordent des bâtiments austères. C'est en effet le siège de la base aérienne 117 où j'ai effectué mon service militaire. J'y ai enseigné les mathématiques aux candidats à l'École de l'air. Mon sergent-chef, dont j'ai honte d'avoir perdu le nom, faisait tous les matins le tour du périphérique en courant. Il avait parié qu'il gagnerait la course des cent kilomètres de Millau. Je ne sais pas s'il a réussi car c'est sa deuxième passion qui a été

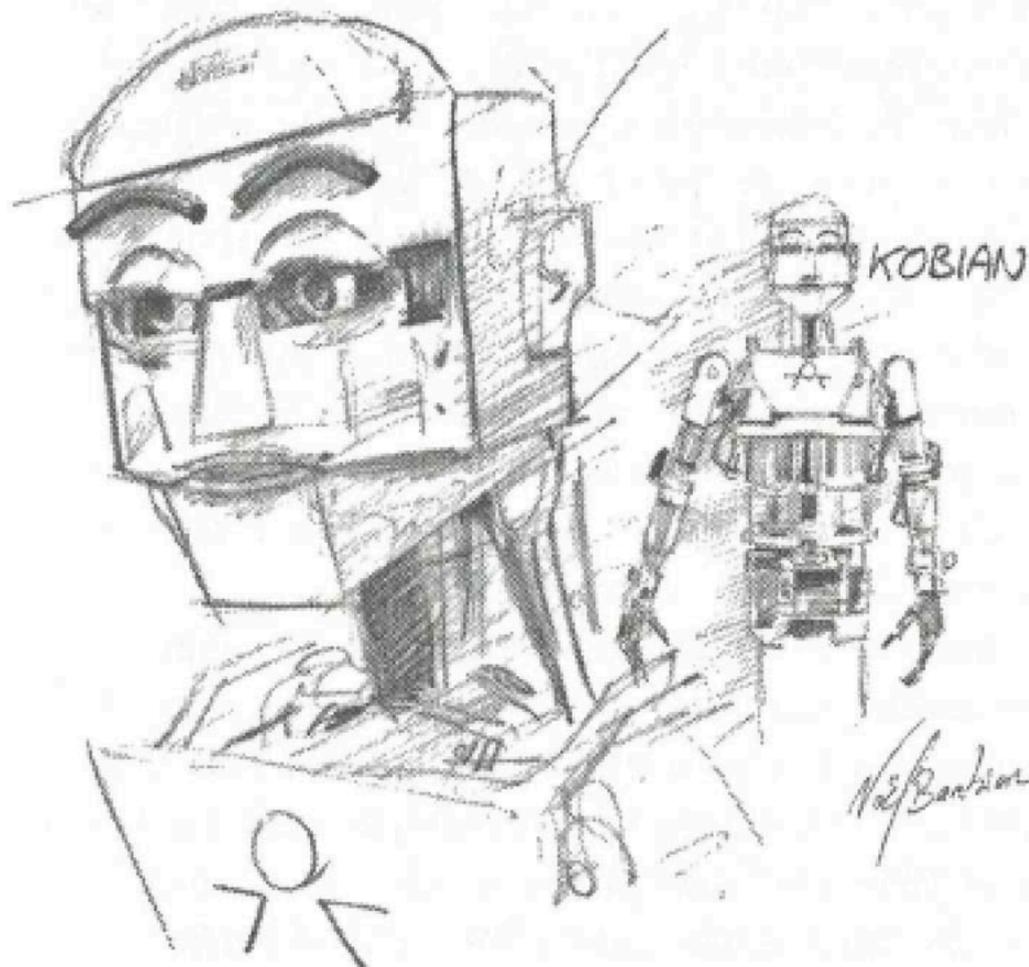




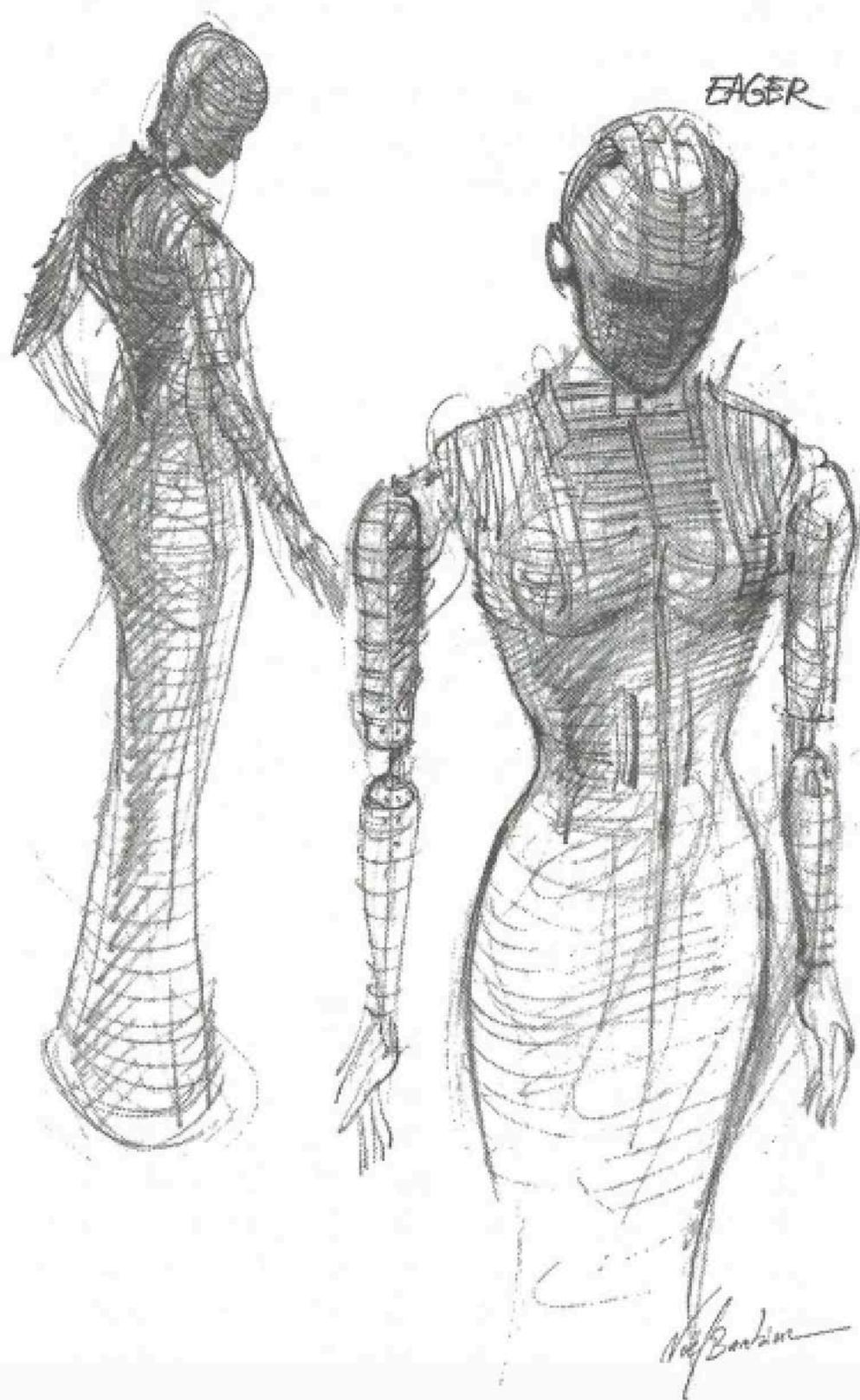
ICUB

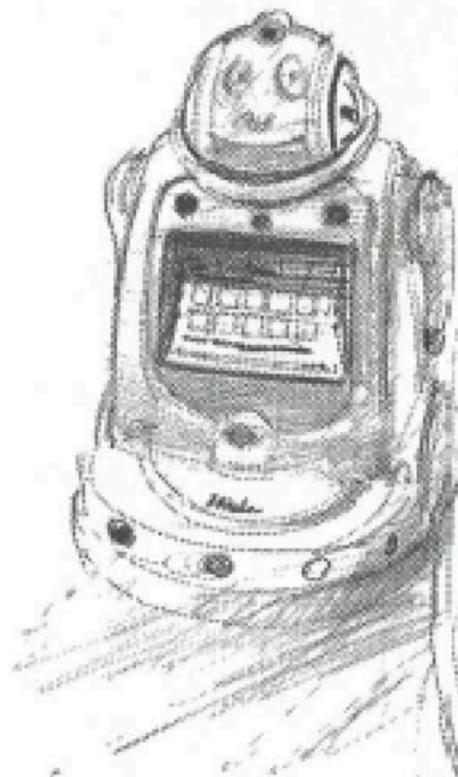


Neil Bantson

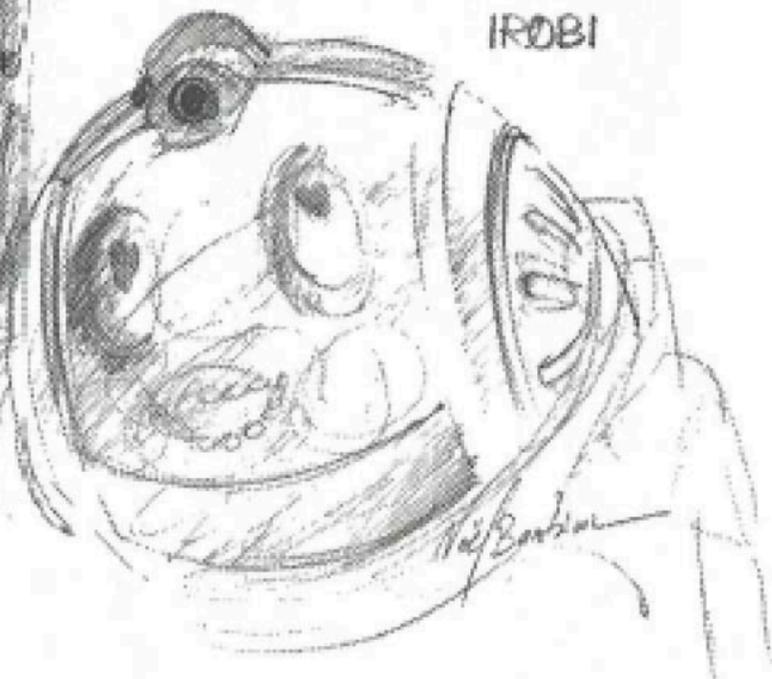


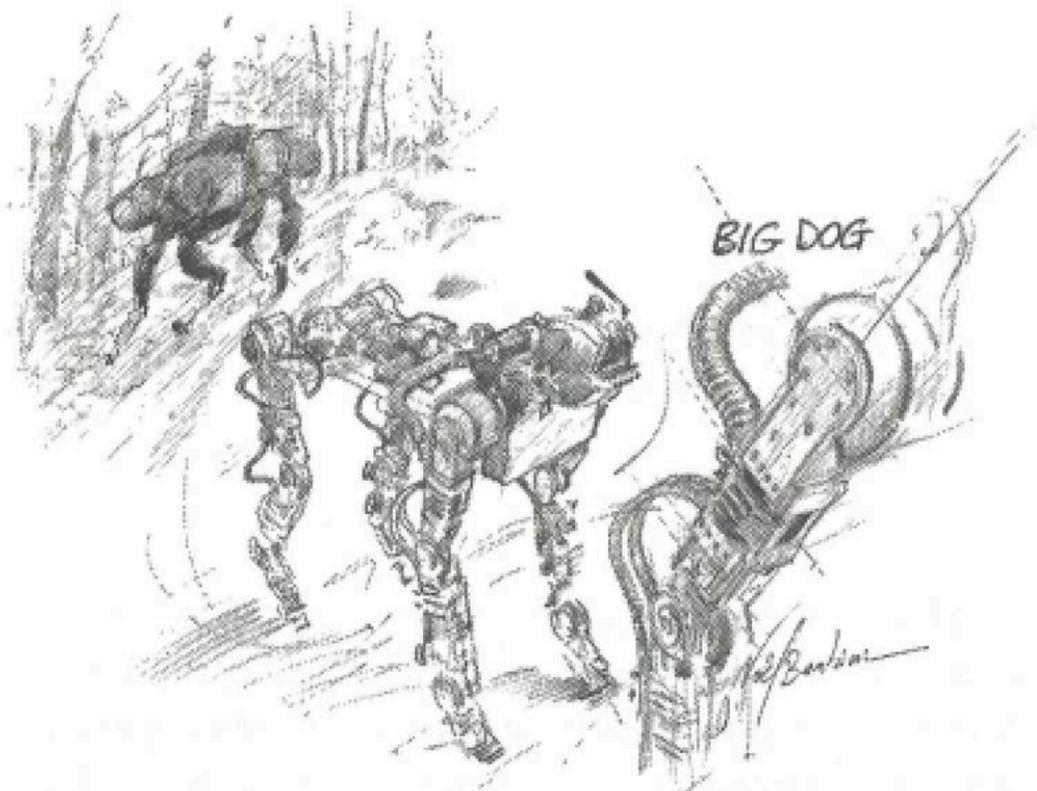


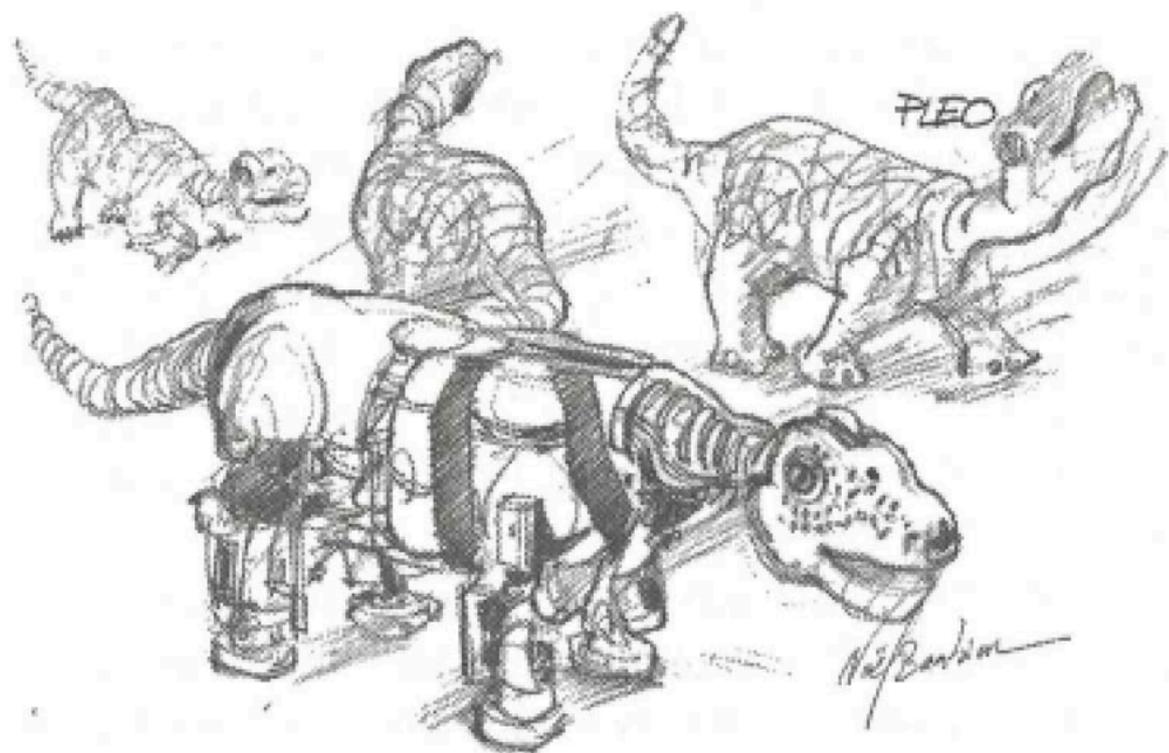


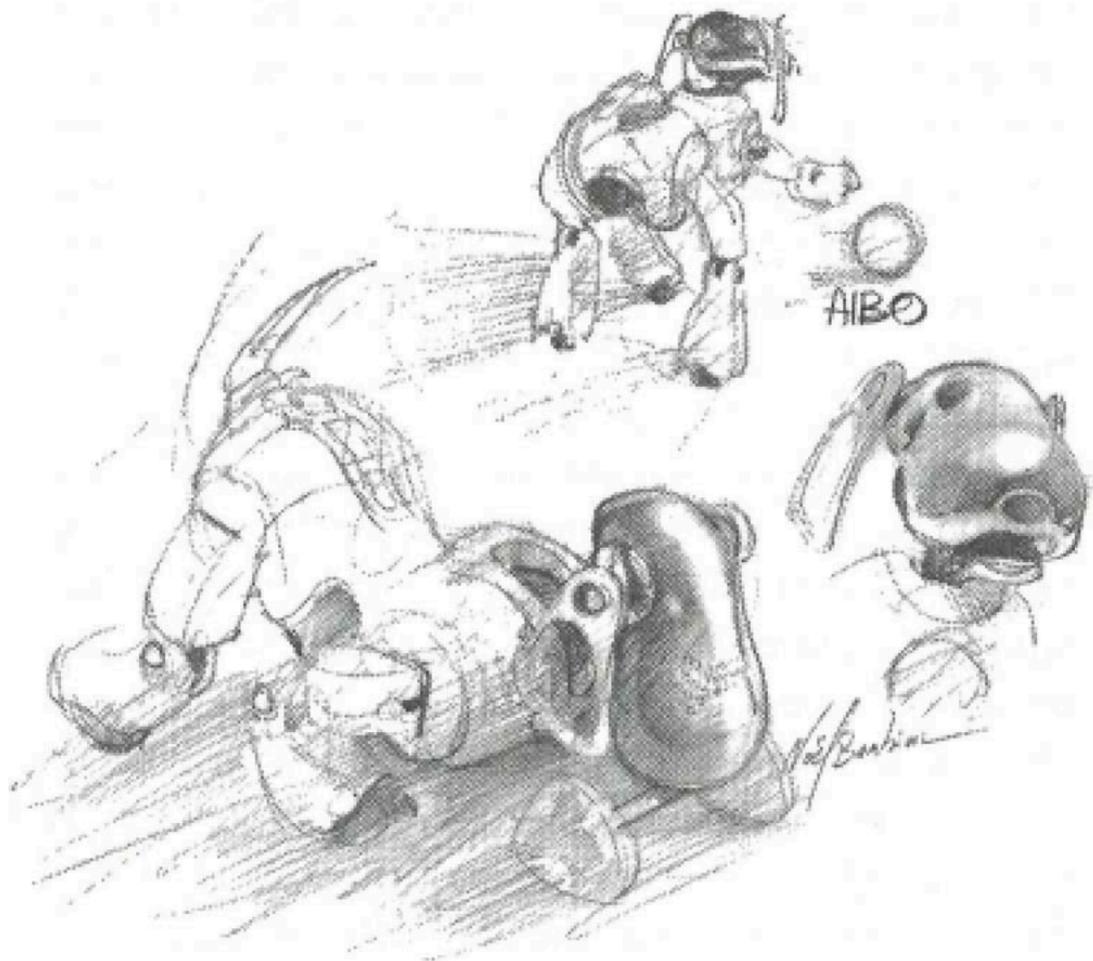


IROBI

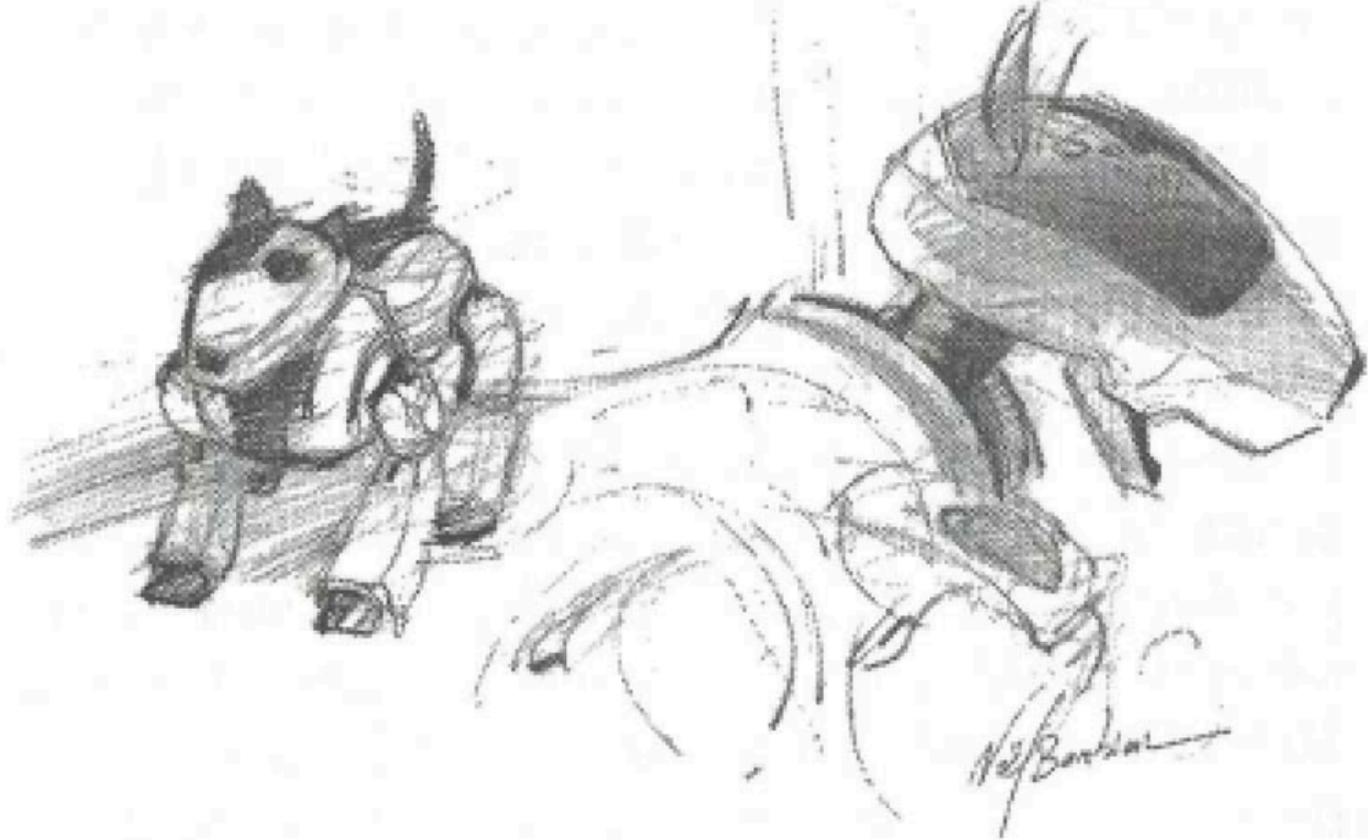


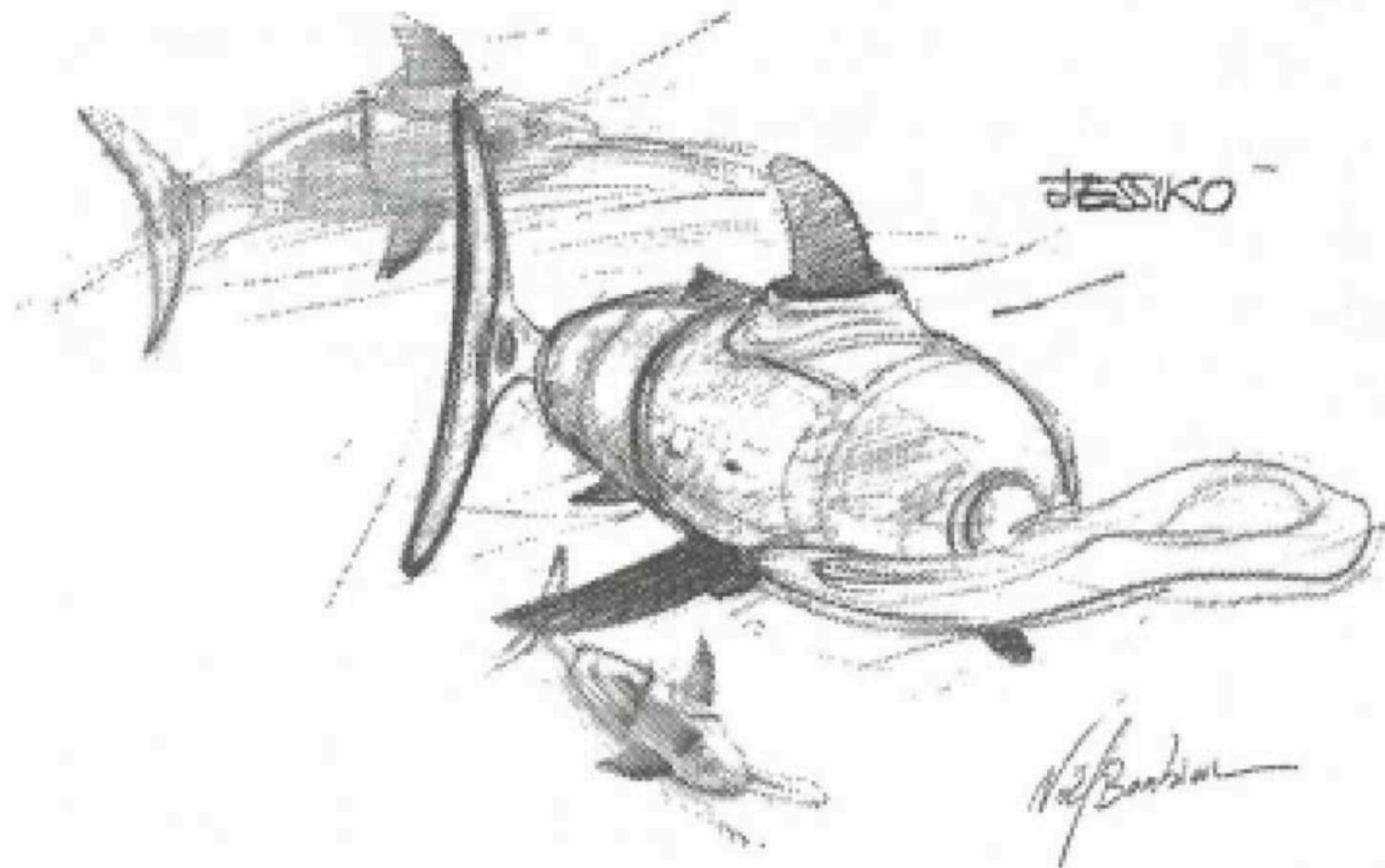


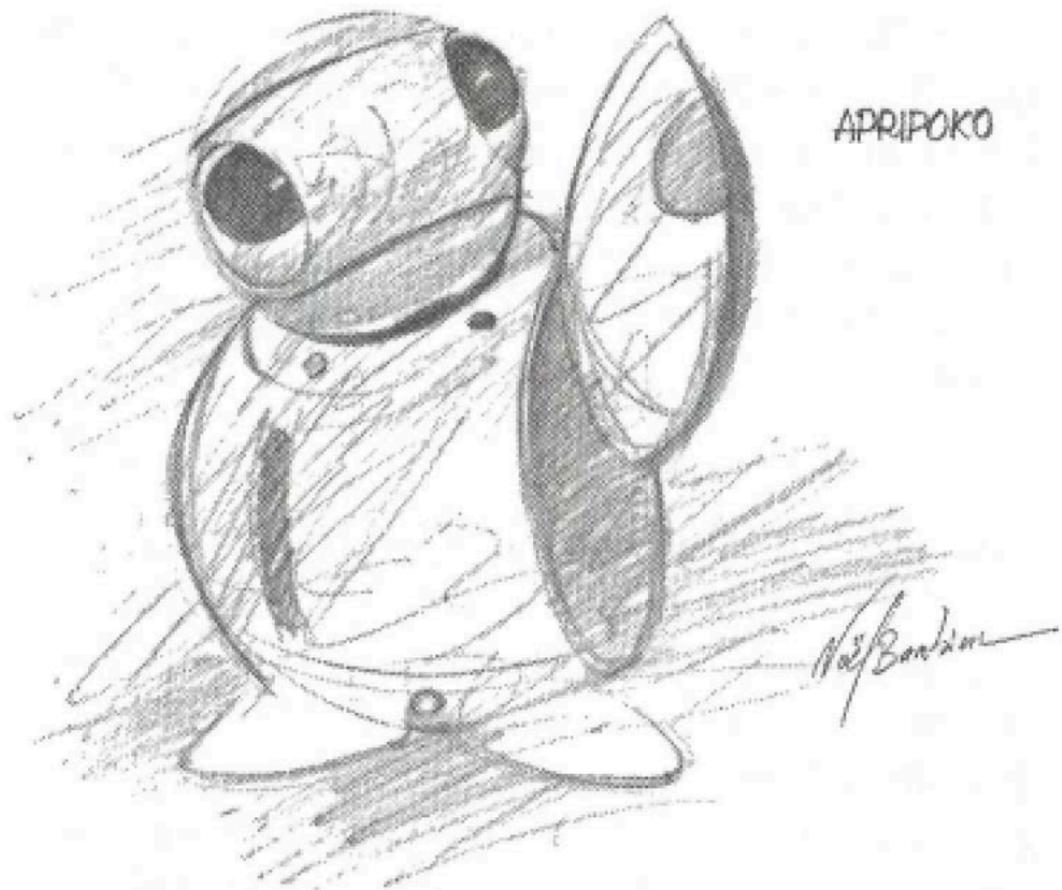




GENBO

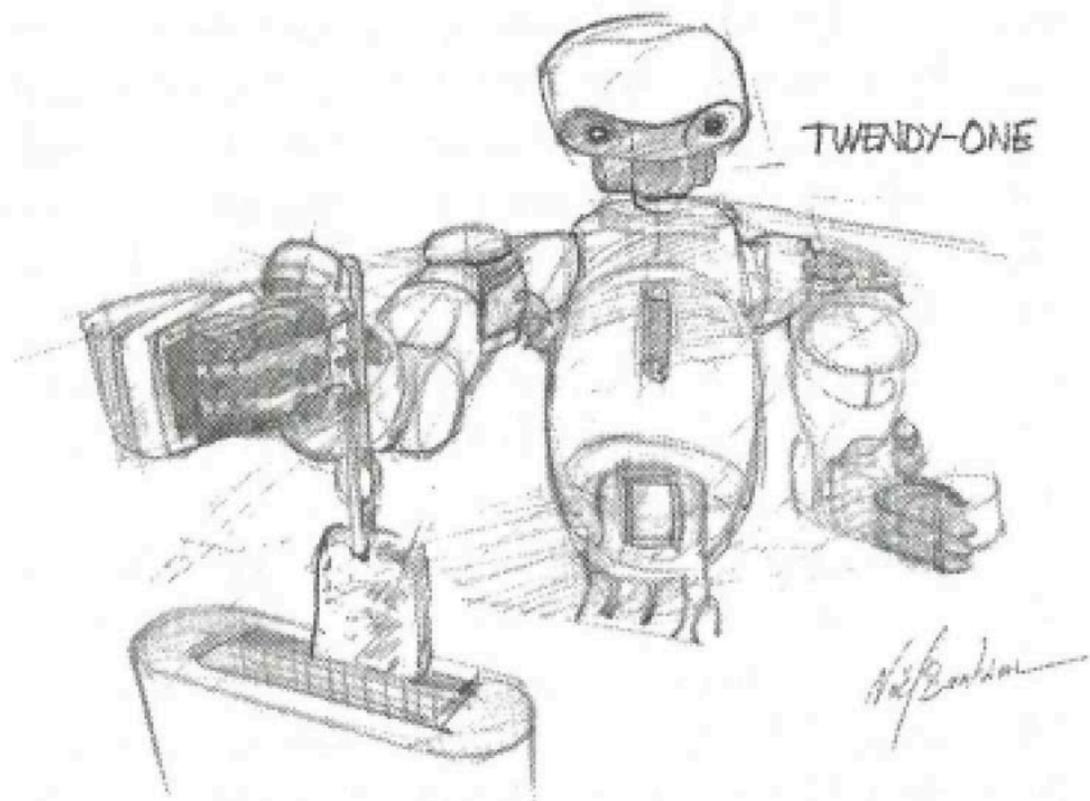


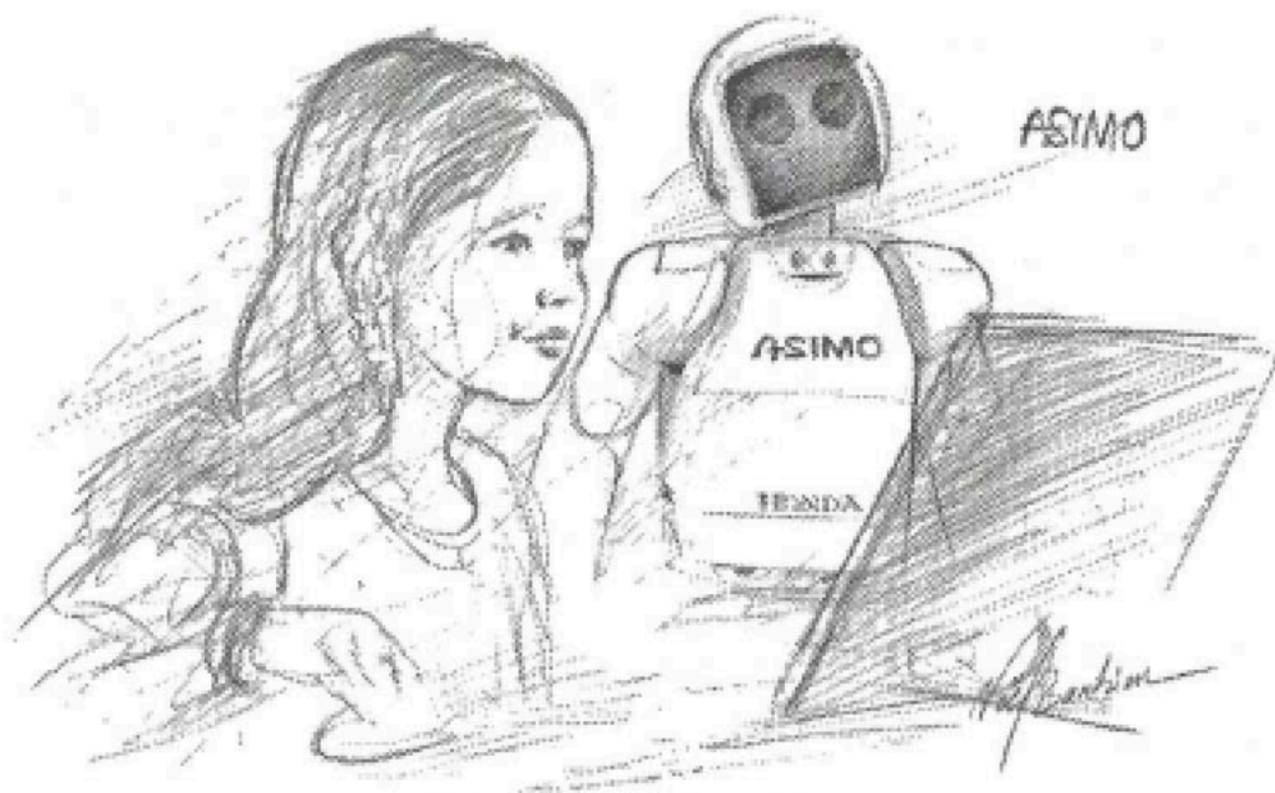




APRIPOKO

Naïf Bonim

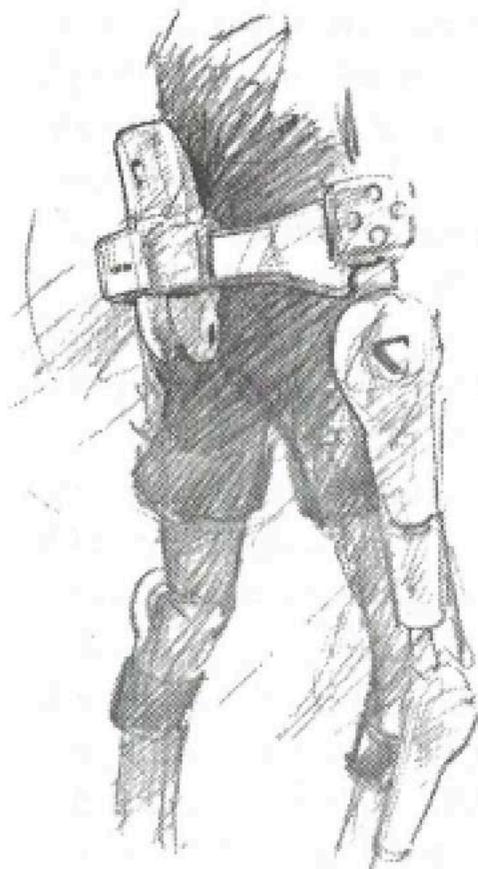






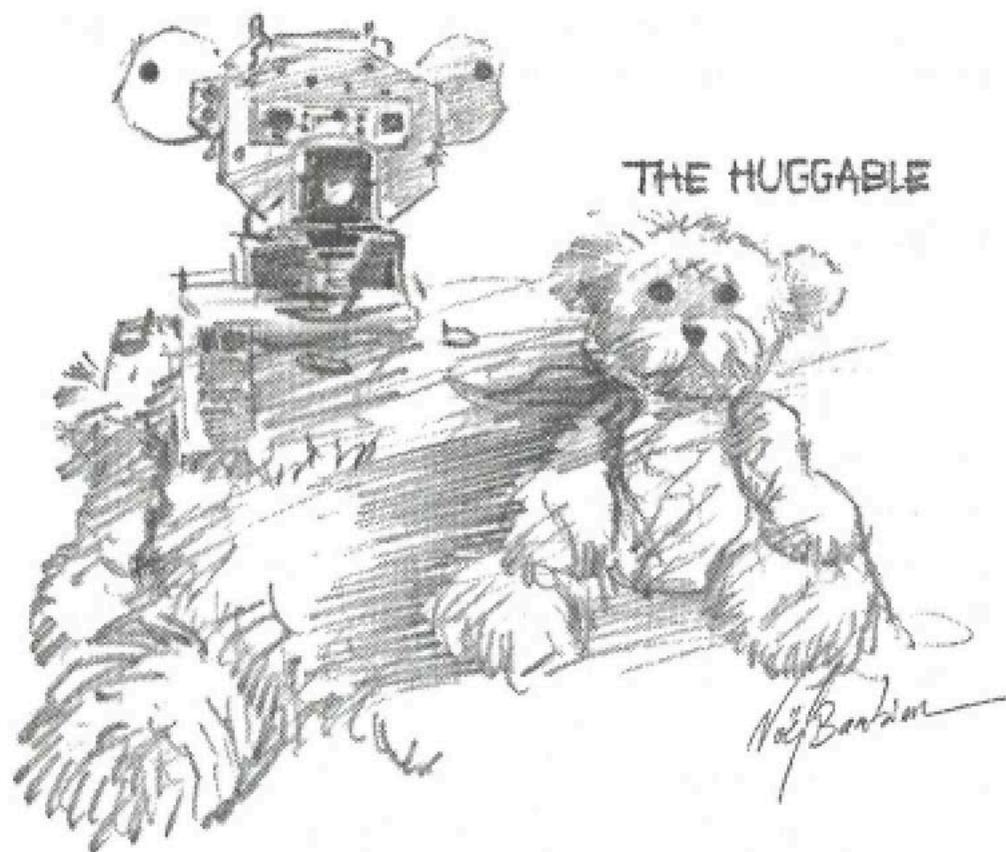
KOKORO

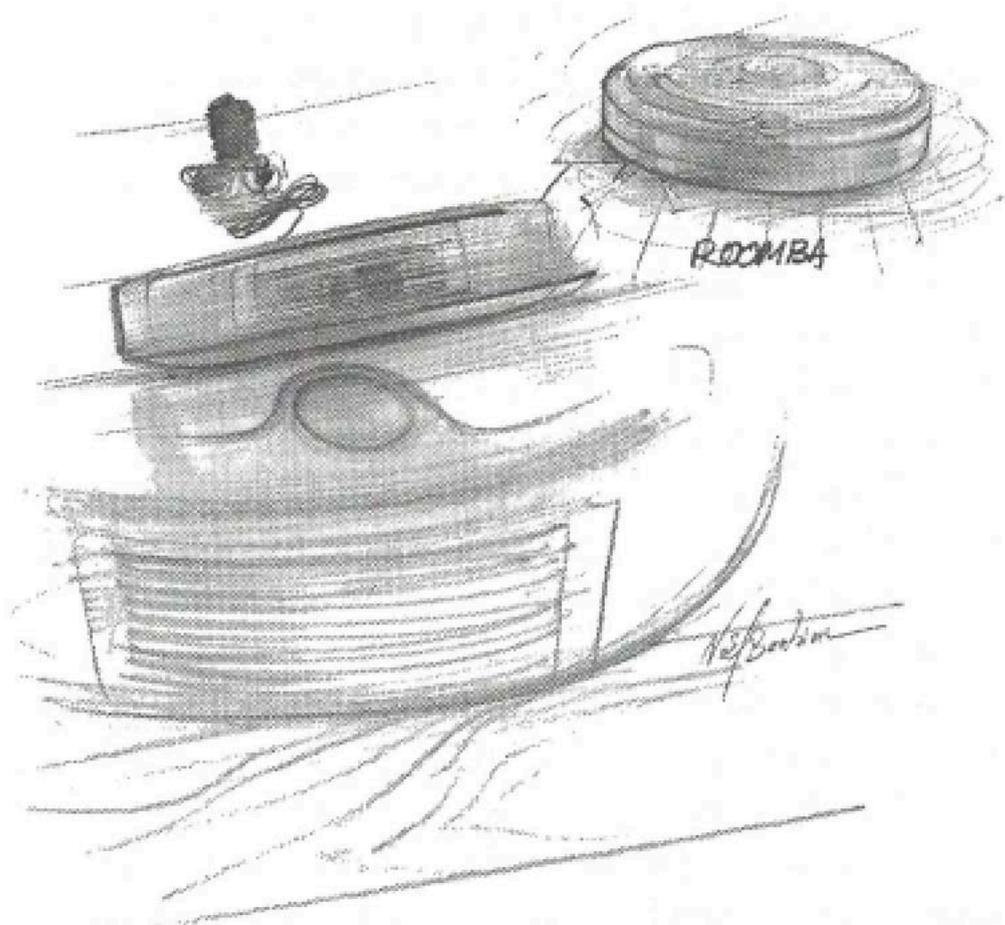




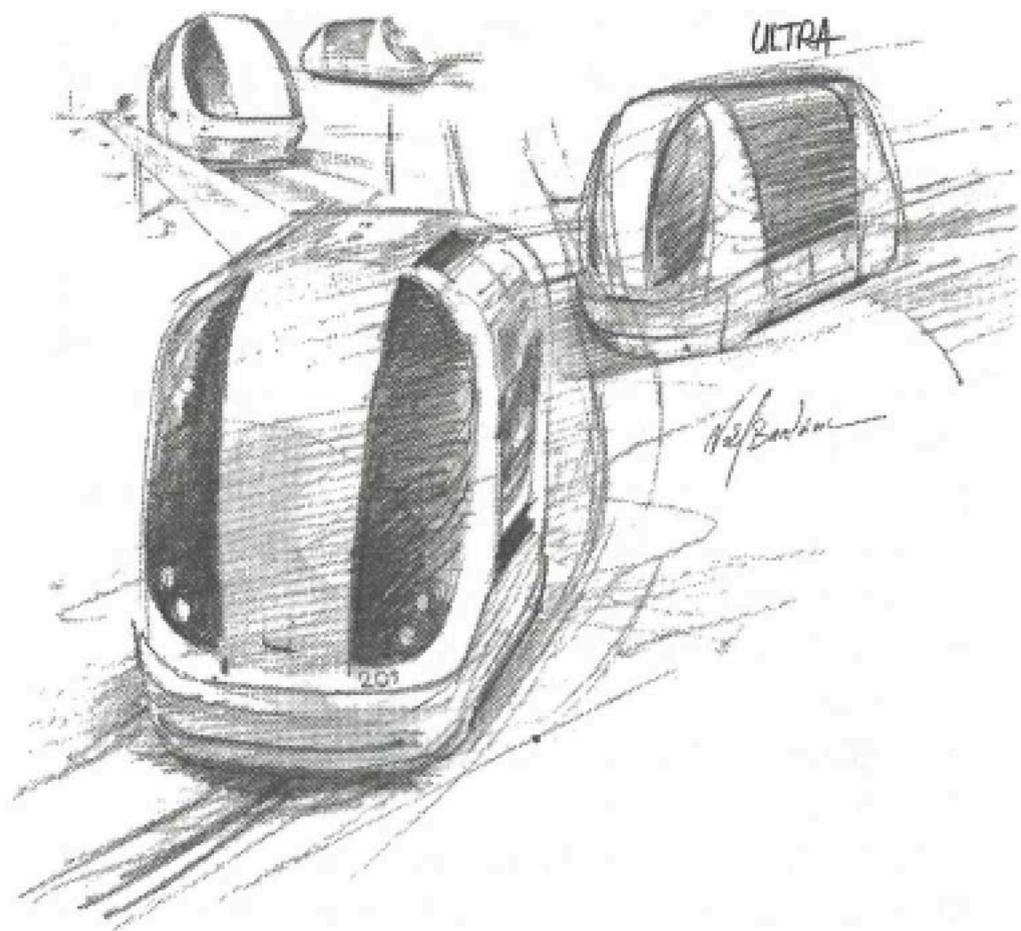
CYBERDYNE

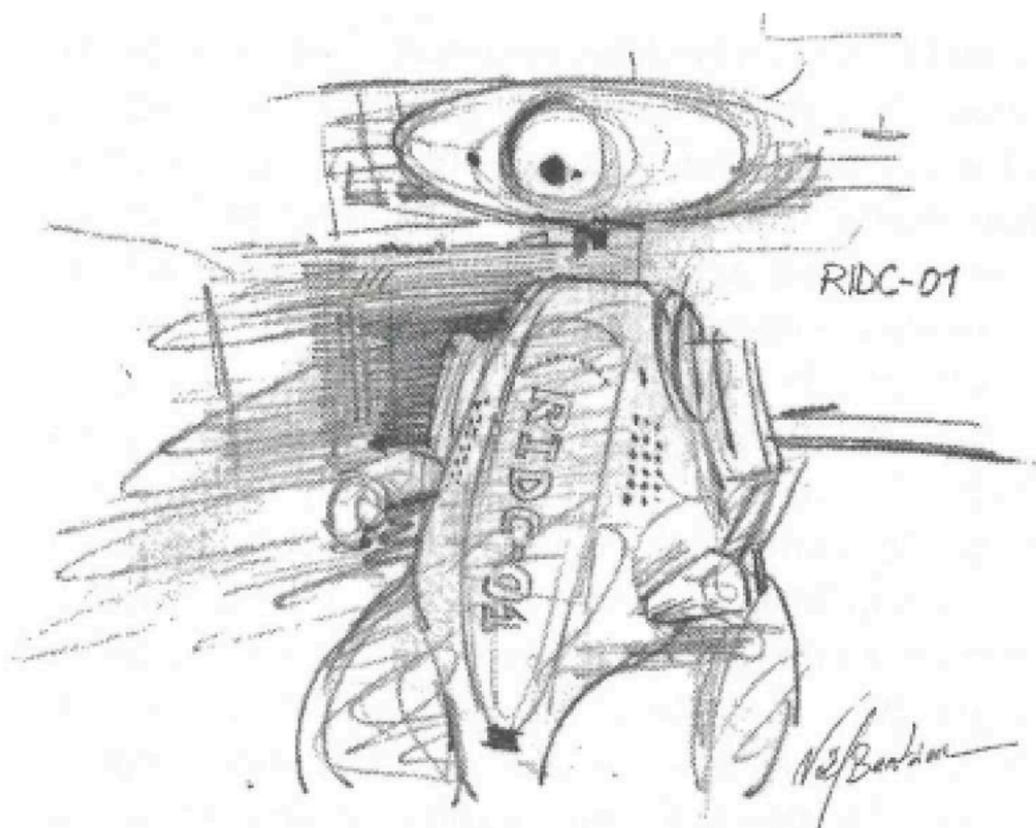
Neil Barton



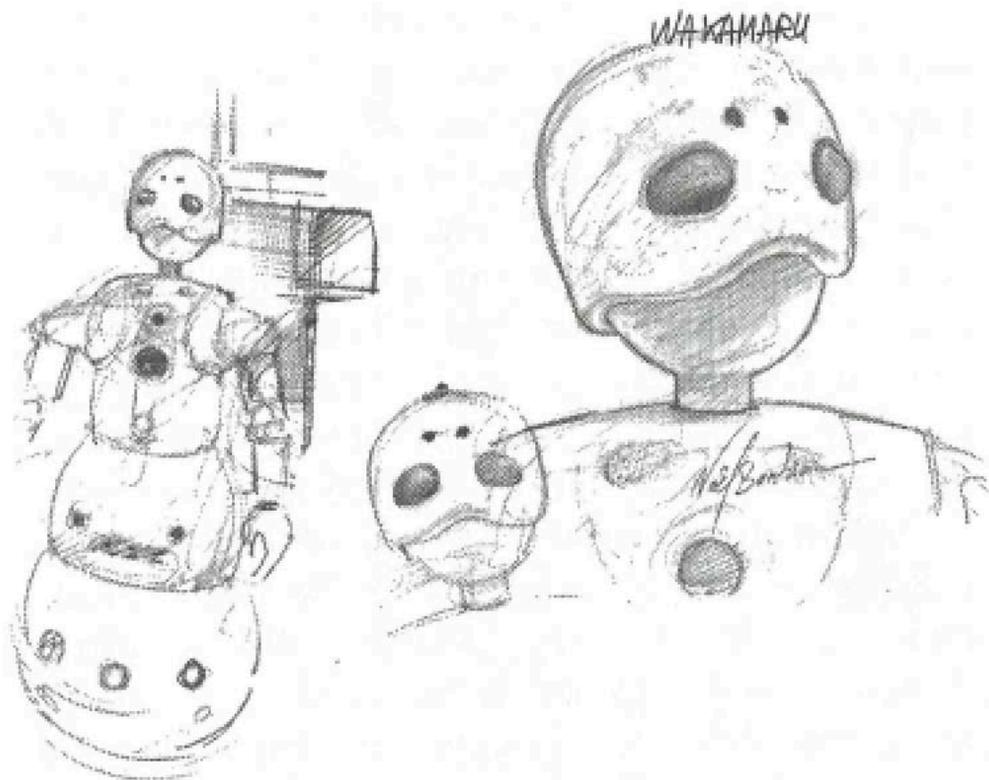


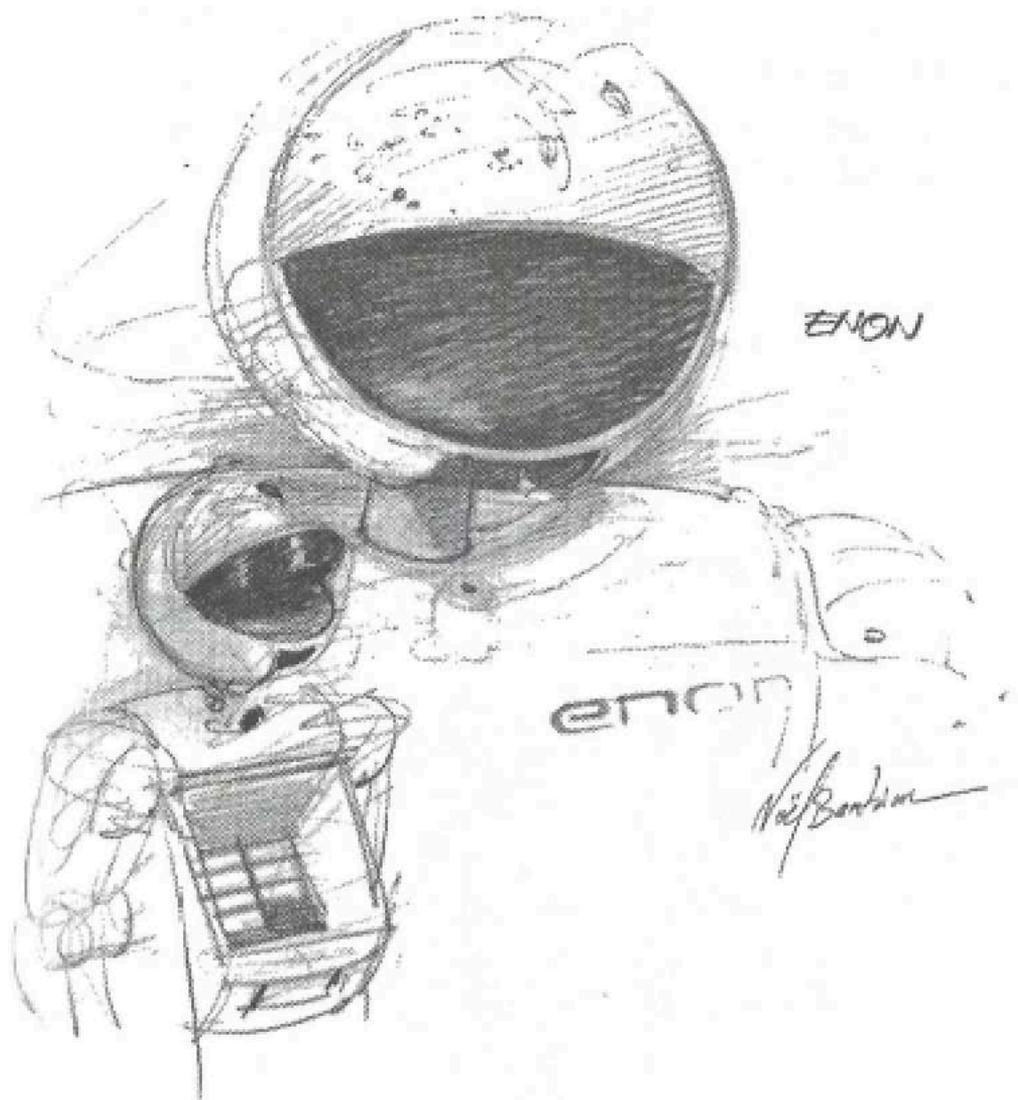


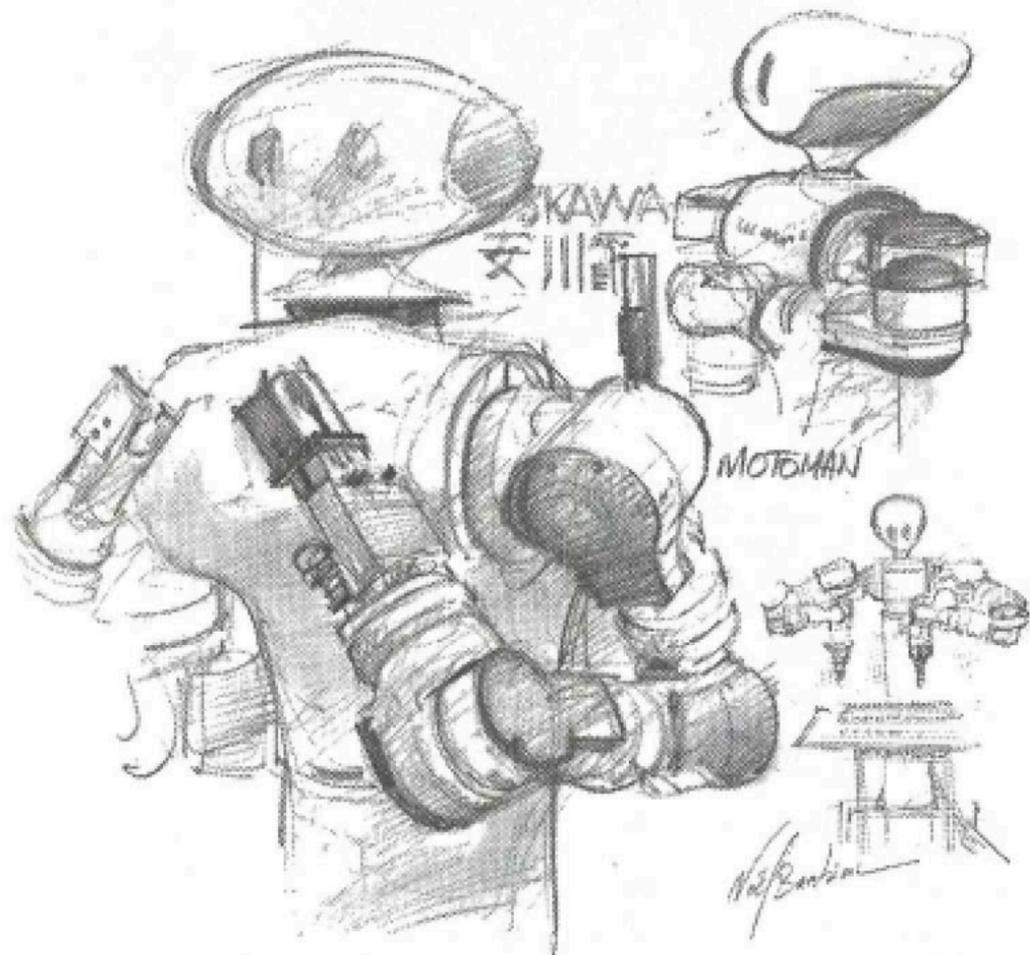


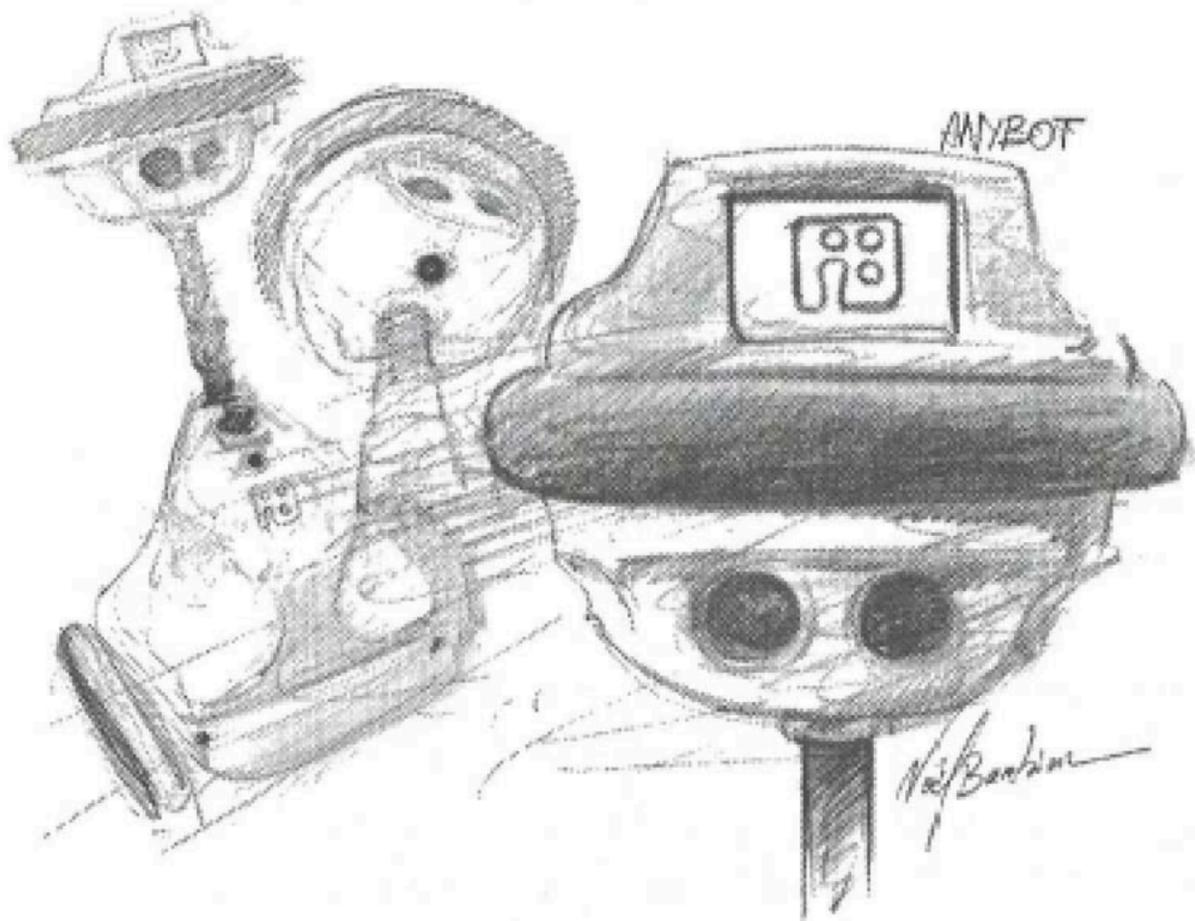




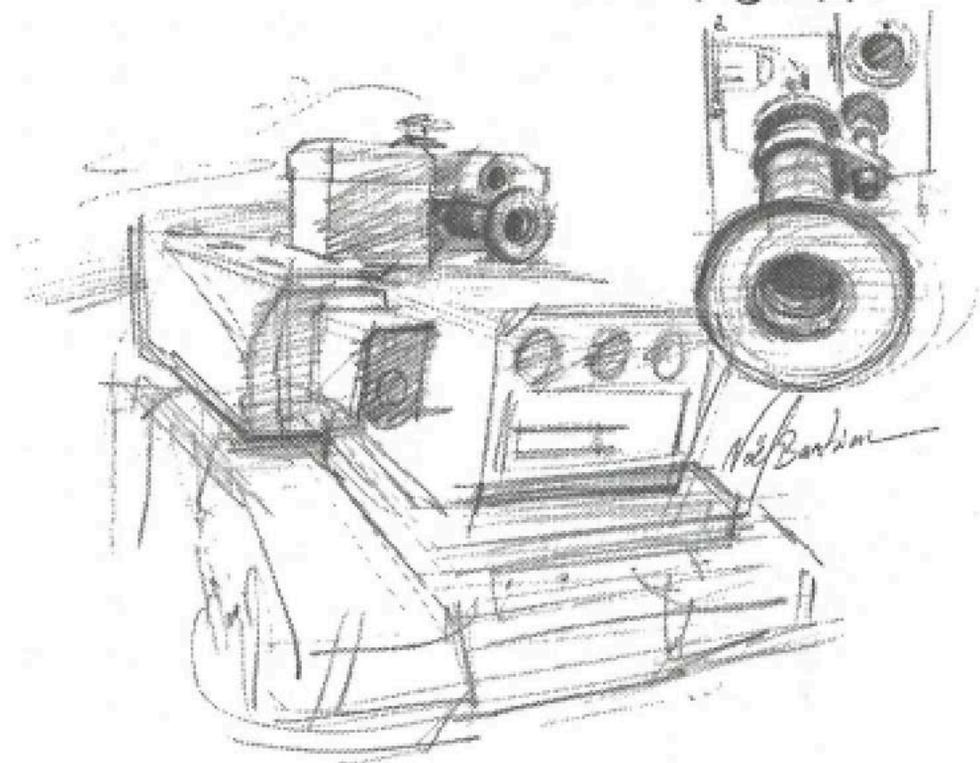








FIRE FIGHTER



de talents tourbillonne en silence dans cette grande pièce où les écrans d'ordinateurs éclairent d'étranges objets qui bougent et interpellent.

