Sommaire CD

TABLE DES MATIERES

Discours de Bienvenue ..... page 5
Monsieur Jean Terral / adjoint au Maire de Rodez

Les partenaires du Congrès ..... page 8

Propositions de commissions ..... page 9

Planning des 7 et 8 octobre 1995 ..... page 10

Commissions ..... page 12

Liste des congressistes ..... page 13

Remerciements ..... page 15

Note de la rédaction ..... page 15

Introduction : Comité d'organisation ..... page 16

Le Congrès de Rodez : Alain WEISSLER / SAF ..... page 17

La vie quotidienne : Michel DUBAN ..... page 18
Astronome au Laboratoire d'astronomie spatiale de Marseille

Pourquoi un congrès : Michel BONAVITACOLA ..... page 19
Président du CPCN

Intervention d'Alain LE GUE (SAF) correspondant de l'IDA en France .....page 29

Intervention de François REY / Maire d'Onet le Château ..... page 31

L'association Française de l'Eclairage : M. LEMAIGRE-VOREAUX ..... page 32

L'ADEME : Michel PEYRON ..... page 33

Etre distributeur d'ensembles d'éclairage ..... page 34
M. Pierre LUX / société AIRLUX

Etat d'esprit : Jean-Michel LAZOU / SAF - CNPPCN ..... page 35

COMMISSION TECHNOLOGIE DE L'ECLAIRAGE, USAGES ET NORMES :

Technologie et usage de l'éclairage public dans la ville ..... page 40
M. ANGLES / centre technique municipal de Rodez

L'éclairage public : M. PEYRON / ADEME ..... page 60

L'association Française de l'Eclairage ..... page 68

Mairie d'Onet le Château : M. François REY ..... page 72
Réalisations dans une ville

Tailored edge-ray designs for uniform illumination of distant targets ..... page 75
Michel DUBAN / laboratoire d'astronomie spatiale de Marseille

COMMISSION AMENAGEMENT DU TERRITOIRE

Intervention de Jean-Michel LAZOU ..... page 89
SAF (CNPPCN) - Adjoint au Maire de Reichstett

Cas concret sur le terrain : Raymond MOSSER / CPCN ..... page 93

Projet de création d'un observatoire en milieu rural ..... page 94
Andrée CAZES / association Les Chemins Europe-Cantal-Aveyron

Zones géographiques à protéger : Michel BONAVITACOLA /CPCN ..... page 101

L'OBSERVATION DE LA VOUTE CELESTE

La pollution lumineuse et la photographie grand champ ..... page 119
Alain MAURY / Observatoire de la Côte d'Azur

Astronomie en site urbain , est-ce possible ? ..... page 121
Christian BUIL / CNES association T60

Dégradation du site de Jolimont / SAP..... page 125

COMMISSION JURIDIQUE : LE DROIT DE L'ENVIRONNEMENT

Guy HOFFER ..... page 129

COMMISSION RECHERCHE ET DEVELOPPEMENT

Présentation d'images numériques : Michel BONAVITACOLA / CPCN ..... page 135

Modélisation des halos lumineux ..... page 143
Le programme THOT 0.1 / Michel BONAVITACOLA

La mission Cassiopée ..... page 160
Patrick BURY / ANSTJ

La diffusion de la lumière : Michel BONAVITACOLA / CPCN ..... page 163

Notion de climatologie urbaine : Michel BONAVITACOLA / CPCN..... page 169

Analyse spectrale : les filtres ..... page 184
Michel BONAVITACOLA / CPCN

Comment construire un simple photomètre : Laurent CORP / CPCN ..... page 191

Rapport de l'Académie des Sciences ..... page 201
"Protection des observatoires astronomiques et géodésiques"

Observations des objets étendus : Michel BONAVITACOLA / CPCN ..... page 210

COMMISSION SENSIBILISATION DU GRAND PUBLIC
PRESERVATION DU PATRIMOINE CULTUREL

Sensibilisation du grand public : Jean RICHARD / CPCN ..... page 215

Travaux réalisés par des collégiens en vue de sensibiliser le grand public ..... page 219
Madame TAKVORIAN

La "Voie" et la Voix des Poètes ..... page 220
Colette Barbé / Mission culturelle de l'Aveyron

La Voie Lactée - Patrimoine Culturel ..... page 221
Danielle FENIOU / CPCN

Extraits choisis : Michel BONAVITACOLA / CPCN..... page 222

IMPACT SUR LE MILIEU NATUREL

La vision de nuit : Louis BERTRAND / ALBIREO ..... page 225

LE CERFS : Centre d'Etude et de Réhabilitation de la Faune Sauvage ..... page 231
Sophie BARRANCO

EN MARGE DU CONGRES

Réunion du Comité National lors du premier Congrès National CPCN ..... page 233
Alain LE GUE / Secrétaire du CNPPCN

L'APRES-CONGRES

Texte proposé au Conseil Régional ..... page 239
Françoise DEDIEU-CASTIES

Exemple de feuille distribuée pendant la nuit des étoiles filantes ..... page 240

En Italie : quoi de neuf ? ..... page 241

Projet de dossier de synthèse destiné aux Mairies ..... page 247

GLOSSAIRE ..... page 262

DISCOURS DE BIENVENUE

PREMIER CONGRES NATIONAL SUR LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT NOCTURNE

organisé par le **Centre de Protection du Ciel Nocturne**

"Mesdames, Messieurs,

En l'absence de Marc Censi, Maire de Rodez, Président du Conseil Régional Midi-Pyrénées, qui avait pensé pouvoir vous accueillir personnellement ce matin mais qui est retenu par d'impérieuses obligations, il m'est très agréable de vous recevoir aujourd'hui à l'Hôtel de Ville.

En son nom et au nom de tous mes collègues du Conseil Municipal, je vous exprime mes voeux de bienvenue à Rodez.

Marc Censi, vous le savez, vous rejoindra cet après-midi pour participer un moment à vos travaux.

Mesdames et Messieurs, soyez convaincus que la ville de Rodez vous accueille avec fierté et beaucoup de satisfaction. C'est en effet un privilège pour Rodez que de vous recevoir pour ce qui constitue véritablement une "première"; une première tant pour la noble cause qui vous rassemble dans ce congrès, que pour le comité qui, à cette occasion, va être créé pour la défendre.

Nous devons le choix de Rodez pour une telle démarche, en grande partie aux membres de l'Association Andromède, et plus particulièrement à son Président Monsieur Laurent Corp, que je tiens ici à féliciter et à remercier très chaleureusement.

Ainsi, c'est l'astronomie qui nous réunit en ce jour. Dès la préhistoire, l'homme a eu des préoccupations d'ordre astronomique, et sa vie quotidienne fut rythmée par des éléments en rapport avec l'astronomie. Elle a permis de définir des unités de temps (seconde, minute, heure, jour, année) et un calendrier. Grâce à elle, les navigateurs du passé ont su s'orienter sur les mers et les océans et ont pu ainsi explorer la planète.

On connait les influences que l'astronomie a eu sur l'agriculture et le respect que vouaient nos anciens aux phénomènes astronomiques auxquels ils attribuaient des pouvoirs sur le destin des hommes et des sociétés.

L'astronomie a été au centre des grands débats historiques au coeur desquels on retrouve bien sûr Copernic et son système héliocentrique, Tycho Brahé, Képler et évidemment Galilée dont les observations à la lunette bouleversèrent l'astronomie.

Aujourd'hui encore l'homme cherche à percer les mystères de l'univers par l'observation des astres avec des techniques certes plus modernes mais avec une curiosité et un enthousiasme aussi forts que ceux qui animaient ces illustres astronomes, vous en portez ici le fervent témoignage.

De tous temps, les hommes ont été fascinés par le ciel pour des raisons religieuses avant tout parce que le ciel est le mystère, l'impondérable; parce que le ciel nous domine et que les hommes ont mis tellement de temps à le conquérir bien qu'ils en aient toujours rêvé depuis Icare. Aussi le ciel est-il devenu le refuge de tous les rêves et le domaine privilégié de la poésie. Qui n'a pas contemplé avec émerveillement tel Booz dans Hugo "cette faucille d'or dans le champ des étoiles" ? Pour que nos enfants puissent continuer à s'interroger sur "cette obscure clarté qui tombe des étoiles" comme Rodrigue (le Cid) et s'adresser comme Ronsard aux étoiles : "Je vous salue enfant de la première nuit, heureux astres divins..."

Votre association a décidé d'agir et surtout de faire réfléchir les populations, ce qui est tout à fait louable.

Je souhaite que votre congrès soit pour vous tous l'occasion de journées fructueuses en débats riches de rencontres. Que le ciel grâce à vous, grâce à la prise de conscience que vous allez vous employer à développer puisse être encore, ou à nouveau, observé et admiré de nuit depuis le coeur même de nos villes; fussent-elles"de lumière" grandes ou petites.

"Ce qui est admirable, ce n'est pas tant que le champ des étoiles soit si vaste, c'est que l'homme l'ait mesuré" disait Anatole France.

Ne gâchons pas en effet, comme vous le proposez, aujourd'hui pour nous-mêmes et demain pour nos enfants ou petits-enfants, cette faculté d'appréhender la mesure de l'univers, et d'éprouver justement le vertige de sa démesure, de son immensité.

Soyez donc définitivement remerciés pour la cause que vous défendez."

Monsieur JEAN TERRAL
Discours d'accueil en la Mairie de Rodez

Observatoire Midi-Pyrénées

RODEZ
Un Art de Ville.

anstj

Comité Interassociatif (AFA, ANSTJ, SAF) de Défense du Ciel Nocturne

SAF

S.A.P.

Centre Culturel AEROSPATIALE

Association A.D.A.G.I.O.

La Science en fête
Les 6, 7 et 8 Octobre 1995

4A
REGION MIDI PYRENEES
LACA

AVEYRON
MISSION DEPARTEMENTALE DE LA CULTURE

CPCN

1er Congrès National sur la Protection de l'Environnement Nocturne

Samedi 7 et Dimanche 8 Octobre 1995

Centre Culturel Départemental
25, avenue Victor Hugo - 12000 RODEZ

DEMANDE D'INSCRIPTION

NOM _____ PRÉNOM _____

ADRESSE _____ @ _____

Code Postal _____ VILLE _____

Club ou Association _____

➢ Je joins mon chèque de participation : 70 F ☐ à l'ordre du CPCN

➢ Mon arrivée à Rodez se fera en : ☐ voiture ☐ train ☐ avion (TAT)

à remplir si vous êtes intervenant:

Sujet et thème de travail :

.....

.....

.....

Matériel souhaité ou besoins techniques :

.....

.....

.....

.....

Bulletin d'inscription à retourner avant le 1er septembre 1995 à :
ACA - 4A Congrès - BP 25 - 12034 RODEZ CEDEX 9

LES PARTENAIRES DU CONGRES

La devise du Congrès : *"La Nature est un livre sublime que nous ne devons pas nous lasser de lire. Il est écrit pour toutes les âmes. Nul livre humain ne peut lui être comparé.."*
Camille Flammarion

PAR ORDRE ALPHABETIQUE

L'Association Andromède Astronomie Aveyronnaise (4A)

L'Association Castonétoise d'Animation (A.C.A.)

L'Association A.D.A.G.I.O.

L'Association Nationale Sciences Techniques Jeunesse (A.N.S.T.J.)

Le Centre Culturel de l'Aérospatiale

Le Centre de Protection du Ciel Nocturne (C.P.C.N.)

Le Comité Interassociatif (A.F.A., A.N.S.T.J., S.A.F.) de Défense du Ciel Nocturne sous l'égide de la Société Astronomique de France (S.A.F.)

Le Crédit Agricole de l'Aveyron

La Mission Départementale de la Culture de l'Aveyron

L'Observatoire de Midi - Pyrénées

La Société Astronomique de France (S.A.F.)

La Société Astronomie Populaire (S.A.P.)

PROPOSITIONS DE COMMISSIONS

SESSION	THEME	COMMISSIONS
1	*Etat des lieux*	1) Droit de l'environnement organisation de l'éclairage en France et responsabilités. 2) Technologie de l'éclairage, usages et normes. 3) Aménagement du territoire, urbanisation et vie urbaine 4) Observation de la voûte céleste aujourd'hui.
2	*Les enjeux*	1) Impact sur le milieu naturel (humain, faune, flore, paysages). 2) Modélisation des halos lumineux des villes, physique des atmosphères urbaines et rurales. 3) Enjeux sociaux économiques
3	*Propositions et actions*	1) Sensibilisation du grand public. 2) Recherche et développement 3) Préservation du patrimoine naturel et formes d'actions auprès des instances dirigeantes

Chaque commission est animée par un président de séance et consignée par un rapporteur.

— Rodez (AVEYRON) 7/8 octobre 1995

1er Congrès NATIONAL sur la Protection de l'ENVIRONNEMENT NOCTURNE —

PLANNING

SAMEDI 7 OCTOBRE 1995

SALLE	ACTIVITES	HORAIRES
HALL ACCUEIL	INSCRIPTIONS - ACCUEIL	9H
SALLE DE CONFERENCE	PRESENTATION DU CONGRES	9 H 45
	SEANCE DE TRAVAIL	10 H
	DEPART A LA MAIRIE DE RODEZ	11 H 30
	MOT DE BIENVENUE DE LA VILLE DE RODEZ	11 H 45
	REPAS LIBRE	
SALLE C. FLAMMARION	MINI - REUNION DES ANIMATEURS ET RAPPORTEURS	13 H 30
HALL ACCUEIL	ACCUEIL DES PERSONNALITES VISITE DES STANDS ET EXPOSITIONS	13 H 45
SALLE DE CONFERENCE	DISCOURS DES PERSONNALITES	14 H
VOIR FEUILLE « COMMISSIONS»	TRAVAUX DES COMMISSIONS	14 H 45
	SCIENCES EN FETE	
	SYNTHESE DES TRAVAUX	19 H
MAISON DES JEUNES ET DE LA CULTURE	REPAS LIBRE	19 H 30
	CONFERENCE DE SYLVIE VAUCLAIR « L'Homme et l'Univers à l'aube du 21 ème Siècle »	21 H

PLANNING

DIMANCHE 8 OCTOBRE 1995

SALLE	ACTIVITES	HORAIRES
SALLE DE CONFERENCE	PRESESENTATION DE LA JOURNEE	9H
VOIR FEUILLE « COMMISSIONS»	TRAVAUX DES COMMISSIONS	9 H 15
	REPAS LIBRE	
SALLE DE CONFERENCE	COMMISSION ET TRIBUNE LIBRE	14 H
	SYNTHESE DES TRAVAUX	16 H
	CLOTURE DU CONGRES	

COMMISSIONS

SALLE	COMMISSIONS	ANIMATEURS	RAPPORTEURS	HORAIRES
	Etat des lieux			**SAMEDI**
SALLE DE CONFERENCE	I) Technologie de l'éclairage, usages et normes.	Mr Angles	G. Hoffer	**14 H 45** **16 H 45**
SALLE LEONARD DE VINCI	II) Aménagement du territoire. urbanisation et vie urbaine 1) Zones géographiques à protéger 2) Exemple d'un site 3) Cas concrets sur le terrain 1 4) Cas concrets sur le terrain 2	J. M. Lazou M. Bonavitacola A. Cazes R. Mosser S.A.P.	L. Corp	**14 H 45** **16 H 45**
SALLE DE CONFERENCE	I) Observation de la voûte céleste aujourd'hui. 1) Pollution lumineuse et photographie grand champ 2) Dégradation du site de Jolimont	A. Maury A. Maury S.A.P.	Centre de Protection du Ciel Nocturne	**17 H** **19 H**
SALLE LEONARD DE VINCI	II) Droit de l'environnement, organisation de l'éclairage en France et responsabilités.	M. Bonavitacola	G. Hoffer	**17 H** **19 H**
	Enjeux			**DIMANCHE**
SALLE DE CONFERENCE	I) Recherche et développement 1) Modélisation des halos lumineux 2) Logiciel " THOT " 3) 2 Photomètres simples à construire 4) Mission "Cassiopée"	M. Bonavitacola L.Corp L.Corp / J. Richard P.Bury	P. Martinez	**9 H 15** **11 H 30**
SALLE CAMILLE FLAMMARION	II) Préservation du patrimoine. 1) La Voie Lactée, Patrimoine Culturel	S. Vauclair D. Feniou / C. Barbé	D. Feniou	**9 H 15** **11 H**
SALLE LEONARD DE VINCI	III) Sensibilisation du grand public. 1) Astronomie : inventaire des activités 2) Mesure de la luminosité du fond du ciel pour tous 3) Planétarium et pollution lumineuse	J. Richard C. Carlier J. Richard / L. Corp E. Pellegrin	R. Mosser	**10 H 30** **12 H**
	Propositions et actions			
SALLE DE CONFERENCE	I) Impact sur le milieu naturel / Enjeux sociaux économiques / Propositions et actions 1) Présentation du Comité National 2) La vision de nuit 3) Rapport de la commission : « Aménagement du territoire » 4) Propositions et actions	Centre de Protection du Ciel Nocturne A. Weissler L. Bertrand J. M. Lazou / L. Corp Débat et propositions	Centre de Protection du Ciel Nocturne	**14 H** **15 H 30**

Premier Congrès National sur la Protection de l'Environnement Nocturne

Les samedi 7 et dimanche 8 octobre 1995
Centre Culturel Départemental
25, avenue Victor Hugo – 12000 Rodez

COMITE D'ORGANISATION
M. BONAVITACOLA
L. CORP
D.FENIOU
R. MOSSER
J. RICHARD

POUR OBTENIR UNE SALLE, ADRESSEZ VOUS AU COMITE D'ORGANISATION
LA SALLE « C. FLAMMARION » EST A VOTRE DISPOSITION COMME SALLE DE TRAVAIL LE SAMEDI

LISTE DES CONGRESSISTES

Nom	Prénom	Adresse	C.P	Ville
AMERGE	Fabien	Rue de Beethoven	75016	Paris
ANGLES			12000	RODEZ
BACONNEAU	Olivier	12 Rue Jean Rameau	79000	Niort
BARBE	Colette	25 Avenue Victor Hugo	12000	Rodez
BELET	André	Seveyrac	12330	Salles - La - Source
BERTRAND			81000	ALBI
BONAVITACOLA	Michel	21 Val de Frosines	31180	St Genies Bellevue
BONNEAU	Daniel	Rue du Collet	6970	Speracedes
BURY	Patrick	B.P 229	6304	Nice Cedex 4
CANNAT	Guillaume	15 Ave Gambetta	92410	Ville D'Avray
CARAMAN	G.	1 Rue du Gaz	12000	Rodez
CARLIER	Caroline	Bld Gambetta	91130	Ris - Orangis
CARRAU	Gilles	7 Rue Jean de la Fontaine	31600	Labastidette
CASTELBOU	Michel	Les Clauzes	12150	Lapanouse de Sévérac
CAVADORE	Cyril	Résidence Le Capitan	31520	Ramonville St Agne
CAZES	Andrée	Maruts	12600	Thérondels
CENSI	Marc	Place de la Mairie	12000	Rodez
CORP	Laurent	33 Avenue de Paris	12000	Rodez
DUBAN	Michel	Chemin du Jas de la Lebre	13420	Gemenos
DUMONT	Michel	1 Impasse du Pressoir	89290	Champs sur Yonne
DURRIEU	Jeanny	1 Ave Camille Flammarion	31500	Toulouse
DURRIEU	Olivier	1 Ave Camille Flammarion	31500	Toulouse
FAIDIT	Jean - Michel	Planétarium de Montpellier	34007	Montpellier
FAURE	Gérard	Le Parc de la Chatelière	38760	Varces-Allières-Risset
FENIOU	Danielle	Le Camp Gras	12850	Onet - Le - Château
GAILLARD	Boris	Rue du Mas Lemanon	34070	Montpellier
GARRO	Stéphane	Horizon 1800	5170	Orcières - Merlette
GRAFFAND	Jean - François	Ave. Du Ségala	12240	Rieupeyroux
GRAFFAND	Jean - Paul	Ave. Du Ségala	12240	Rieupeyroux
GRIMAL	Christian	97 Rue Revelongue	31180	Toulouse
GUYADER	Joel	Le Floréal	31400	Toulouse
HOFFER	Guy	9 Bd de la Gare	31500	Toulouse
JOURNALISTE			12000	Rodez
JOURNALISTE			12000	Rodez
JOURNALISTE			12000	Rodez
LAMBOLEZ	Alexandre	1 Ave Camille Flammarion	31500	Toulouse
LAZOU	Jean - Michel	54 RUE DE L'ILLE	67116	REICHSTETT
LE GUE	Alain	8 Rue Xavier Grall	22000	St Brieuc
LENDORMI	René	Rue des Bergeronnettes	12850	Onet - Le - Château
LOPEZ	Jean - Marie	Le Longjumeau	34000	Montpellier
MARTINEZ	Patrick		31200	Toulouse
MATHIEU	Michel	413 Rue de Boufflers	54520	Laxou
MAURY	Alain	B.P 229	6304	Nice Cedex 4
MAZEL	Jean	14 Rue Franklin	34500	Beziers - MJC Béziers
MONTVILOFF	Nicolas	12 Rue des Glaieuls	34070	Montpellier
MOSSER	Raymond	Cidex 2201	31820	Pibrac
PASCAL	Andrée	14 Rue Franklin	34500	Beziers - MJC Béziers
PAYRAU	Christine	13 Rue Dominique Turc	12000	Rodez
PELLEGRIN	Emmanuel		81360	Montredon-Labéssonnié
REY	François		12000	Rodez
RICHARD	Jean	Place de la Bascule	34520	La Vacquerie
SAGOT	Danielle	345 C Chemin des Confines	84170	Monteux
SEBASTIA	Thierry	La Gouzinie	12110	Aubin
TAKVORIAN	Renelle	Chemin des Florides	84800	L'Isle sur Sorgue
TOUILLAUD	Jean Francois	25 Bis Grande Rue	91620	La Ville du Bois
WEISSLER	Alain	Rue de Beethoven	75016	Paris
VIGNAUD	Marc	4A_	12000 (erre)	MILLAU BERNAY
FERVAL Eugène				
BARANCO	Sophie	CERFS	31000	TOULOUSE
PEYRON	Michel	ADEME	31000	TOULOUSE
PLANCHON	Olivier	Astroterre	83630	BAUDUEN
LEROUX	Christophe	Société Astro de Bourgogne		DIJON

CENTRE CULTUREL DEPARTEMENTAL
25 AVENUE VICTOR HUGO RODEZ

7 ET 8 Octobre 1995

Astronomie et
Protection du Ciel Nocturne

Exposition - Stands
Rencontres - Débats

avec

Astronomes amateurs
et Professionnels

MAISON DES JEUNES ET DE LA CULTURE
AVENUE ST CYRICE RODEZ

7 Octobre 1995 - 21 H

"L'Homme et le Cosmos
à l'aube du 21 ème Siècle"

Conférence - Débat

Sylvie Vauclair
Astrophysicienne à l'Observatoire
de Midi - Pyrénées

NOTE DE LA REDACTION

Remerciements :

Les organisateurs du Congrès remercient tout particulièrement la ville de Rodez, ainsi que la région Midi-Pyrénées toutes deux représentées par Monsieur le Président Marc CENSI, lequel, ayant pris part à notre Congrès, nous a vivement encouragé dans notre action.

Si le travail pour l'organisation du congrès a été impressionnant, la rédaction du rapport a été un véritable parcours du combattant. Il est le fruit du labeur d'une équipe soudée, motivée et enthousiaste que j'ai eu l'honneur d'animer.

Nous avons consigné tous les échanges essentiels qui nous ont été fournis ou rapportés pendant ces deux journées.

Malgré tout, certaines commissions ont rendu un rapport extrêmement succinct (voire inexistant). Il s'est donc avéré difficile de transmettre les messages exprimés.

Le comité de rédaction a tout mis en oeuvre pour que le maximum d'informations diffusées par les congressistes soient mises à la disposition de chacun.

Je rends hommage au travail remarquable de saisie des textes, effectuée en un temps record , par madame Carrau sans laquelle la publication de ce rapport n'aurait pas été possible.

Merci à tous ceux qui ont mis leur compétence au service des autres. Il s'agit de ceux qui ont écrit, réécrit, relu et affiné la présentation, j'ai nommé Danielle FENIOU, Guy HOFFER, Raymond MOSSER et Laurent CORP.

Nous publions volontairement l'intégralité des articles au mépris des répétitions ; ainsi, chaque partie se suffit à elle-même sans distorsion ni réduction.

Nous espérons que cet ouvrage sera pour vous le départ vers de nouveaux horizons.

Comité de rédaction : Michel BONAVITACOLA
Raymond MOSSER
Guy HOFFER
Patricia CARRAU

INTRODUCTION

La mission du congrès sur la "Protection de l'Environnement Nocturne" qui a eu lieu à RODEZ le 7 et 8 octobre 1995 était bien de sensibiliser, voire d'informer les congressistes sur la réalité du problème de "pollution lumineuse".

En effet, l'extrême diversité des intervenants a pu enrichir considérablement les débats. Il apparaît clairement qu'il ne s'agit pas d'un problème pour les seuls astronomes mais plutôt d'une gêne lumineuse ressentie par tous.

Une charte de protection de l'environnement nocturne existe ; des textes de loi sont prêts, cependant l'application des décrets tarde. Tout le monde doit se mobiliser et agir.
Loin d'être insensible à ce discours, les décideurs de notre pays conquis par le bon sens, le souci d'efficacité, d'économie que cela implique, semblent vouloir s'engager à réduire les problèmes occasionnés par la gêne lumineuse. Un simple "abat-jour" suffit à la limiter.

Des actions concrètes réussies ont d'ores et déjà eu lieu, menées avec mesure et responsabilité , dans un esprit de dialogue constructif.
De plus, les organismes officiels d'éclairage et d'environnement ont déjà abordé les questions de gênes et souhaitent travailler en collaboration avec des partenaires compétents afin de progresser dans la réduction des nuisances créées par la "pollution lumineuse". Quant aux professionnels de l'éclairage, il semble que tout effort et tout progrès soit perçu de manière favorable afin d'aller dans le sens d'une meilleure efficacité et intégration dans l'environnement.

Toutefois une réelle avancée ne peut avoir lieu que si l'on veille à ce que l'information et la formation soient assurées auprès du public comme auprès des jeunes générations.
En effet, ***"tout le monde a des yeux, de jour comme de nuit, car la nuit existe derrière les volets clos, elle fait partie de notre patrimoine, il faut la préserver".***

Le Comité d'Organisation
CORP Laurent
FENIOU Danielle
BONAVITACOLA Michel
MOSSER Raymond
RICHARD Jean

Congrès de Rodez

Alain Weissler

Le premier congrès sur la protection du ciel nocturne a été un véritable succès ! Ce qui a caractérisé ce congrès, c'est la grande qualité des intervenants et de leur communications, montrant l'ampleur des actions déjà entreprises, et la portée des projets d'actions proposés pour l'avenir. Que tous soient remerciés, ainsi que les organisateurs de la manifestation et notamment, le Centre de Protection du Ciel Nocturne "CPCN".

Les domaines abordés ont couvert un très large éventail de spécialités :

– Technologie de l'éclairage, usages et normes ;

– Aménagement du territoire, urbanisation et vie urbaine ;

– Zones géographiques à protéger :

- exemples sur le terrain ;
- observation de la voûte céleste aujourd'hui ;
- pollution lumineuse et photographies à grand champ ;
- dégradation d'un site.

– Droit à l'environnement :

- organisation de l'éclairage en France et responsabilités.

– Recherche et développement :

- modélisation des halos lumineux ;
- présentation de logiciels spécialisés ;
- réalisation de deux photomètres simples constructibles par tout un chacun ;
- mission "Cassiopée" à bord de la station "Mir" .

– Préservation du patrimoine :

la Voie lactée est un patrimoine culturel à préserver

– Sensibilisation du grand public :

- inventaire des activités en astronomie ;
- mesure "vulgarisée" de la luminosité du fond du ciel.

– Action au niveau des planétariums ;

– Propositions et actions envisagées :

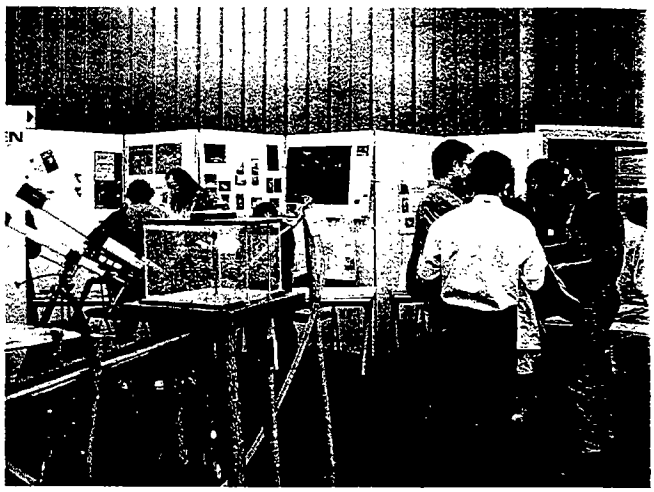
- impact sur le milieu naturel ;
- enjeux sociaux économiques ;
- la vision de nuit ;
- présentation du comité national (CNPPCN) ;
- rapport de la commission "aménagement du territoire", propositions et actions.

En dehors des instances astronomiques, étaient également représentés, à titres divers :

– l'AFE (Association Française de l'éclairage) ;

– l'ADEME (Agence De l'Environnement et de la Maîtrise des énergies de la région Aquitaine) ;

– l'EDF.



Le congrès de Rodez se déroulait durant la "Science en Fête". Différentes associations présentaient leurs activités au travers de stands accueillant le public.

Quant au Comité National Pour la Protection du Ciel Nocturne "CNPPCN", il constitue l'organe "inter-associatif" regroupant toutes les associations voulant en faire partie, pour l'accomplissement des objectifs du premier congrès de Rodez 1995. Sont constituants du bureau du "CNPPCN" :

– Président d'honneur :	Jean Kovalevsky (SAF)
– Président :	Alain Weissler (SAF)
– Vice-présidents :	Christian Bourdeille (AFA) Michel Laurent (SAF) Patrick Roth (ANSTJ)
– Secrétaire :	Alain Le Gué (SAF)
– Secrétaire adjoint :	Emmanuel Desvoires (SAF)
– Trésorier :	Nicole Dubief
– Conseiller technique auprès des collectivités territoriales :	Jean-Michel Lazou (SAF)
– Correspondants régionaux :	Laurent Corp Jean Fort Alain Le Gué Joël Minois Christian Nitschelm Gérard Oudenot

Une des tâches les plus importantes du CNPPCN est de faire évoluer le domaine du droit national et international, quasiment inexistant à nos jours en la matière.

Le CNPPCN a également pour but de servir de référence pour l'organisation des actions auprès des communes et des élus ; un dossier est en préparation. □

LA VIE QUOTIDIENNE

L'énergie lumineuse produite par une source varie en $1/R^2$ c'est à dire qu'à 100 m elle est 10 fois moins efficace qu'à 10 m.
Donc une lampe ne sert à rien à 50 m ou à 100 m de là.

Prenons le cas d'un lampadaire sur une autoroute : à 10 m le sol est éclairé, à 100 m le sol n'est plus éclairé. Par contre l'image de la lampe est visible à 1 kilomètre voire plus. C'est de l'éclairage direct. (conservation de la luminance).

La gêne apportée par une lampe porte très loin.
Par contre la zone efficace de la lampe est très réduite.
D'autre part, s'il est ébloui, l'oeil ne distingue pas les faibles constrates. Il s'agit simplement du rapport signal sur bruit.
On baigne dans une lumière éblouissante croyant bien faire mais notre oeil travaille mal. Il est constamment ébloui. Cela est comparable au vacarme d'une fête foraine où il faut hurler pour se faire entendre.
Ici ou là, il faut éclairer plus encore pour augmenter le contraste. Alors qu'il serait plus efficace de baisser le seuil de base.

Le meilleur éclairage est l'éclairage bafflé à l'image d'une lampe de chevet sur laquelle, on place un abat-jour pour ne pas être ébloui par l'ampoule.

Il en est de même pour la circulation ; il faut baffler les sources et ne jamais voir la source de votre véhicule (c'est un problème de sécurité).

Un bon exemple en est le métro de Marseille. L'éclairage intérieur est particulièmement réussi ; on ne distingue aucun tube, ni lampe.

Michel DUBAN - Astronome professionnel
Laboratoire astronomie spatiale - Marseille

POURQUOI UN CONGRES ?
MICHEL BONAVITACOLA / PRÉSIDENT DU CPCN

Depuis longtemps nous savons que le ciel nocturne se dégrade. Au 18ème siècle, Charles Messier observait les comètes et les objets célestes qu'il a catalogué depuis l'hôtel de Cluny à Paris. Aujourd'hui, dans nos villes de lumières, seules les étoiles les plus brillantes sont encore visibles.

A quoi cela est-il dû ? L'éclairage public en est totalement responsable. La lumière émise par nos villes est diffusée par les molécules d'air et la vapeur d'eau contenue dans l'atmosphère. Il en résulte une lueur générale qui masque les beautés du ciel. Ce halo crée un véritable rideau qui se ferme sur nous-mêmes et nous coupe de la nature.
Sans nous en rendre compte, une partie de notre culture s'effondre.
Lentement, sans bruit, la ville nous "vole" la nuit.
Les objets célestes deviennent des êtres théoriques, imaginés au travers de livres, vidéo et grandes messes cathodiques. Ils ne font plus partie de notre vécu.
A la campagne, le ciel est largement plus pur. Mais qu'en sera-t-il demain ? Quelle garantie avons-nous pour la sauvegarde de nos meilleurs sites dans les décennies à venir ? La réponse est évidente : AUCUNE.
(voir image Pic du Midi horizon nord - voir couverture) page 110...

D'où l'idée d'un congrès.

1 - GENESE DU CONGRES

Depuis plus d'un an, nous avions constaté au sein des rencontres Interclubs Midi-Pyrénées que les amateurs et les clubs avaient tous les mêmes problèmes : comment et où trouver un bon site d'observation ?

Le site étant trouvé, quelles garanties a-t-on de conserver sa qualité première ?

Nous sommes complétement démunis, ballotés par des idées contradictoires et certainement placés face à une montée en puissance universelle et non maîtrisée, voire anarchique, de nombreuses sources de lumières souvent injustifiées et intempestives.

A contrario, nous constatons un public s'intéressant de plus en plus à l'astronomie. Il n'y a qu'à relever pour cela le succès populaire remporté par "la nuit des étoiles filantes" ainsi que "la fête de la science".
Il est temps de faire le point et d'en évaluer les enjeux. Si nous n'agissons pas, personne ne le fera à notre place.

Un congrès pourquoi ?

1) Faire un état des lieux

Les objectifs de ce congrès sont :
- évaluer, répertorier, analyser les causes de la dégradation du ciel nocturne en France.
- analyser les progrès scientifiques et les perfectionnements techniques propres à réduire ce type de nuisances.
- inventorier les juridictions actuelles concernant les foyers lumineux et leurs mises en oeuvre (droit français, européen, international, conventions...) et identifier les organismes et institutions avec lesquels il faudra dialoguer.

2) Identifier les enjeux

3) Agir

- générer des propositions visant à réduire ce type de nuisance sur le territoire et initier une sauvegarde des zones géographiques où le paysage nocturne n'est pas encore affecté.
- initier un dialogue constructif et réaliste entre les pouvoirs publics, collectivités locales, professionnels de l'éclairage d'une part et d'autre part les utilisateurs et adeptes des paysages nocturnes.

Deux ouvrages ont particulièrement guidé notre démarche :

- *Le rapport de l'Académie des Sciences de Monsieur Kovalevsky* qui pose correctement et méthodiquement le problème et énumère des pistes de réflexions.

Monsieur Kovalevsky absent et retenu ce week-end par un autre congrès hors de nos frontières, s'est fait excuser. Mais il désire être informé de notre réflexion et de notre démarche.

- *Le rapport de la FAPAM* (Fédération d'Astronomie Populaire Amateur du Midi) est un document simple destiné au grand public et aux décideurs ; il appelle à les sensibiliser à ce type de nuisances.

Merci à Jean Marie Lopez, présent dans cette salle aujourd'hui et également auteur de ce rapport.

Les deux ouvrages de références représentent la base même de notre action.

Position du problème :

- La planche 2 montre la dégradation du site au niveau de l'observatoire de Kitt Peak (aux USA) entre les années 1959 et 1980 et ceci dû notamment aux éclairages directs de la ville de Tucson.
- La planche 3 est une image de l'Europe de l'ouest prise de nuit par le satellite Météosat.

Plusieurs constations s'imposent :

- Les zones très urbanisées comme le Sud Est de la Grande Bretagne, la Belgique, les Pays-Bas, l'Italie, l'Ile de France sont très éclairées.
- Les fleuves et les côtes sont parfaitement dessinés.
- L'Espagne, le sud de la France, la Corse sont bien moins dégradés voire sombre d'aspect.

Que donnera cette image dans 10 ou 20 ans ?

Dans son rapport à l'Académie des Sciences, Jean Kovalevsky traite de la dégradation du fond du ciel au cours des temps. Il constate une évolution importante du phénomène.
La planche 4 résulte de mesures photométriques prises dans différentes gammes de spectre à l'observatoire de Haute- Provence entre 1971 et 1977.
Le rapport, signal de la source (intensité de l'objet céleste) sur bruit (intensité du fond de ciel perçue) devient plus mauvais au cours du temps.
La source est de plus en plus difficilement perçue, et plus grave encore, il devient impossible dans certaines gammes de spectre (couleur) de différencier ce qui vient de la source (objet céleste) de ce qui est dû à l'éclairage urbain.
Certains sites deviennent inutilisables pour la base même de l'astrophysique qu'est la spectroscopie.

2 - UN PEU D'HISTOIRE

- *1980* : Rapport de l'U.A.I. (1) et de la Commission Internationale de l'éclairage analysant l'origine des lumières parasites entrant dans les télescopes. La relation avec l'éclairage urbain est directe et sans équivoque.

- *1984* : Rapport de l'Académie des Sciences sur la protection des Observatoires Astronomiques Professionnels.

- *1988 et 1992* : Espagne : loi votée et textes législatifs pour protéger l'Institut d'Astrophysique des Canaries.

Précédemment : en Australie des réglements locaux sont signés tandis qu'aux Etats Unis des accords visent à protéger les observatoires professionnels. Dès 1972, l'Association "Dark Sky Association" est très active (publications de bulletins, diaporama grand public, etc...).

- *1992* : Sous l'égide de l'UNESCO et organisé par l'U.A.I., le Comité International des Unions Scientifiques analyse les impacts sur l'Astronomie de la "pollution lumineuse" dans le cadre des problèmes d'environnement.

- *1993* : Signature par les principales associations d'astronomie amateur de France d'une charte pour la préservation de l'environnement noctunre. Celle-ci s'inscrit dans l'objectif global énoncé pour le droit des générations futures de la Fondation Cousteau.

CHARTE POUR LA PRESERVATION DE L'ENVIRONNEMENT NOCTURNE

Attendu que l'alternance du jour et de la nuit règle depuis un milliard d'années la vie animale et végétale sur la planète Terre,

Considérant que le ciel nocturne est un élément naturel et inaliénable de l'environnement de l'homme sur la planète,

Constatant que l'éclairage public et privé est indispensable à la vie sociale dans les domaines du confort et de la sécurité, mais que la prolifération d'un éclairage urbain et routier mal conçu constitue une menace pour l'équilibre naturel de la Vie et pour l'existence d'un ciel nocturne étoilé, les dispositions suivantes seront appliquées pour tout éclairage public ou privé :

Article 1 :

De façon générale, l'éclairage public et privé doit être limité en intensité et en durée aux stricts besoins de la population et aux impératifs réels de sécurité.

Article 2 :

Tous les appareils d'éclairage extérieur doivent utiliser des capuchons réflecteurs efficaces, de manière à éclairer uniquement ce qui doit être vu ; en aucun cas la lumière émise ne sera dirigée vers le ciel où elle constitue une pollution pour la végétation, la faune nocturne, l'astronomie, l'aviation.

Article 3 :

Pour éviter tout gaspillage d'énergie, on utilisera en priorité absolue les lampes ayant le meilleur rendement énergétique : type sodium à basse pression ou tout autre système qui pourrait être développé à l'avenir.

(1) U.A.I. : Union Astronomique Internationale

Article 4 :

Les éclairages de monuments, d'enseignes publicitaires, de tous autres édifices ou lieux, doivent être éteints au plus tard à 23 heures sur tout le territoire français, sauf dérogations exceptionnelles accordées pour des raisons de sécurité.

Article 5 :

Pour satisfaire aux exigences ci-dessus, des réglementations strictes doivent être arrêtées et appliquées et des campagnes publiques d'information organisées tant auprès des particuliers que des collectivités locales.

3 - LA POLLUTION LUMINEUSE EN FRANCE

Aujourd'hui en France la situation est dégradée dans le nord et globalement dans le sud-est, assez variable d'un endroit à l'autre.
Il reste encore des sites très corrects (Pyrénées, Massif Central, Alpes du Sud). Ce sujet sera abordé longuement dans la "commission aménagement". Un inventaire est en cours afin d'identifier et de trouver les moyens juridiques destinés à les sauvegarder.

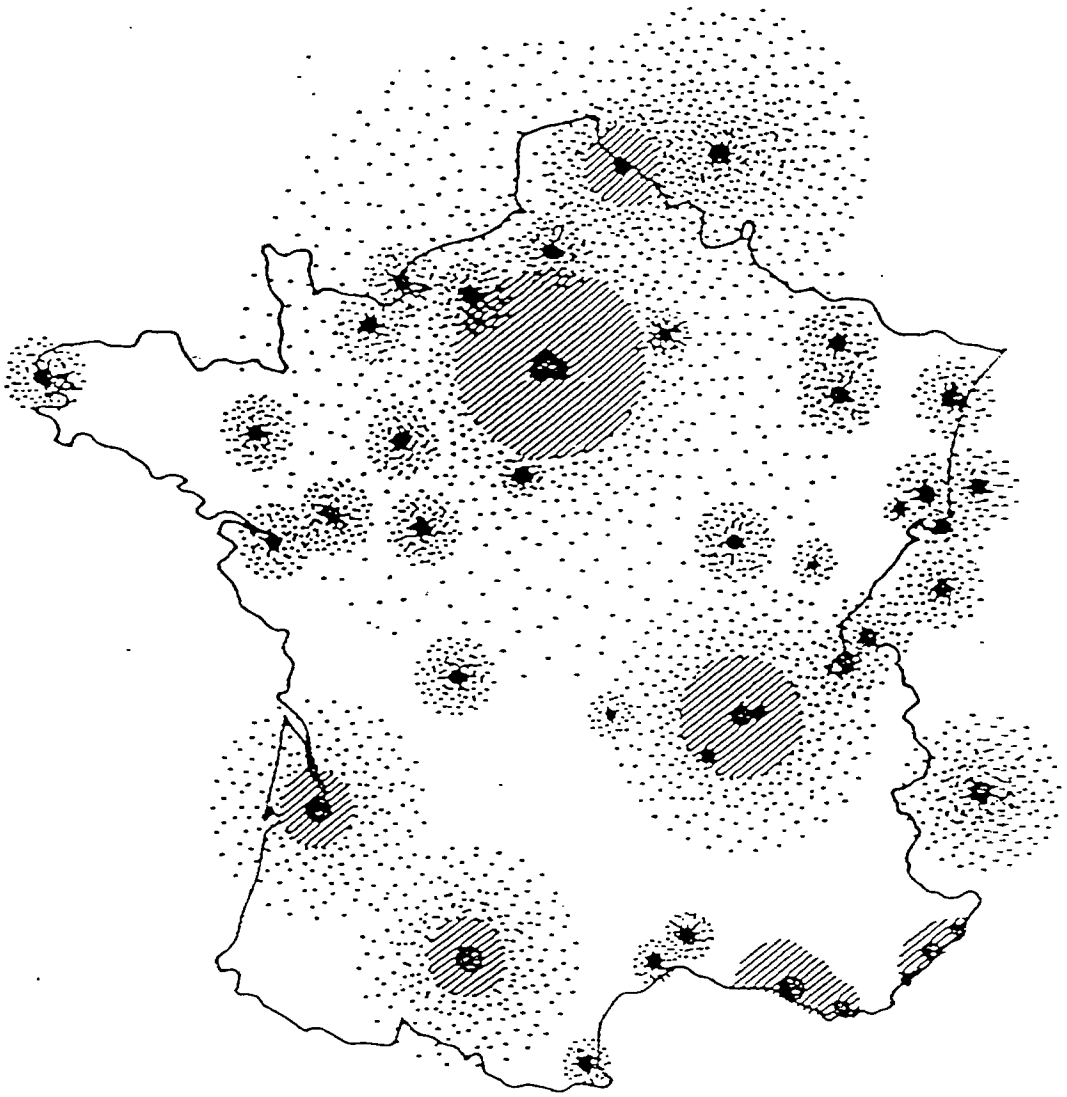


PLANCHE 1

Les zones hachurées correspondent aux zones les plus défavorables à l'observation du ciel en raison de la pollution due notamment à l'éclairage.
Les zones en pointillés correspondent à des conditions médiocres.

4 - LES TYPES D'ECLAIRAGE

Il me semble important d'inventorier les sources d'éclairage et leurs types.
Ces sources sont multiples et correspondent toutes à des besoins très spécifiques. D'autre part, elles ne sont pas toutes soumises aux mêmes normes ni aux mêmes mécanismes institutionnels pour leur mise en oeuvre.

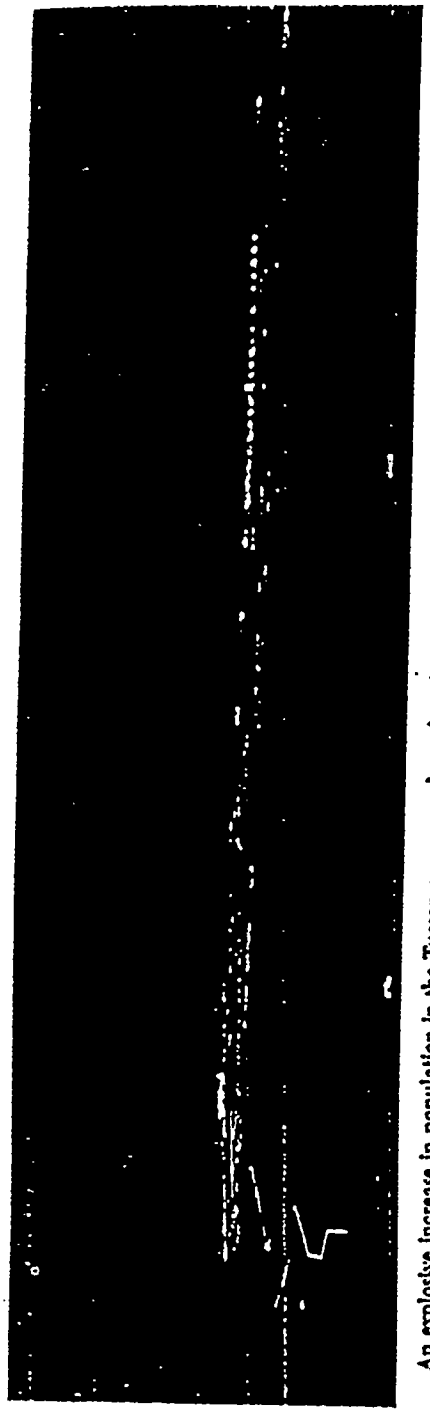
Nous devons identifier cela :

- Voies de communication :
  - axial : autoroutes, routes, avenues, lotissements
- Zones aéroportuaires
- Phares, ports
- Zones de travail :
  - zones industrielles et artisanales
  - zones commerciales
  - gares (triage, voyageurs)
- Privé :
  - sécurité
  - esthétique
- Prestige :
  - Bâtiments (monuments)
  - patrimoine
- Loisirs :
  - Stades / tennis
  - boîtes de nuit (laser)
  - Fêtes
  - Promenades (front de mer, pistes de ski éclairées)
  - Parcs de loisirs
- Publicité :
  - Enseignes / panneaux lumineux
  - lasers
- Armée :
  - zones classées sensibles
- Télécommunication :
  - relais, sécurité des avions

D'autres catégories existent certainement ; le problème est donc multiple.

Nous devons savoir qui décide, qui réalise et où s'arrête la compétence de chacun des intervenants ... bien connaître les normes...
Le chantier est complexe et multiple. Mais nous sommes têtus et obstinés, donc décidés à faire changer les mentalités.

Un constat flagrant :
la ville de Tucson à 20 ans d'intervalle



An explosive increase in population in the Tucson area caused an alarming growth in light pollution, as evidenced in these photographs from Kitt Peak National Observatory in 1959 (*above*) and 1980 (*facing page*). The dark skies over that observatory were being threatened.

PLANCHE 2

source : JM Lopez
FADAM

PLANCHE 3

source : PHOTO satellite géostationnaire juin 95

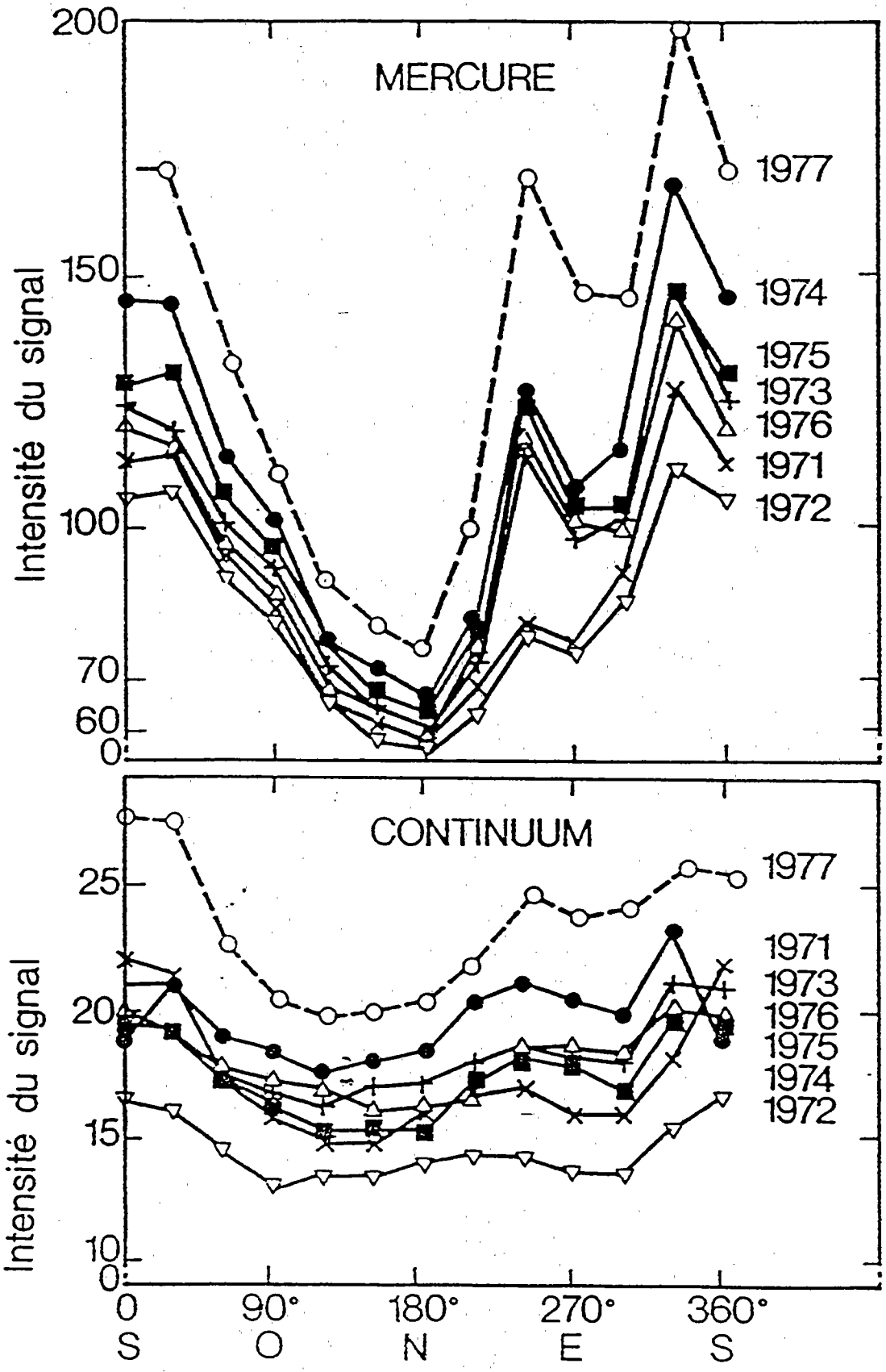


Fig. 3 — Évolution des intensités lumineuses du ciel nocturne entre 1971 et 1977 à une hauteur de 15° au-dessus de l'horizon à l'Observatoire de Haute-Provence, autour des raies du mercure et dans l'ensemble du spectre.

D'après H. M. Assesi (Service d'Aéronomie du CNRS). L'asymétrie Nord-Sud s'explique par l'éclairement produit par les agglomérations sur la vallée de la Durance (Forcalquier, Sisteron).

J. ROVALESKY
source : rapport de l'académie des sciences

PLANCHE 4

MONSIEUR ALAIN LE GUE
SAF / CORRESPONDANT DE L'IDA POUR LA FRANCE

Je suis un amoureux du ciel étoilé et je m'insurge de ne plus pouvoir observer mes objets favoris et ce, au milieu d'une débauche d'énergie lumineuse.
Voici des exemples précis : lampadaires anciens et obsolètes, "design" mais peu efficaces, illuminations d'églises, enseignes, publicité lumineuse.

Cependant, je sais qu'il existe des lampadaires efficaces. Par une action concertée (astronomes, clubs, associations), nous pouvons réduire la pollution lumineuse si dommageable à la recherche, l'observation et la contemplation.
Et ce faisant, nous réduirons également les gaspillages d'énergie tout en maintenant la sécurité apportée par l'éclairage public.
L'union fait la force, dit-on... et de l'union, de la concertation, de l'entente mutuelle entre amateurs et professionnels, il faudra réaliser cette union.

Au fait, que représente l'IDA (International Dark Sky Association) ?
Voici les faits : il y a une trentaine d'années, dans le sud de l'Arizona (USA), le niveau de dégradation du fond du ciel augmentait de manière très alarmante (20% par an). Les astronomes de Kitt Peak notamment, se désespéraient de cet état de fait. Ils décidèrent de se battre et c'est ainsi qu'en 1970 ils créaient l'IDA et sensibilisèrent les autorités de Tucson (principale ville coupable). En 1972, les premières mesures municipales furent prises en vue de limiter les nuisances. Suite à cela, la municipalité et le district de Tucson décidèrent d'adopter une démarche encore plus volontariste en changeant de technologies au travers notamment d'un comité de concertation dont les astronomes de Kitt Peak étaient partie prenante.
Cette démarche devait s'avèrer payante. Aujourd'hui d'autres villes et districts autour de Tucson ont adopté la même démarche.

Conclusion : les observatoires du sud de la Californie sont aujourd'hui bien protégés. Pour clôturer cette aventure, disons que la voie lactée est visible à ce jour du centre de Tucson (600 000 habitants).
Au vu des résultats de l'IDA, les bonnes idées font aujourd'hui leur chemin chez les industriels, Illuminating Engineering Society, The International Commission on Illumination. Elle recense actuellement plus de 400 membres dans 41 états des USA et dans 17 pays (dont la France).

Les diapositives présentées sont en vente au siège de l'IDA (référence 1). Elles constituent un tour d'horizon du monde actuel (1993).
Ce sont des images de satellites météorologiques gravitant à 1 000 km d'altitude.
Nota : ces diapositives étant copyrightées, aucune copie ni reproduction ne peut vous être fournie (sauf accord des auteurs).

Voici une diapositive montrant le monde entier (montage). Toutes les lumières ne sont pas dues à l'éclairage urbain. Il y a également :

- les champs de pétrole et gazier (Sibérie, golfe persique etc...)
- les feux de forêts (Brésil, Centre-Afrique...)
- Pêcheurs de calmars en mer du Japon notamment ...

Toutefois, on note une corrélation très importante entre les zones éclairées et la densité de population, raisonnement qui ne surprendra personne.

Les satellites sont sensibles au spectre visible mais également au proche infra-rouge. Techniquement ils ne reflètent intrinséquement pas le niveau de luminosité des sources lumineuses (photométrie) mais la surface des taches de lumières engendrées par les agglomérations.
Détail intéressant , regardez attentivement l'image relevée de la Belgique. On voit parfaitement les autoroutes, fait normal car elles sont éclairées. Historiquement dans un premier temps ceci a permis une diminution de la fréquence des accidents. Toutefois le résultat actuel semble bien plus contrasté. Y voyant mieux, les automobilistes se sentent plus en sécurité. La vitesse a pris le dessus et, avec le temps, les accidents sont en recrudescence, donc plus violents et bien plus fréquents.
Bonjour les dégâts ; ainsi, l'éclairage des autoroutes ne donnerait pas les résultats escomptés.

Voici l'adresse de l'IDA :

International Dark Sky Association
3545 N Stewart Ave, TUCSON AZ 85716 (USA)

MONSIEUR FRANCOIS REY
MAIRE D'ONET LE CHATEAU
VICE PRÉSIDENT DU CONSEIL GÉNÉRAL DE L'AVEYRON

Merci aux organisateurs d'avoir choisi l'Aveyron pour ce qui est une première : le premier congrès national sur la protection de l'environnement nocturne. J'agis ici en qualité de président du SIEDA (1), organisme traitant localement de l'éclairage public. Nous sommes responsables de tout ou partie des nuissances que vous relatez et certainement coupables.
Certes des erreurs ont été commises et particulièrement cela tient d'une mauvaise conception de l'éclairage. A ma connaissance, aucun organisme à ce jour n'avait aussi clairement posé le problème de la protection de l'environnement nocturne.

Votre congrès attire avec intérêt notre attention sur ce type de nuisance. Votre problème, je devrais dire notre problème est bien réel et des actions positives comme la vôtre déclenchent l'attention des décideurs que nous sommes.

Soyez-en, au nom de tous ici, simplement félicités.

En tant que responsable politique de l'éclairage public, mon devoir est d'assurer la sécurité des biens et des personnes. Ce devoir de sécurité doit tenir compte également des contraintes de coût. Ce coût doit être faible et ne peut pas justifier n'importe quoi. Il ne doit pas malgré tout engendrer des nuisances sous prétexte d'un travail mal exécuté. Car il faut dès lors refaire ce qui a été maladroitement élaboré.

Les nuisances que vous relevez semblent contrairement à certains tout à fait réversibles.
Ce matin, vous avez évoqué une charte ainsi que des textes, des conventions signés au plus haut niveau.
Votre congrès doit permettre de porter à notre connaissance ces documents afin que chacun puisse en tirer partie et les appliquer.
Le législatif doit clarifier la situation de façon à ce que l'on puisse inverser la tendance.
D'autre part, des syndicats d'électricité existent dans chaque grande ville. Tout le monde sait qu'EDF produit de l'électricité et la distribue. En zone rurale, la distribution aux collectivités locales est gérée en concertation entre EDF, les syndicats communaux et les collectivités locales.
Ces syndicats communaux sont regroupés au sein d'une fédération nationale : la FNCCR (20 boulevard de la tour Mauboug à Paris).
Je vous incite à travailler avec cette fédération qui se montrera sensible, je n'en doute pas un seul instant, à la mission qui vous anime.
Faites une intervention après congrès auprès de cette fédération mais également auprès de l'association des maires de France. Travaillez en collaboration avec eux, informez-les, formez-les à vos problèmes.

La volonté des maires est de faire "bien". Ce sont des gens éminemment responsables qui sont pleinement conscients de ce qui est juste. Ils ont du bon sens.
Ils doivent, tous, la sécurité à leurs administrés. Aussi souhaitent-ils être sensibilisés, mais sachez qu'ils sont sollicités en permanence par des éclairagistes, des urbanistes, des designers, des paysagistes, des architectes, des organismes qui tentent tous de vendre leurs produits. C'est un monde mercantile et concurrentiel. Les maires sont à même d'être sensibilisés. A vous de travailler en ce sens.
Une formation est fondamentale et indispensable en complément d'actions législatives.
En conclusion, ouvrons les yeux tous ensemble vers l'avenir .

Note de la rédaction , lire en annexe : la prospective de la ville d'Onet le Château (les lumières de la ville)

(1) SIEDA : Syndicat Intercommunal d'Electrification Départemental de l'Aveyron

MONSIEUR LEMAIGRE - VOREAUX
ASSOCIATION FRANCAISE DE L'ECLAIRAGE

L'AFE, l'Association française de l'éclairage, est une association loi 1901, créée en 1930.
Son objectif est de "mieux utiliser la lumière et promouvoir l'éclairage de qualité". Elle rassemble 1500 adhérents d'horizons divers : professionnels de l'éclairage, architectes, urbanistes, médecins, ingénieurs...
L'association est un lieu de contact et d'échanges entre toutes les personnes intéressées par la lumière.

Outre l'activité du comité national, elle fédère et anime un réseau de cellules locales. L'activité principale de l'association est par nature scientifique et technique. Le comité national se réunit tous les deux ans en congrès. Il édicte des recommandations. D'autre part, celles-ci sont relayées au niveau de nos centres régionaux et répercutées au sein de la commission internationale de l'éclairage dont nous sommes membres.
(voir en annexe l'article : "l'association française de l'éclairage").

Nous éditons des publications nationales et internationales et réalisons des actions en formation, des stages et publions nos cours.
Le comité international de l'éclairage est divisé en 7 sections. Celle qui intéresse les astronomes est la division 4 :

- éclairage public / sécurité / signalisation
- en particulier, le comité 421 s'intéresse aux incidences de l'éclairage sur l'astronomie.

La division 5 traite de l'éclairage des villes et doit également vous concerner.
Les membres de cet éminent congrès peuvent très bien s'impliquer dans nos travaux. Leur message sera parfaitement compris et, j'en suis persuadé, sources de recommandations clairement identifiées auprès des professionnels de l'éclairage.

Je dois toutefois vous mettre en garde contre des dérives potentielles de groupes privés animés par des considérations purement mercantiles : association de concepteurs de lumières, architectes, décorateurs, designers, qui sous prétexte d'esthétique font fi des considérations de base. Ils font, cela dit de la manière la plus claire, du n'importe quoi !
C'est le risque de vouloir apporter de l'esthétisme, sans contraintes, occasionnant des abus. Il faut réaliser des contrôles et respecter les normes et directives.

Question de Monsieur Bonavitacola :
"Vos cours ont servi de référence à l'élaboration de notre commission technologie ... Pourriez-vous nous dire où se les procurer et à quel prix ?"

Réponse obtenue :
"Au siège de l'association :
AFE
52 boulevard Malesherbes
75008 Paris
au prix de 350 Frs environ."

MONSIEUR MICHEL PEYRON
ADEME

L'agence pour la défense de l'environnement et la maîtrise de l'énergie est un organisme d'état sous tutelle du ministère de l'industrie, de l'environnement et de la recherche.
Elle s'intéresse aux usages et conseille notamment les communes qui le demandent au niveau du bilan de consommation d'énergie.

Comment mieux consommer ? Comment par exemple rationnaliser l'éclairage public et obtenir des gains notamment au niveau des budgets communaux ...

L'éclairage public procède du domaine à la fois technique et irrationnel. Pourtant, au regard des budgets communaux, des gains substantiels peuvent être envisagés en terme de consommation d'énergie, atteignant souvent 25% en ce qui concerne l'éclairage public.

Nous développons cette démarche dans la commission "technologie de l'éclairage". Le gain potentiel n'est pas tant à considérer par rapport à l'ensemble du budget communal mais plutôt en termes de gain financier et réductions de dépenses sur ce poste ce qui, pour une commune, équivaut à rendre disponibles des sommes pour d'autres postes.

L'ADEME est divisée en trois secteurs :
- Paris : la direction
- Angers : secteur traitant de la pollution
- Valbonne : secteur responsable des actions de maîtrise de l'énergie et des aspects techniques.

Les directions régionales (dont celle de Toulouse à laquelle je suis rattaché) sont proches des instances locales.

L'ADEME regroupe 620 personnes sur 15 régions.

L'ADEME est un organisme de conseil qui fournit son aide à la prise de décisions et à la recherche de financements. Elle n'est pas, comme on pourrait le croire, un organisme de prêt à l'amélioration d'équipements.

Note de la rédaction : une liste des agence de l'ADEME est fournie en annexe.

MONSIEUR PIERRE LUX
AIR LUX / ALBI
Directeur, distributeur d'ensembles d'éclairage

Notre société est membre de l'association Française de l'éclairage (et membre de "Toulouse-concepteur lumière").
Nous sommes essentiellement des concepteurs et comprenons votre combat. Nous revendiquons la création d'éclairages intelligents, bien adaptés, évitant toutes nuisances sur l'environnement.

Nous fournissons du matériel, notamment pour la voirie, équipé de lampe sodium haute pression (ou comportant un accessoire optique à l'intérieur même du luminaire).

Nous collaborons avec les syndicats d'éclairage, les communes, les districts et répondons à des appels d'offres dans un climat concurrentiel.

Avec l'ouverture des marchés européens, arrivent sur le marché français des produits bas de gamme. Ceux-ci intéressent les municipalités par leurs coûts mais sont conçus sans tenir compte des références , des directives ou des normes.
Il faut être vigilant. J'attire votre attention sur le matériel bas de gamme et des actions à faire valoir pour limiter cet état de fait ; il faut définir des produits respectueux de l'environnement.

ETAT D'ESPRIT
JEAN-MICHEL LAZOU / SAF - CNPPCN

J'ai parcouru de nombreux kilomètres pour venir dans cette région lointaine, en réalité au coeur de l'Europe pour me retrouver participant d'un congrès, le premier du genre, concernant des choses encore plus lointaines : le fond du ciel et des étoiles.
Il s'agit d'un sujet de notre vie de tous les jours ("toutes les nuits") puisque la lumière de nos villes et campagnes constitue ce que l'on nomme, même si le terme peut paraître un peu fort, la pollution lumineuse.
Je me retrouve tout à fait, dans le titre de ce congrès, où il s'agit d'aborder cette question du point de vue de l'environnement.

Ma contribution pendant ces deux jours sera, je l'espère, quelque peu utile du fait de certaines expériences quant aux choix et aux décisions que doivent prendre les élus dans le domaine de l'éclairage public à la fois facteur de confort et de sécurité mais aussi générateur de quelques troubles pour les amateurs (et bien sûr les professionnels) de l'astronomie, mais on le verra probablement aussi pour d'autres spécialistes et même, je le pense, pour tout le monde.
Si je suis un élu municipal depuis quelques années, je suis également et depuis beaucoup plus longtemps un astronome amateur, membre de la SAF et accessoirement secrétaire du groupe Alsace de la SAF.
C'est pourquoi j'aurai l'occasion d'aborder le sujet de façon non polémique puisque précisément ce que j'ai fait modestement dans ma commune mais de façon significative, d'autres peuvent le réaliser, il s'agit en fait de la gestion du problème de l'éclairage public et de la pollution lumineuse, d'y trouver des solutions à la fois économiques, efficaces et écologiques au sens qui nous rassemble aujourd'hui, tout en permettant de mettre en valeur quelques sites ou édifices à privilégier sur le plan de l'esthétique.
J'aurai l'occasion d'être plus précis et très concret par la suite mais je voudrais indiquer ici pour cette première intervention l'état d'esprit avec lequel j'ai débuté et la méthode qui en a découlé et permis d'avancer me poussant à franchir les petites frontières de ma commune (5000 habitants) pour engager d'autres maires à s'orienter dans la même voie lorsque cela était possible : ce qui fut le cas de Strasbourg (256 000 habitants) population se positionnant entre Bordeaux et Toulouse et englobant certaines communes de notre agglomération urbaine (430 000 habitants) soit sensiblement le nombre d'habitants de la ville de Lyon.

Actuellement, c'est au niveau du département et de son département voisin que des échanges se créent. Du fait probablement que je suis un élu, même si c'est au premier échelon, et de ce fait peut-être, que l'accueil n'a pas été défavorable et des perspectives ouvertes.
J'ai pu faire modifier une loi au Parlement en février dernier pour soumettre à autorisation l'installation de "lasers".
J'insisterai sur le fait que d'autres avec moi se sont regroupés au sein d'un Comité national fondé à Paris en janvier 1995 dont certains d'entre nous font partie et dont nous reparlerons plus tard avec Michel Laurent, Alain Weissler et d'autres.
C'est ce que je voudrais dire concernant l'état d'esprit qui me paraît le plus sain et permet d'être plus crédible et plus efficace pour aborder le sujet de la pollution lumineuse du ciel nocturne. Ce sont deux notions qu'on utilise souvent à tort et à travers, mais qui veulent quand même dire quelque chose ; c'est le sens de la mesure des responsabilités et du dialogue.
Parlons un peu de la pédagogie qui doit exister entre élus.
Il ne faut pas traiter le problème comme si la pollution lumineuse était la chose la plus dramatique au monde. Il y a des pollutions autrement plus graves (eau, air) et de plus il ne faut pas oublier que la pollution lumineuse à l'inverse des autres et, c'est une chance qui doit devenir un argument si on sait bien le présenter, la pollution lumineuse est réductible, gommable, effaçable très facilement et ne laissant aucune séquelle ni cicatrice sur Terre.

Il ne faut pas traiter les éclairagistes, les constructeurs, les vendeurs de matériels et les distributeurs d'énergie (EDF et ses filiales) comme d'indéfectibles personnages habités par l'unique intérêt de l'argent et des marges bénéficiares ou tout à fait insensibles à la protection de l'environnement y compris le patrimoine que représente le ciel nocturne.
C'est vrai qu'ils vendent ce qu'on leur commande, c'est vrai aussi qu'il peut arriver que certains ignorent les valeurs que nous défendons, mais peut-être parce qu'ils n'ont jamais été invités à venir admirer ce que les astronomes amateurs auraient à leur faire découvrir. Je dirais même, et ça peut faire réfléchir, que ce serait un devoir, pour les clubs d'astronomie de faire cette démarche auprès des éclairagistes et des distributeurs d'électricité (ainsi qu'aux élus bien sûr).

Si cela est bien fait, cela produit des effets inespérés.

Ce qu'il ne faut pas faire, me semble-t-il, c'est traiter les responsables et notamment les élus, les maires qui, comme vous le savez, sont en charge de l'éclairage public, comme des personnes hostiles ; on pratiquerait alors l'amalgame "élu = électeurs = élections= j'en mets plein la vue", c'est le cas de le dire.

Non. Le rôle de maire d'une commune est de gérer sa cité et de garantir les meilleures conditions de vie à ses habitants, de jour comme de nuit, et la nuit le problème qui se pose à lui, alors qu'il ne se pose pas à l'astronome amateur derrière son oculaire, c'est le problème de la sécurité.
Pourquoi faudrait-il que le maire se plie aux injonctions de l'astronome ? Pourquoi l'astronome ne viendrait-il pas partager avec lui sur le terrain la gestion des risques qui se posent à toute collectivité et en toute connaissance de cause ; l'astronome amateur pourrait être un conseiller "éclairé" au bon sens du terme pour assister et conseiller.
Alors nommons un conseiller municipal ! direz-vous, "ça c'est de la politique". Précisément oui, c'est la gestion de la cité et de la vie quotidienne des gens pour tout ce qui concerne l'espace public.
Tout le monde n'a pas envie de se lancer dans la vie communale, tel était mon cas auparavant ; mais je crois que c'est la seule manière pour faire vite et bien, et surtout je dirais pour être crédible et ainsi pouvoir ouvrir les bonnes portes, trouver les interlocuteurs qu'il convient.
Alors quand on n'est pas un élu ou que l'on veut rester en dehors de cela, au moins faut-il aller à la rencontre des responsables, chercher à les intéresser pour tenter de les convaincre. Ne pas se pourvoir d'une pétition, avoir quelque chose à donner (et non pas à exiger), quelque chose à montrer, quelque chose à expliquer et proposer, de façon crédible, des solutions concrètes.
Et tout ceci amène à la notion de dialogue. Tout le monde l'a compris et je n'insisterai pas, sauf sur un point : les gens passionnés n'ont pas toujours conscience lorsqu'ils font la démarche de rencontrer des responsables de service ou des élus que ceux-ci n'ont pas forcément le même intérêt que nous. Quand on est passionné par quelque chose, l'intensité est telle qu'on fait un peu évoluer le monde autour de sa passion. Surtout lorsqu'on est jeune ; la passion, c'est bien connu, fait rester jeune longtemps encore.
On a du coup tendance à croire que n'entrant pas dans le champ de l'intérêt de leur passion, ils résistent, ne comprennent rien ou ne veulent pas comprendre, y sont même hostiles. Bref on pense que pour ne pas trouver qu'un ciel étoilé, sans lumière artificielle, sans pollution lumineuse, c'est extraordinaire, il faut être vraiment nul !
Je suis sûr que c'est la réflexion que se font la plupart des astronomes amateurs, du moins pendant une certaine période de leur activité.
C'est certainement inconsciemment ou en tout cas involontairement, qu'on juge son interlocuteur, virtuellement comme un ignare ou un ennemi. Comme en plus il a un certain pouvoir , celui de décider, on est mal à l'aise et cela se traduit par un ton agressif ou de défiance de la part de celui qui vient demander quelque chose, justement parce ce que ce qu'il demande tourne autour de son intérêt à lui, et pas dans le champ d'intérêt de son interlocuteur.
Il n'est pas inutile de le rappeler quand, hélas, on continue dans la forme et dans des termes à être souvent maladroits.

Exemple de la revue "Astronomy" de septembre 1995 :

"To win the war on light pollution"

vaincre, gagner la guerre...

Le plus surprenant c'est que si vous lisez l'article, il est en lui-même constructif, positif sans agressivité ni défi. Un peu comme l'était l'article de Madame Benoit Browaeys dans "Ciel et Espace" de juillet/août dernier que j'ai trouvé bien construit.

Il faut probablement, si l'on veut être constructif et optimiste, gager sur les plus jeunes, les enfants, les écoles. C'est avec eux qu'on dialogue le mieux, ils ont les yeux ouverts sur le monde ; ils sont à même de faire bouger les adultes, leurs maîtres et leurs parents.

Vous me direz qu'il n'y a pas d'astronomie dans les programmes scolaires. Il suffirait de le proposer, non pas dans les programmes officiels et obligatoires, mais dans le temps réservé aux activités d'une autre nature, sous la forme d'aménagement du temps libre, que toutes les écoles élémentaires ont le loisir de faire et qui sont intégralement subventionnables (inspection académique, jeunesse et sports, municipalité, parfois services de la région).

Les associations en sont les principaux acteurs, en doublure avec les enseignants. L'activité proposée dans ce cadre peut même être rétribuée au bénéfice des animateurs, mais surtout j'y vois un véritablement investissement pour l'avenir, un champ de sensibilisation et d'éducation au respect de l'environnement naturel, qu'il est facile de faire évoluer.

Certains le font déjà certainement et contribuent à préserver notre environnement nocturne en s'adressant ainsi aux plus jeunes. D'autres moyens constructifs et pertinents existent mais je laisse à ces débats le soin de nous les faire découvrir.

DIX PROPOSITIONS

1) Procéder à un diagnostic sérieux, un état des lieux exhaustif (chaque commune présente techniquement une situation spécifique).

2) Rechercher des aides et subventions d'investissement auprès des organismes tels que l'ADEME* (Agence pour le Développement, l'Environnement et la Maîtrise de l'Energie), Le Conseil Régional, l'EDF, ou ses filiales dans le cadre par exemple d'une charte Qualité-vie (60% de prise en charge à Reichstett - 5000 habitants, habitat essentiellement résidentiel, mais doté aussi d'une zone industrielle importante).

3) Choisir le meilleur rendement (actuellement les lampes au sodium haute pression voire au sodium basse pression qui sont encore plus économiques, mais ne s'adaptant qu'à certains lieux, qu'à certaines voies de circulation).

4) Equiper tous les luminaires de réflecteurs en aluminium brillanté pour l'éclairage routier, avec abat-jour couvrants ou parapluies à grilles larges pour l'éclairage résidentiel, d'ambiance ou décoratif.

5) Doter tous les luminaires d'un capot transparent vers le bas, pour protéger l'ampoule et pour éviter que des insectes soient décimés par brûlures (qui réduit d'autant la chaîne alimentaire des oiseaux, la reproduction des papillons, la pollénisation des vergers et des jardins).

6) Coupler les Lumandars (ou autres dispositifs qui assurent la mise en service et l'extinction des lampadaires) avec des variateurs d'intensité programmables (réduction de la puissance lumineuse à certaines heures et selon les saisons).

7) Focaliser les faisceaux d'illumination sur les édifices à mettre en valeur, sans débordement et -lorsque c'est possible- en lumière dite "solaire" (du haut vers le bas).

8) Eteindre ces illuminations d'une manière générale vers 22 ou 23 heures (sauf exception pour des raisons de sécurité notamment).

9) Proscrire toute agression lumineuse contre les espaces naturels et l'habitus animalier (projecteurs fixes ou mouvants de longue portée par exemple, maintenant soumis à autorisation préalable du Préfet, voir la loi du 2 février 1995, article 53).

10) Informer et convaincre les utilisateurs et les usagers du bon usage de la lumière artificielle au bénéfice d'une meilleure protection de l'environnement en général, et du ciel nocturne en particulier.

* note de la rédaction : l'ADEME n'est pas un organisme de crédit ; son rôle est de conseiller techniquement et de permettre l'établissement de certains dossiers auprès des organismes de financement.

COMMISSION TECHNOLOGIE

- **Technologie et usage de l'éclairage public dans la ville :**
  M. ANGLES - Centre technique municipal de Rodez

- **L'éclairage public**
  Monsieur PEYRON - ADEME

- **L'Association Française de l'Eclairage**

- **Réalisation concrète dans une ville**
  François REY : exemple d'ONET le Château

- **Tailored edge ray designs for uniform illumination of distant targets**

L'ECLAIRAGE PUBLIC DANS LA VILLE
EXPOSÉ DE MONSIEUR ANGLES / CENTRE TECHNIQUE MUNICIPAL DE RODEZ

HISTORIQUE

Au commencement était la nuit des temps ...

Tout a commencé en 1318 dans Paris, qui était loin d'être une ville-lumière et vivait au rythme du couvre-feu que Saint-Louis justifiait déjà au nom de la sécurité.

En cette année 1318, Philippe V ordonna qu'une chandelle soit entretenue pendant toute la nuit, aux abords du Châtelet, sécurité des sujets oblige ! Mais c'est sous le règne du Roi Soleil que naquit une véritable politique d'éclairage public.

Dabord à Paris, où le lieutenant de police, Monsieur de la Reynie, institua l'obligation de déposer, dans les rues de la capitale, des appareils dont l'éclairage était obtenu en brûlant des corps gras : chandelles et lampes à huile.

Puis l'édit de 1667 fut à l'origine des prescriptions d'éclairage des villes françaises, repris ensuite dans de nombreux pays.

Ainsi à l'aube du 18ème siècle, l'éclairage public repoussait-il déjà les ténébres dans la plupart des capitales européennes.

Avant que l'arrivée d'une nouvelle source d'énergie, le gaz, ne révolutionne au 19ème siècle l'éclairage, de nombreux perfectionnements avaient déjà vu le jour.

Sous le règne de Louis XV, fut inventé le réverbère, un appareil qui présentait l'avantage de démultiplier la lumière grâce à ses plaques métalliques polies. En faisant office de miroirs, les plaques reflètent la lueur de la mèche et en décuplent l'efficacité.

En 1815, après Waterloo, on compte encore moins de 5000 lanternes dans Paris, qui sont "*disposées à 100 pieds les unes des autres, portées par des candélabres en fonte, le long des trottoirs...*".

Puis, Ami Argand en 1821, augmente le rendement du réverbère en créant la lampe double courant d'air. A l'instar d'une cheminée, le tirage est amélioré grâce à une meilleure arrivée d'oxygène.

Enfin les expériences de Philippe Lebon sur la fabrication du gaz, au 19ème siècle, permirent de développer l'éclairage public.

En janvier 1829, étaient mis en service, Place du Carrousel, les 4 premiers appareils d'éclairage au gaz. Puis ce fut le tour de la rue de Rivoli, de la rue de la Paix et de la place Vendôme.

Un peu plus tard , la lampe à arc, facile à mettre en oeuvre, prit le relais. Un monde s'éteignait : les allumeurs de réverbères disparaissaient. Naissait alors une nouvelle ère : celle de l'éclairage systématique des villes. La première démonstration eut lieu , en 1844, sur la place de la Concorde, avec des lampes à arc de charbon.

Après l'exposition universelle de 1877-78, la lampe à arc électrique fait son entrée dans Paris.

Avec le Baron Haussmann, l'éclairage passe de la compétence du Préfet de police à celle du Préfet de la Seine, ce qui est le premier indice d'une évolution sociologique. Dans le même temps, le nombre de points lumineux qui était de 12400, atteint presque 20000.

C'est en 1910 que, dans Paris, "ville-lumière", les réverbères à gaz font leur apparition au carrefour Vavin. Ceux-ci ne cessent ensuite de se multiplier jusqu'à l'entre-2-guerres où l'alimentation électrique vient se substituer au gaz.

L'éclairage fait aujourd'hui partie des pouvoirs généraux des Maires, qui ont le devoir d'assurer la sécurité des déplacements de leurs citoyens.

Ceci m'amène à parler des

SEPT FONCTIONS DE LA LUMIERE

La première fonction, la plus importante , est

La fonction sécurité

Il s'agit d'éclairer un lieu de telle manière qu'il puisse être utilisé sans danger. Il faudra par exemple, éviter des trous noirs, des zones propices à d'éventuelles agressions.
Certains éclairages créent, par ailleurs, une impression d'insécurité alors qu'il n'y a pas de réel danger; par exemple : un contraste trop violent entre la zone où évolue un piéton et son environnement génère chez celui-ci un sentiment d'insécurité car il aura une impression de vulnérabilité face à des élements hostiles situés dans la pénombre; il pourra se sentir épié sans pouvoir observer.

A cette fonction principale, s'ajoutent des fonctions complémentaires :

La fonction balisage

Elle permet de s'orienter, la nuit, grâce à l'implantation des sources lumineuses. Jouer sur l'intensité de l'éclairage et sur les différentes teintes de source permet, par exemple, à un automobiliste de suivre un bon itinéraire.
Rien de plus simple, en effet, que de reconnaître et de suivre une grande artère caractérisée par une lumière jaune quand on entre dans une ville inconnue.
On peut ainsi hiérarchiser les voies principales et les voies secondaires.

La lumière joue le rôle de guide et évite la recherche des panneaux indicateurs.
Le balisage peut également être utile au piéton.
Une lumière dorée dans un parc, émise par des projecteurs discrets éclairant la végétation, précise le chemin et invite à la promenade nocturne.

La fonction psychomotrice

Elle est liée comme son nom l'indique, à la coordination des mouvements et à la perception de l'environnement. Il est clair qu'un bon éclairage permet de percevoir déclivités, marches, murs, bornes, et de se mouvoir sans risque de chute.

La fonction ambiance

Cette fonction est évidente lorqu'on évoque les éclairages intérieurs. On n'éclaire pas de la même façon, dans une maison, le coin cuisine, le coin lecture ou le coin salon.
Dans les villes cette fonction a été longtemps oubliée.
Eclairer une place du 18ème siècle, dans un centre historique, comme s'il s'agissait d'un parking, n'invite guère à découvrir le lieu, la nuit, et encore moins à le trouver agréable.

La fonction valorisation

La nuit et la lumière artificielle permettent, en effet, de remodeler un site, de le mettre en valeur. Un ensemble utilitaire et banal le jour, peut être magnifié par la mise dans l'ombre de points inintéressants ou agressifs au profit de détails passant, le jour, complétement inaperçus et qui éveilleront la curiosité.

La fonction "promotion visuelle"

C'est le moyen de créer par l'éclairage une attraction commerciale, hors des heures de travail.
Pendant longtemps, le néon a été le seul moyen pour la promotion commerciale d'un site. Il existe aujourd'hui une gamme très étendue de solutions prenant en compte l'architecture, les intensités lumineuses et la disposition des enseignes (originalité, mouvement,etc...).

La fonction spectacle

Elle correspond évidemment aux animations événementielles créées pour des circonstances précises (Noël, fêtes locales, son et lumière, etc...).
Un éclairage dynamique piloté par ordinateur permet de créer une animation à la fois permanente et variée, support promotionnel de la cité. C'est le cas notamment, des fontaines ou de certains quartiers de villes, de villages, comme cela a été réalisé à Cordes et Saint-Nazaire.

Ainsi à travers ces différentes fonctions, se dessine

L'EVOLUTION DE L'ECLAIRAGE PUBLIC

qui en 20 ans, est passé de "l'éclairage" à "la mise en lumière".

Eclairer la ville pour la rendre plus sûre ne suffit plus. Incités par la décentralisation à rehausser l'image de leur commune, les élus cherchent à valoriser l'identité nocturne de leur cité pour mieux la promouvoir.
La guerre de la lumière aura-t-elle lieu ?
Dans un camp, l'éclairage sécuritaire et fonctionnel soutenu par les services techniques des villes.
Dans l'autre, la mise en lumière des villes, réalisée en collaboration avec des artistes soutenus par les élus, soucieux de promouvoir l'image de leur commune.
Deux conceptions qui s'opposent : éclaire-t-on pour rendre la ville plus sûre ou la rendre plus belle ? pour la rendre plus visible ou plus sécurisante ?
Deux logiques contradictoires ... que l'on doit pourtant maintenant concilier.

Etudions les arguments des deux parties :

Sécurité d'abord

Les tenants de l'éclairage sécuritaire ont la légitimité historique pour eux. On a vu que jusqu'au 16ème siècle, par manque d'éclairage, la capitale vit au rythme du couvre-feu et quand en 1662, le Roi Soleil crée la compagnie des Lanterniers, les motifs qu'il expose sont clairs : *"Les vols, meurtres et accidents arrivent journellement en notre bonne ville de Paris faute de clarté suffisante dans les rues".*
Depuis les choses n'ont guère évolué.
Le Code des communes précise que l'éclairage public fait partie des pouvoirs généraux du Maire en matière de police, pour assurer la sécurité des personnes, des biens, mais aussi des déplacements.

La lumière s'installe définitivement dans la cité pour des raisons essentiellement fonctionnelles. Les services techniques cherchent à assurer davantage de visibilité pour plus de sécurité. Cette conception de l'éclairage est peut-être prosaïque mais utile.

Statistiques à l'appui, les tenants de l'éclairage fonctionnel constatent que le nombre de lumens (1) par mètre carré sur le bitume urbain est inversement proportionnel au nombre d'agressions ou d'accidents.
Des études indiquent que 70% des agressions ont lieu dans des endroits où l'éclairement est inférieur à 10 lux (2) ; et plus l'éclairement est faible, plus le vandalisme augmente.

Paris a mené une étude sur 9 ans.
L'éclairage fut amélioré dans 3800 rues de la capitale, soit 1300 km de voies, sur lesquelles 5200 accidents avaient été enregistrés lors des 9 années précédentes.
Résultats : le nombre d'accidents nocturnes sur les voies rénovées a diminué de 19,3% alors que dans le même temps il s'accroissait de 8% dans les autres.
Les premiers bénéficiaires furent les piétons pour qui le taux d'accidents a baissé de 20%.

Mais

Eclairer ne suffit plus

Depuis 10 ans quelle révolution !
Les villes s'illuminent, alors que dans les années 70, les photos-satellites révélaient encore la France comme un immense trou noir jouxtant les nappes lumineuses des territoires belges ou allemands. Que s'est-il donc passé ?
Objet culte par excellence, la Tour Eiffel exprime parfaitement ce mouvement.
Jusque dans les années 50, elle était surmontée de projecteurs servant de phares pour les avions. La Tour n'était pas éclairée et on la distinguait mal de nuit. En 1958, on éteint le phare; on éclaire la Tour.
De l'extérieur, des projecteurs, placés sur le champ de Mars, sont braqués sur le monument.
C'est l'époque des illuminations d'édifices institutionnels; dans les communes, on privilégie surtout la façade de l'église ou de la mairie.
Et puis, en 1986, nouvelle étape : les projecteurs de la Tour sont démontés par le concepteur-lumière Pierre Bideau, et intégrés dans le monument. La lumière épouse la forme des poutrelles d'acier et révèle toute la structure.
Cette mise en lumière inaugure un mouvement qui concerne tous les grands monuments : le Grand Palais à Paris, la Statue de la Liberté, Tower Bridge, le pont de Sydney ... et atteint désormais les collectivités locales.

L'impact de la décentralisation

Une telle évolution tient à une conjoncture exceptionnelle confortée par plusieurs facteurs :

- D'abord la décentralisation qui a transféré aux communes des responsabilités et des moyens financiers qu'elles n'avaient pas.

Ce nouveau contexte permet d'entreprendre diverses actions au titre de la culture, de la communication et du tourisme. La lumière devient alors un moyen de valoriser l'image de la commune et de l'équipe municipale. Elle est sa signature nocturne en quelque sorte.

(1) cf glossaire à lumen
(2) cf glossaire à lux

- D'autre part, depuis quelques années, les municipalités tentent de reconquérir leur centre-ville envahi par les sièges de sociétés, les bureaux et les magasins. Une urgence car, passé 19 heures, le coeur des villes, abandonné par les habitants, se désertifiait et devenait lieu d'insécurité, espace inerte.

Pour empêcher cette agonie, les pouvoirs publics s'efforcent de réhabiliter secteurs anciens et vieux édifices; la réalisation de rues piétonnes anime les quartiers, invitant à la flânerie et à la découverte nocturne de la cité.

Cette recherche d'une animation est directement liée à la promotion de la ville et à la compétition que se livrent les élus pour promouvoir leur commune. Ainsi la lumière devient vecteur de communication.

Ce marketing territorial au service d'objectifs à la fois culturels, sociaux et économiques, est aussi une retombée de la décentralisation qui donne plus de pouvoirs aux élus et à la compétition entre villes ou régions.

- Dernier facteur qui participe à la mise en lumière des agglomérations : l'évolution des techniques d'éclairage.

A la suite de la crise pétrolière de 1973, les industriels ont développé des sources et des matériels beaucoup moins gourmands en énergie.

Ceci m'amène à parler, pour terminer du matériel :

TYPE DE MATERIEL UTILISE EN ECLAIRAGE PUBLIC

Sans trop entrer dans les détails, je rappelerai que le matériel d'éclairage public se répartit en 3 grandes catégories :

Les appareils fonctionnels

Comme leur nom l'indique, ils sont avant tout utilitaires et à destination routière. Ils ne diffusent que vers le sol, étant recouverts d'un capot opaque. C'est le type de matériel qui a le plus progressé en éclairage public au cours de ces 20 dernières années. Leur rendement lumineux s'est amélioré de 50% à 100% par la récupération systématique, grâce à des prismes, de tous les rayons divergents. Leur défilement (critère permettant d'évaluer l'éblouissement latéral) est total. Ils assurent ainsi un remarquable confort visuel pour l'usager et, de ce fait, évitent la dispersion du flux lumineux vers le haut (voir photos).

Enfin, élément important en ce qui vous concerne, et pour la première fois, un fabricant a pris en compte en 1995 la pollution astronomique lors de la conception d'un de ses luminaires. (voir photo).

Les appareils décoratifs

Avec ce type d'appareils, commencent les soucis des astronomes...
En effet, ceux-ci sont conçus pour répondre à la demande d'architectes ou d'urbanistes qui souhaitent harmoniser le mobilier urbain avec leurs diverses réalisations.
Ici, aucun souci de rendement lumineux; seul compte l'aspect esthétique diurne et nocturne. De la simple boule diffusant tous azimuts au projecteur à éclairage indirect, c'est la porte ouverte à tous les délires (voir photos).
Pourtant au vu de certaines réalisations, on s'aperçoit qu'il est possible de joindre à la fois beauté et efficacité (voir photos).

Les spots et projecteurs

Utilisés à l'origine à des fins utilitaires, comme l'éclairage des ensembles sportifs, des aéroports, des esplanades et aires de stockage diverses, les projecteurs et autres spots font maintenant les beaux jours des artistes et concepteurs-lumière sollicités par les municipalités pour la mise en valeur de leurs monuments.
Deux élements les caractérisent : puissance et facilité d'adaptation.
En effet contrairement à un appareil d'éclairage classique, un projecteur peut fonctionner dans toutes les positions. Sa puissance n'est limitée que par la lampe qu'il supporte; encore est-il possible de multiplier celles-ci dans l'appareil, ou, plus simplement de créer des "batteries" de projecteurs.
Ces qualités, ajoutées à une compacité sans cesse croissante permettent de les loger n'importe où.

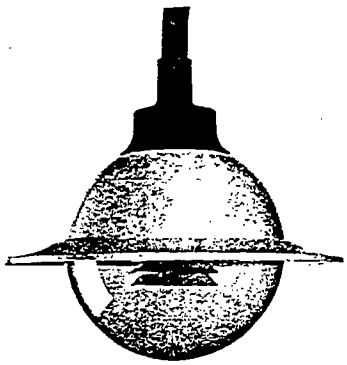
Dans le cas des illuminations, comme il n'est pas envisageable, pour des questions environnementales, d'implanter des supports, l'éclairage se réalise en grande majorité de bas en haut, générant le halo ou les faisceaux caractéristiques des monuments illuminés (voir photos).

Pourtant des solutions techniques, même si elles ne sont qu'imparfaites, existent : déflecteurs, limitation dans le temps, sources de faible puissance, etc...
Je mentionnerai pour mémoire un domaine qui m'est totalement inconnu, mais qui constitue à mes yeux une énorme source de pollution : je veux citer les enseignes lumineuses.
"L'américanisation" de notre société de consommation a entraîné une prolifération de celles-ci, toutes plus puissantes les unes que les autres afin de capter l'attention du passant.

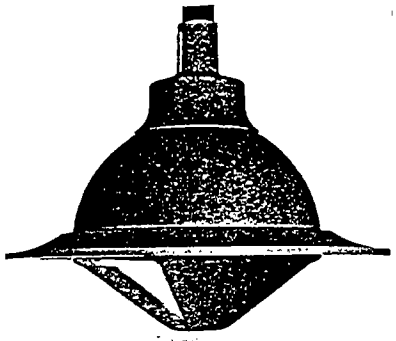
CONCLUSIONS

S'il est difficile de s'opposer à l'évolution logique d'une société, peut-être serait-il possible, dans certains cas, d'influer sur celle-ci.
Les normes de sécurité électrique existent, les recommandations en matière d'éclairage également ; la notion de confort visuel est entrée dans les moeurs ; la dimension et l'implantation des enseignes sont réglementées.
Alors, sans tomber dans des excès administratifs qui ne seraient suivis d'aucun effet, pourquoi n'y aurait-il pas tout simplement une norme qui fixerait aux constructeurs, prescripteurs et installateurs, les limites à ne pas dépasser en matière de diffusion zénithale de la lumière ?

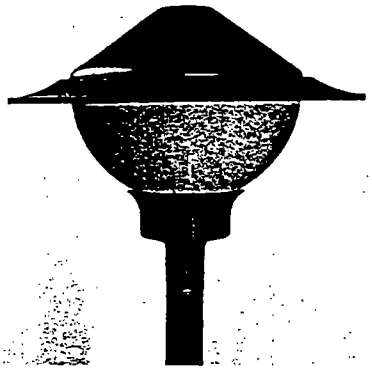
RODEZ le 7 octobre 1995



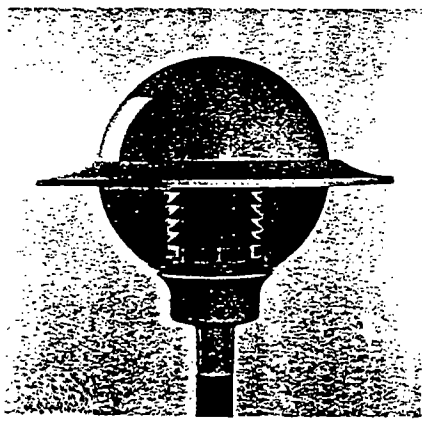
PESCADOR AS/S*



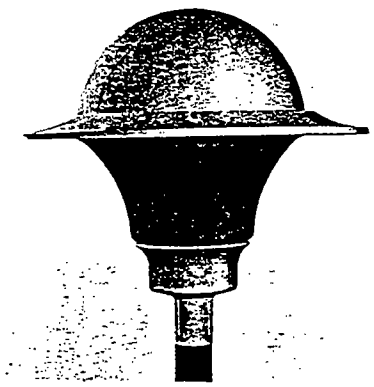
PESCADOR AL/S



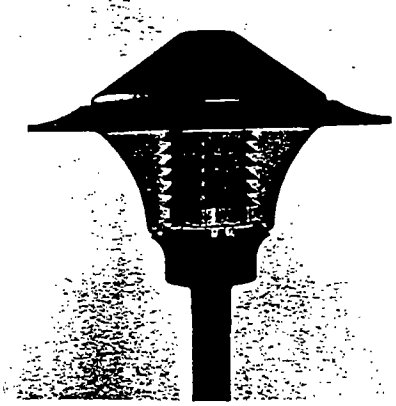
PESCADOR AL/P



PESCADOR AS/P**

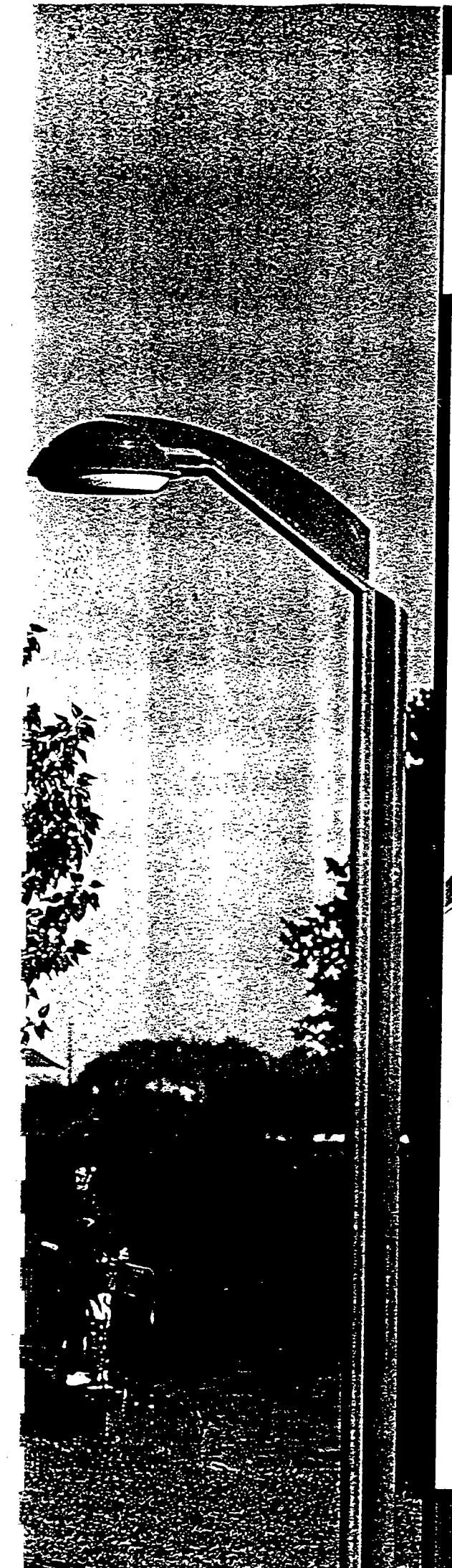


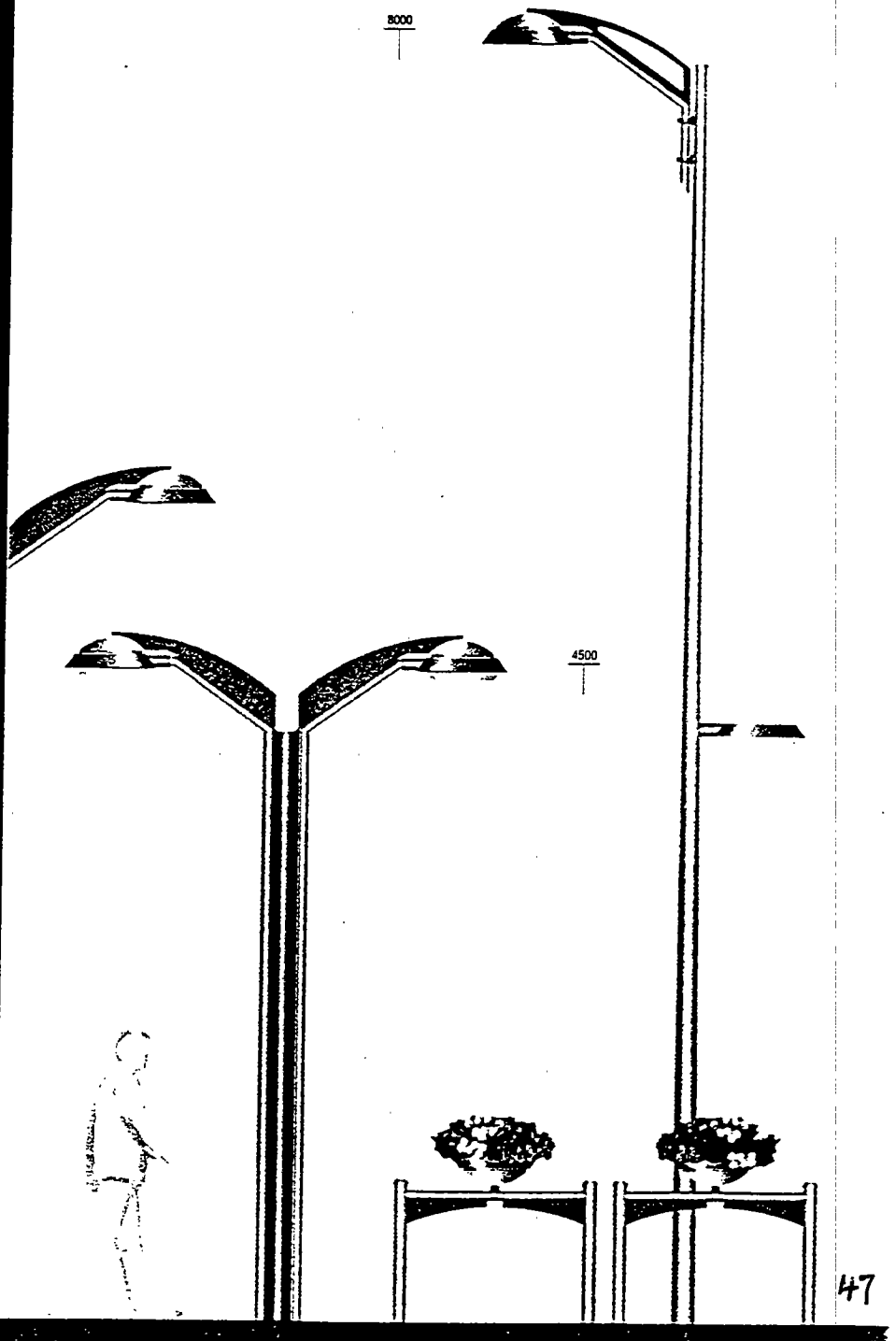
PESCADOR PE/P



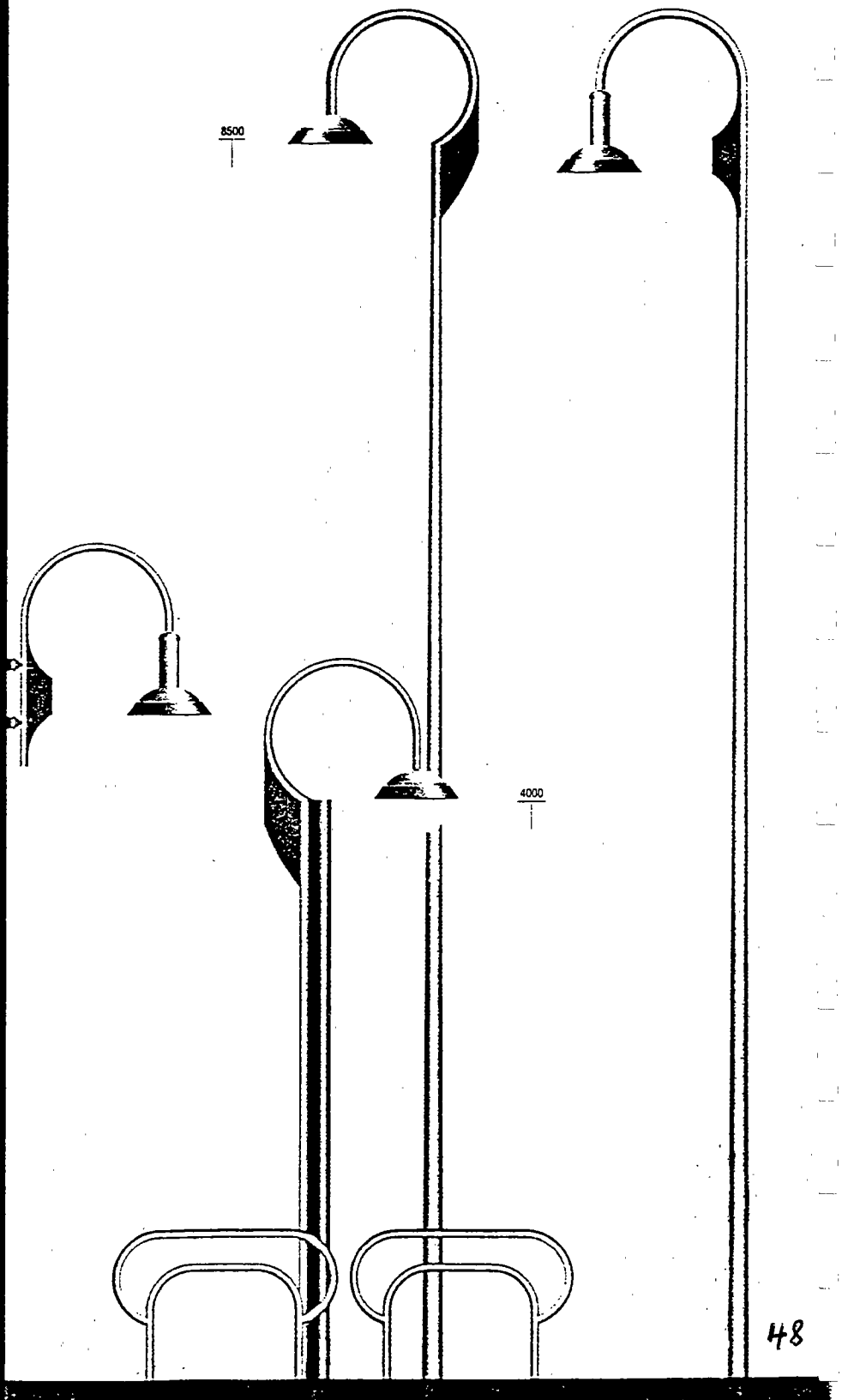
PESCADOR PA/P**

EVASION

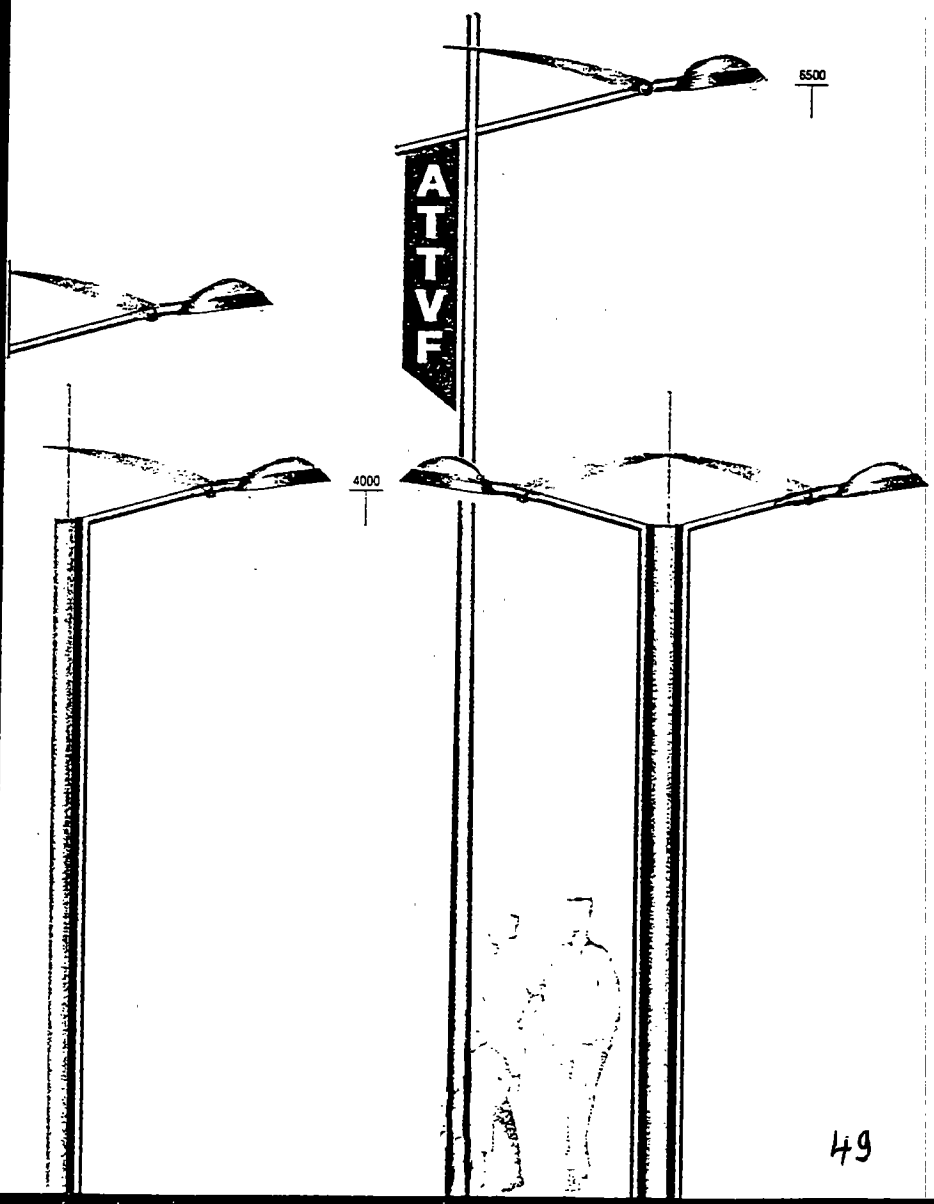




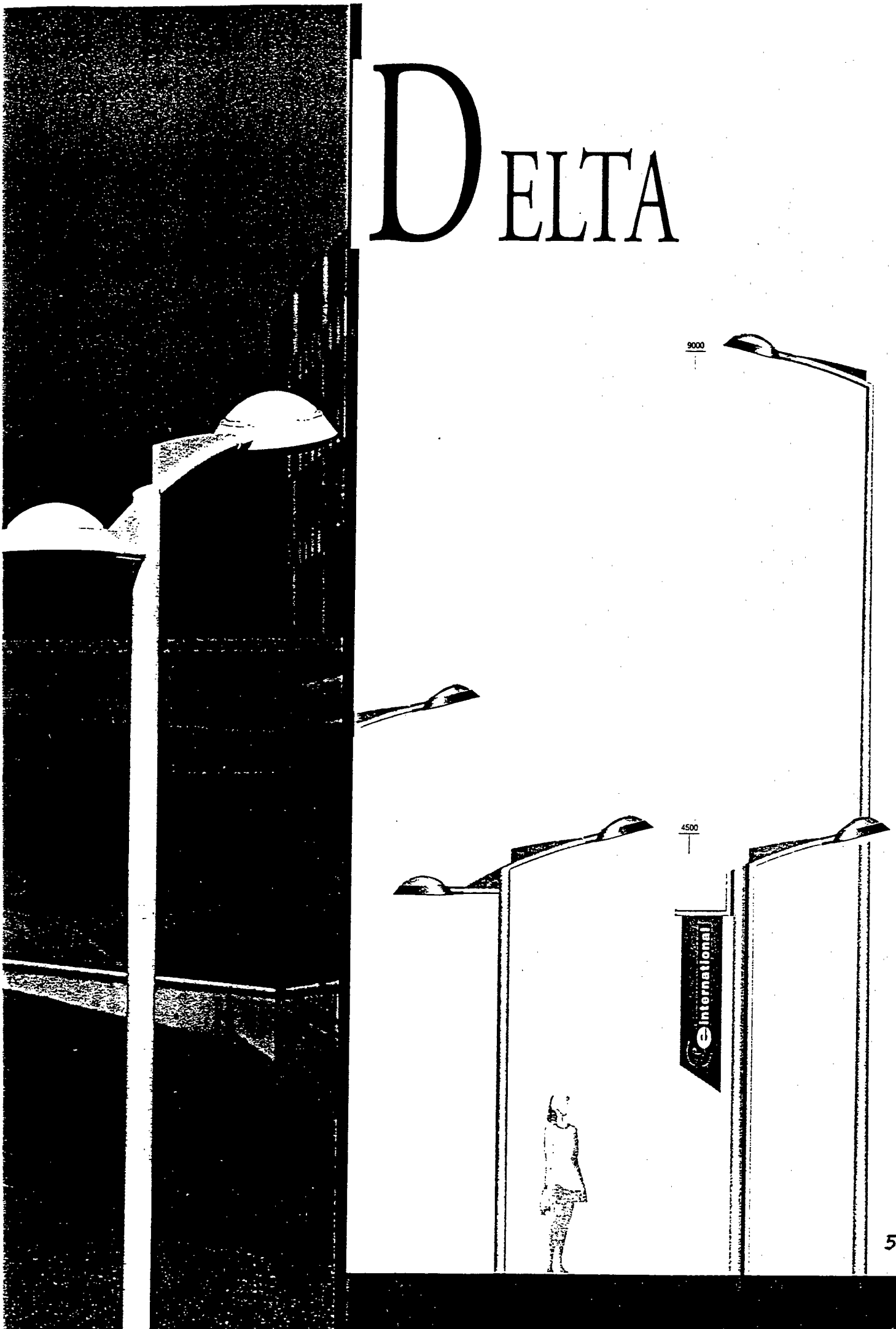
ARCADE



COMPAS

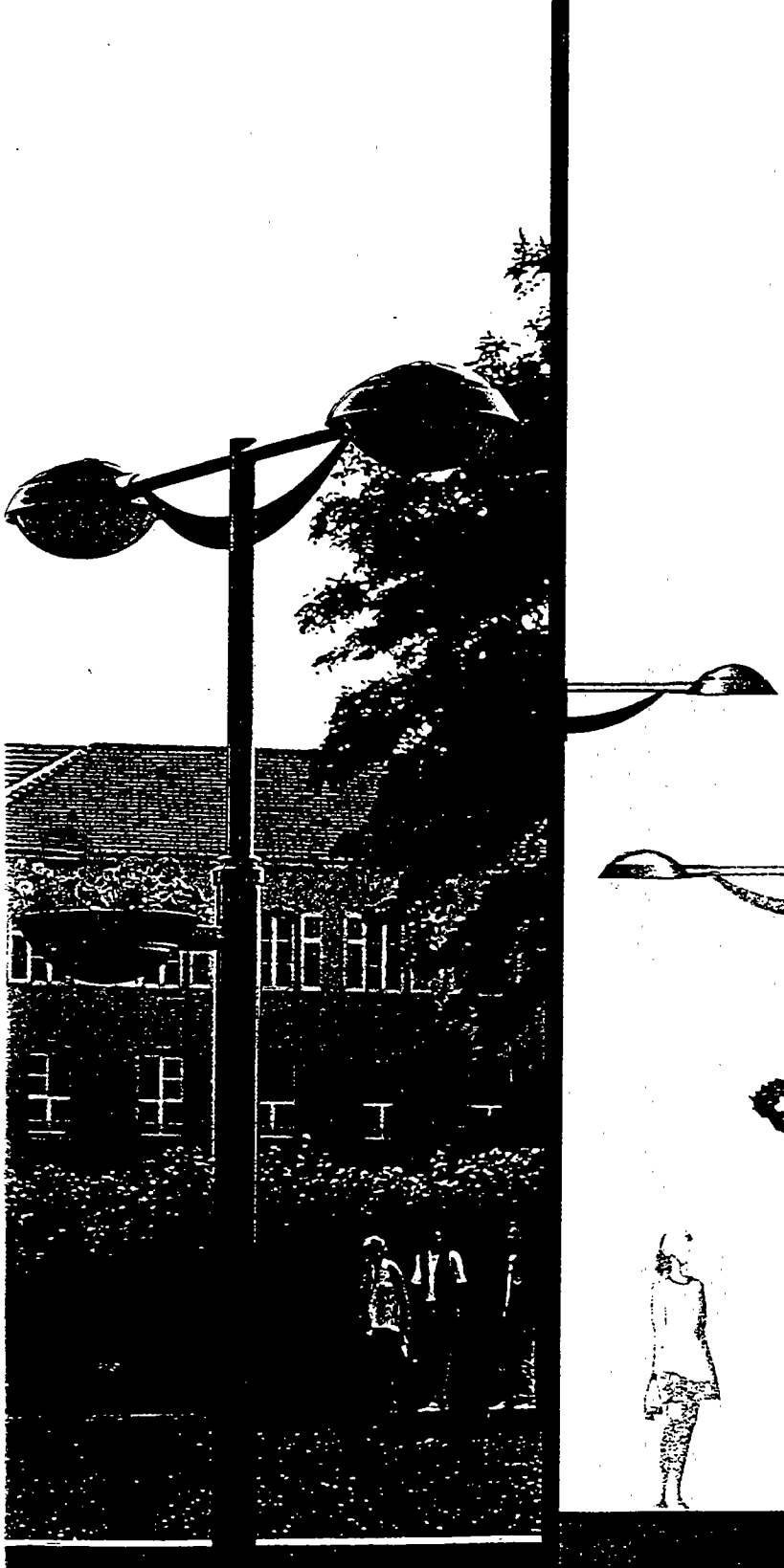


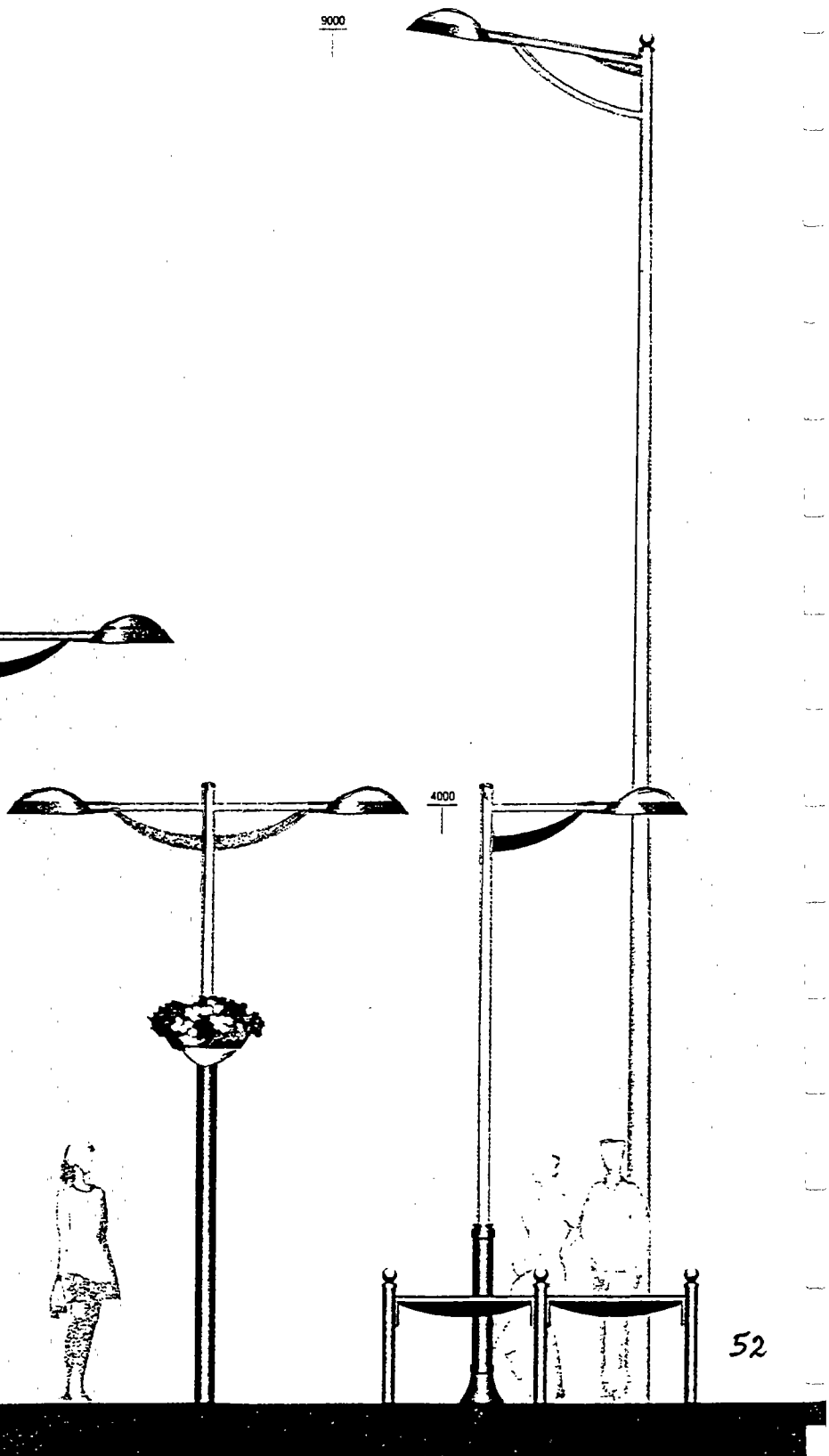
DELTA

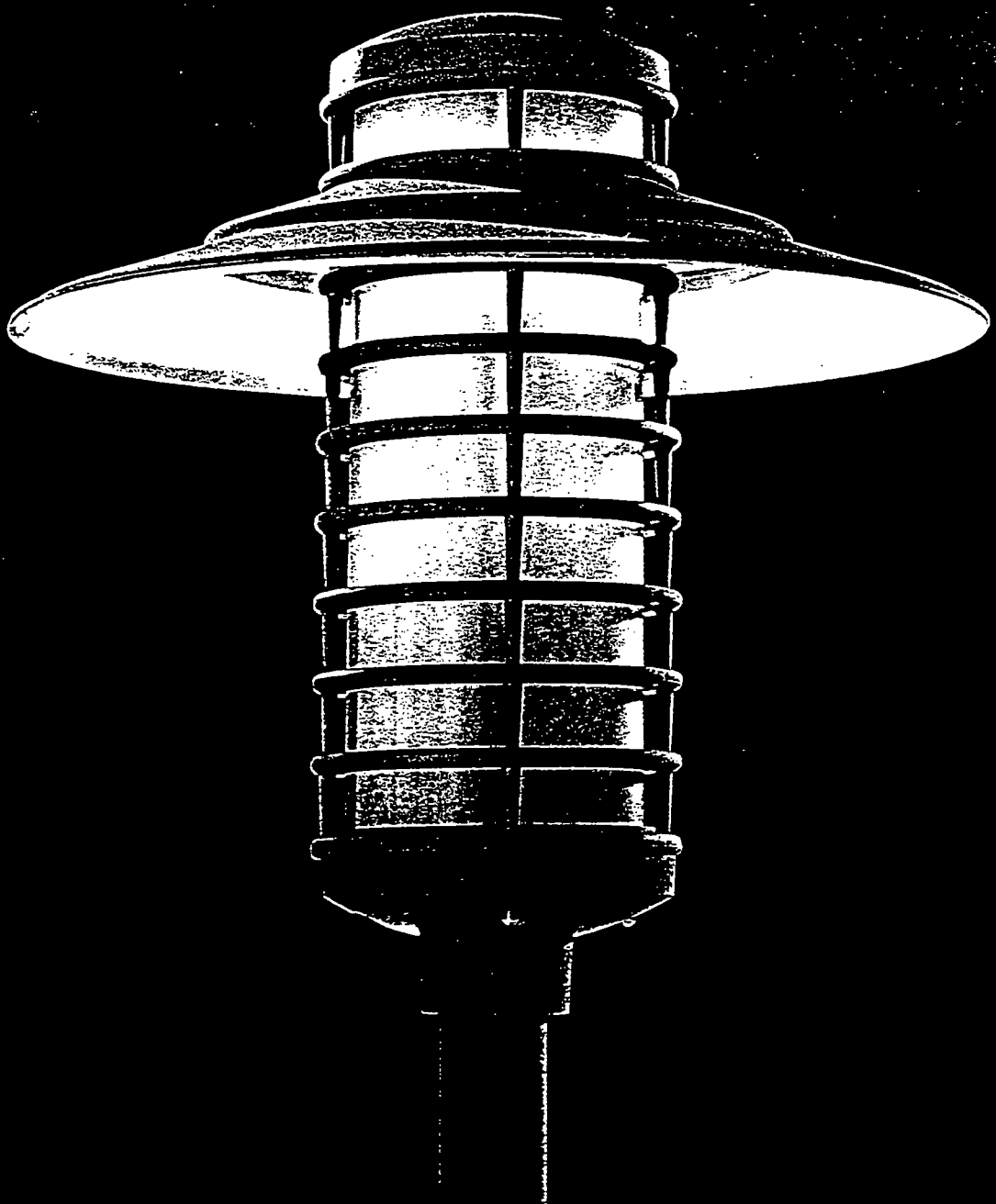


4000
5400
8500

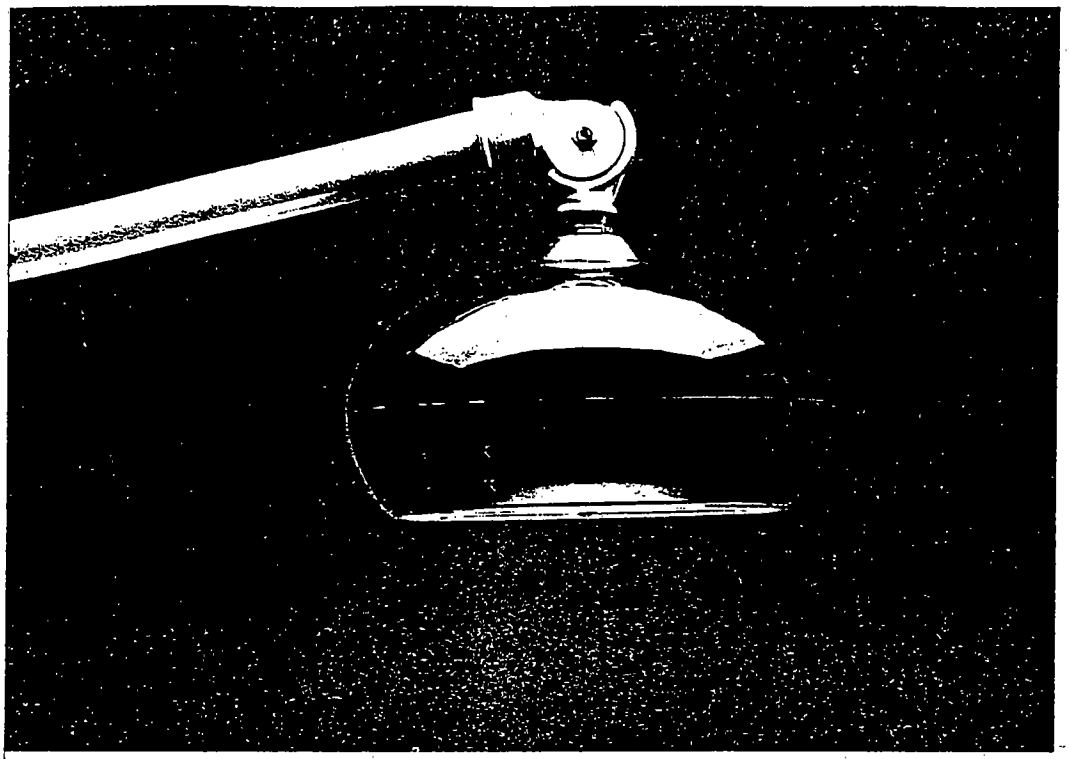
ARC EN CIEL



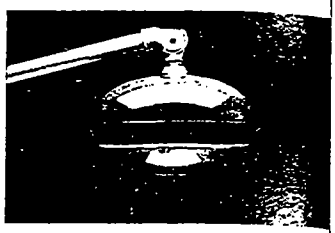




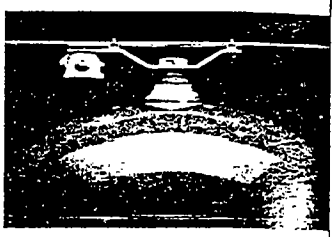
Ascola 10



Raccord console



Genouillère 60



Fixation caténaire

IP 54 - Classe II - appareil fermé

Luminaire à fixation centrale à haute performance photométrique.

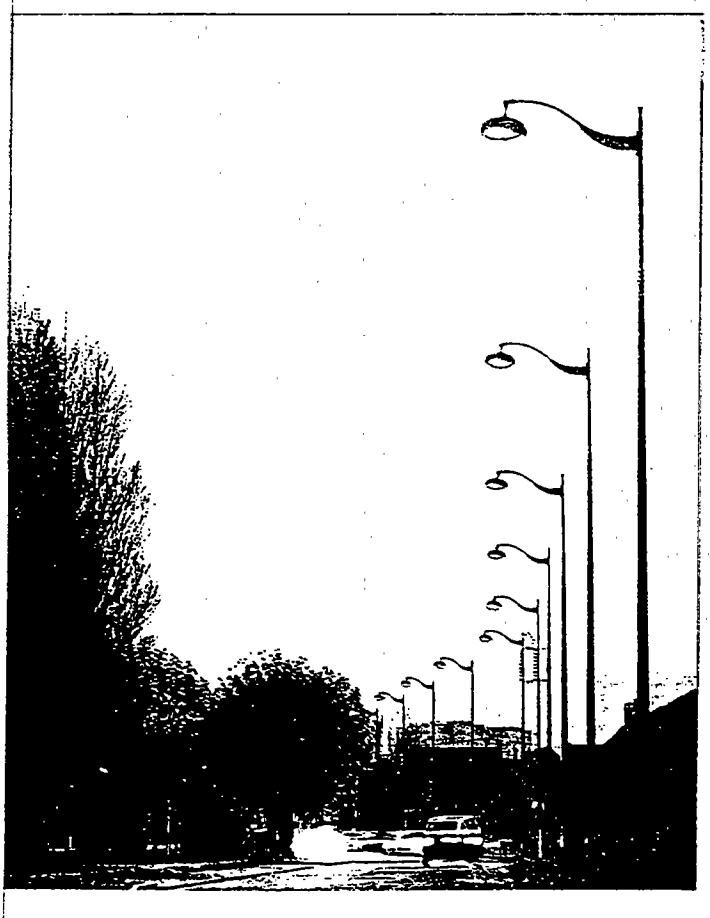
Applications
Usage général en éclairage public urbain. Utilise les lampes HPL-N 125, SON 70 et SON-T 100 W.

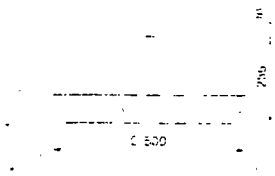
Description
Corps en polyester, teinte brun (RAL 8014) (pour autre couleur RAL, nous consulter). Armature en alliage d'aluminium. Platine d'alimentation incorporable dans l'appareil Classe II. Optique en aluminium anodisé. Fermeture en verre (résistance aux chocs 6 joules).

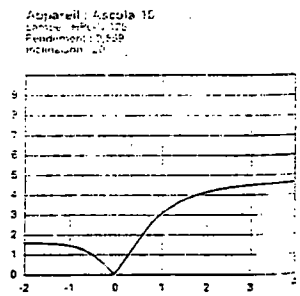
Maintenance
Accès à l'appareillage électrique après basculement de l'optique.

Installation
3 possibilités :
- avec une genouillère articulée terminée par un pas de vis 34 gaz,
- sur console au moyen d'un raccord spécial,
- en montage caténaire avec adaptateur special.

Conditionnement
A l'unité, corps, platine et fermeture séparés, ainsi que tous les accessoires de fixation.







Désignation	*Lampe*	*Code*	*Poids (kg)*
Corps (Classe II)			
Ascola 10 SA E 27	HPL-N 125, SON 70	46637	
Ascola 10 SA E 40	SON-T 100	46638	
Platines (Classe II)			
Ascola 10 PLA S 70	SON 70	46526	3,2
Ascola 10 PLA S 100	SON-T 100	46527	3,4
Ascola 10 PLA H 125	HPL-N 125	46528	3,2
Accessoires			
Ascola 10 Fermeture verre		45914	1,7
Ascola Raccord console		15347	2,1
Ascola Fixation caténaire		15528	0,95
Ascola Genouillère 60		45803	3

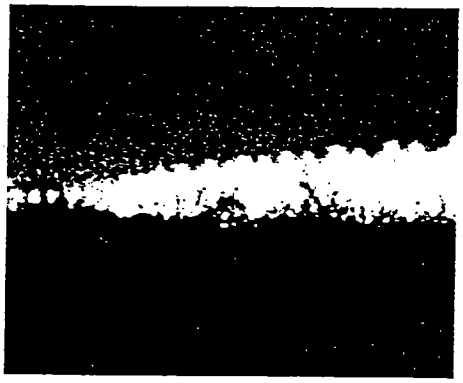
Un appareil complet = une référence corps + une référence platine + une référence fermeture + une référence fixation (4 codes).

... des solutions existent

Distribution photométrique contrôlée

Le protecteur à verre cintré permet un contrôle de flux lumineux optimal et réduit la pollution astronomique au minimum.
L'utilisation de verre à basse réflection interne et la faible profondeur du protecteur expliquent cet excellent résultat.

De forme bombée, le protecteur de l'Onyx permet cependant d'abaisser suffisamment la position de la lampe, pour éviter l'effet "flash" typique aux verres plats. Il en résulte une distribution photométrique légèrement plus extensive, qui autorise une plus grande interdistance entre mâts.

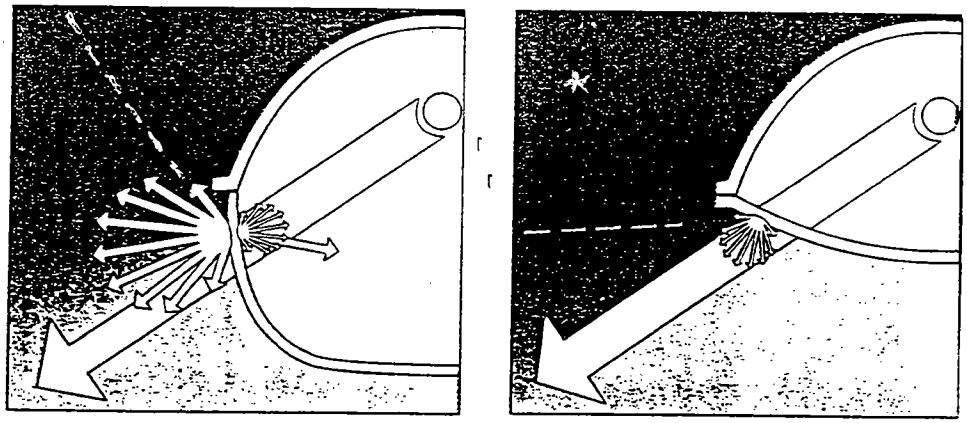


Eclairage public traditionel

Le protecteur à verre cintré permet un contrôle optimal du flux lumineux et réduit la pollution astronomique au minimum

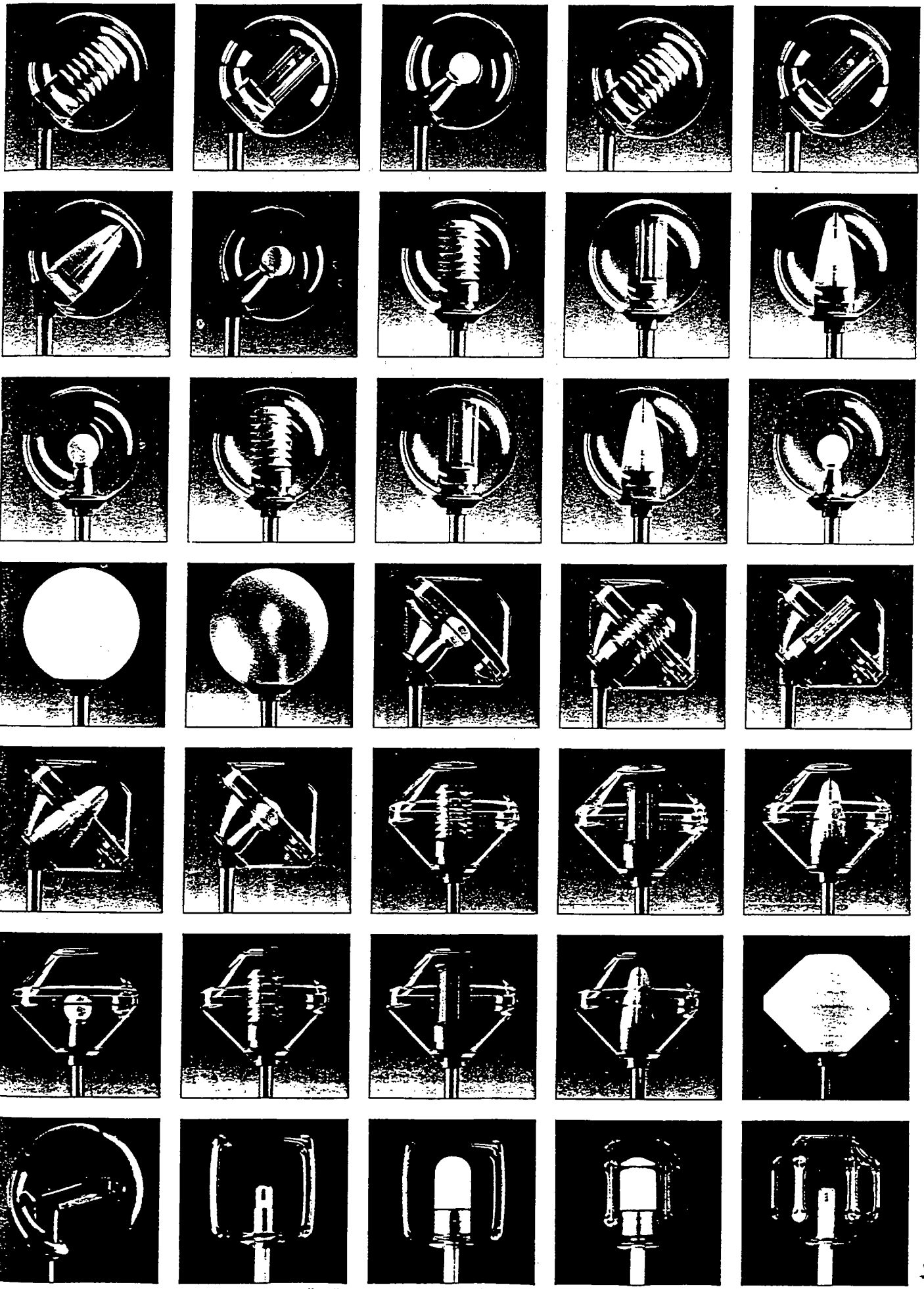
Protecteur en matière synthétique

Protecteur en verre: pollution astronomique sensiblement réduite



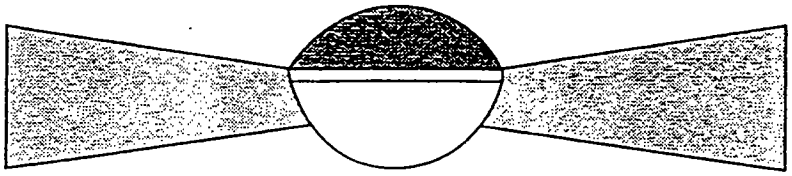
galbe du verre protecteur (modifié)

A PROSCRIRE (polluents)

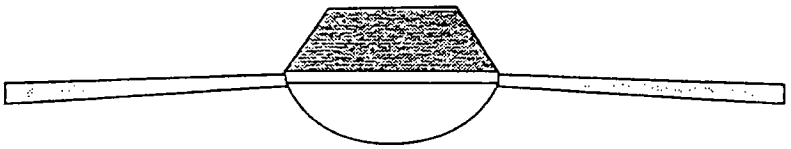


(Bloc électrique non significatif) (Bloc électrique non significatif) (Bloc électrique non significatif) (Bloc électrique non significatif)

LUMINAIRE AVEC VASQUE CLASSIQUE

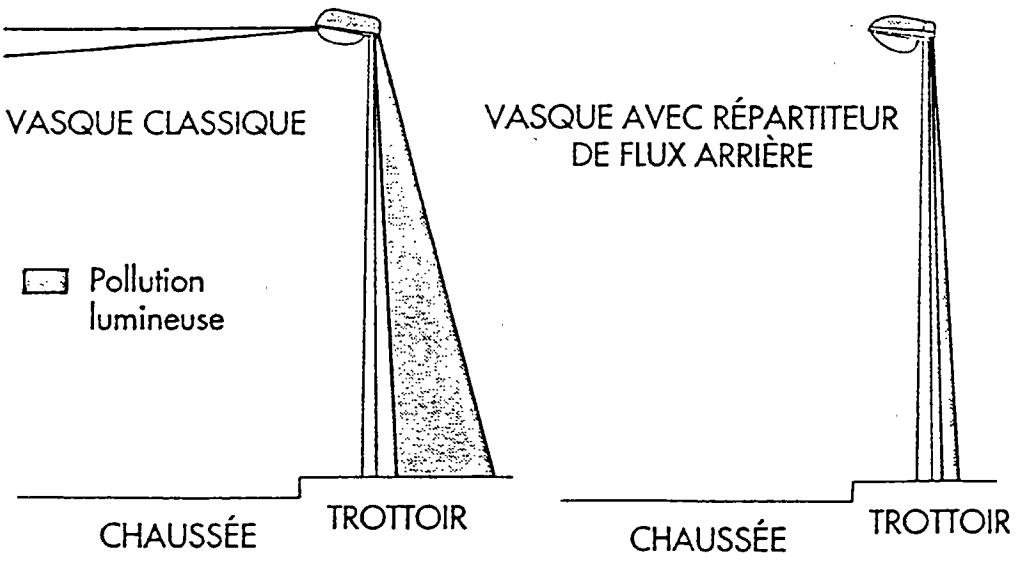


LUMINAIRE AVEC GLACE EN VERRE BOMBÉ



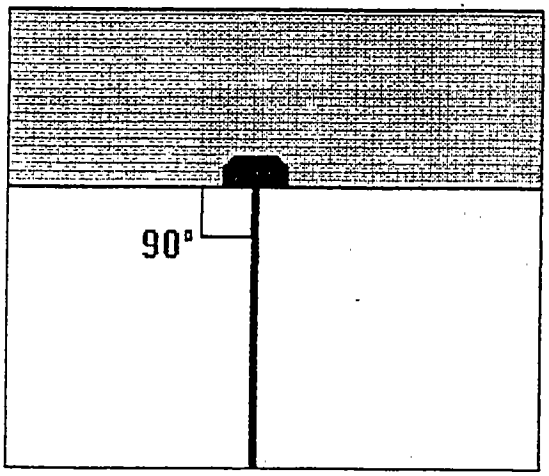
• Répartiteur de flux arrière sur les vasques MC et PC

Des prismes placés à l'arrière des vasques en méthacrylate et polycarbonate permettent de dériver les flux lumineux parasites, diminuant ainsi les pollutions lumineuses vers l'avant et vers l'arrière de la lanterne.



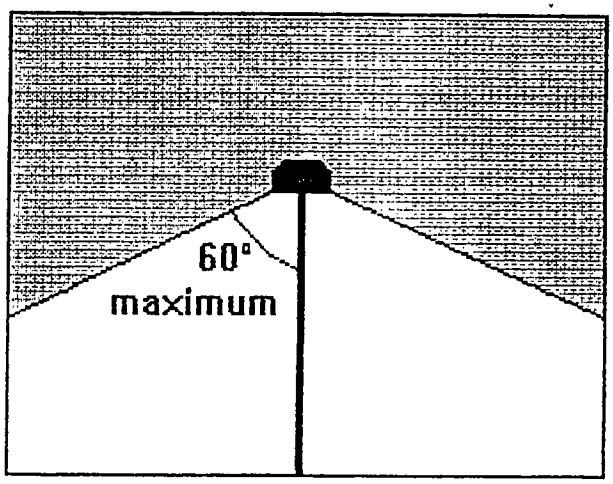
1. Un angle de défilement correct

C'est la donnée technique essentielle pour une bonne exploitation de l'éclairage public. On appelle **angle de défilement** l'angle sous lequel par rapport à la verticale, on aperçoit directement la source lumineuse sous le capot réflecteur.



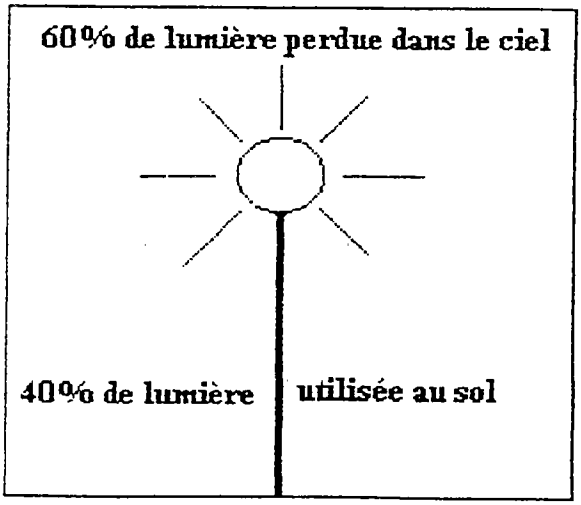
CAPOT REFLECTEUR INSUFFISANT

L'angle est trop ouvert (90°) et la lumière se perd inutilement jusqu'à l'horizon.



CAPOT REFLECTEUR CORRECT

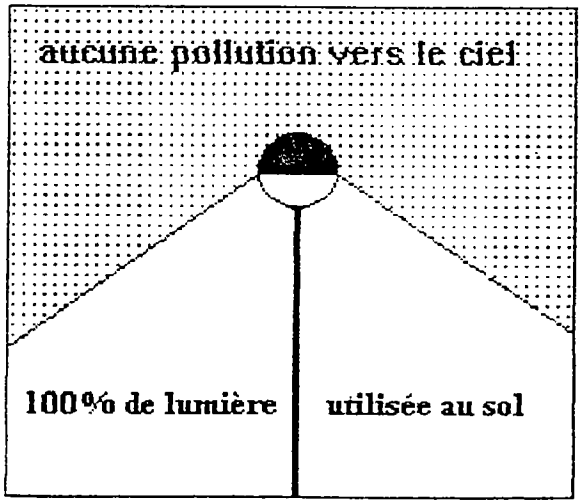
L'angle est correct (60°) et toute la lumière est bien réfléchie vers le sol. où elle est utile.



LAMPADAIRE BOULE

Une aberration technique et économique :

l'angle de défilement = 180° ! ! !



BOULE AVEC CAPOT REFLECTEUR

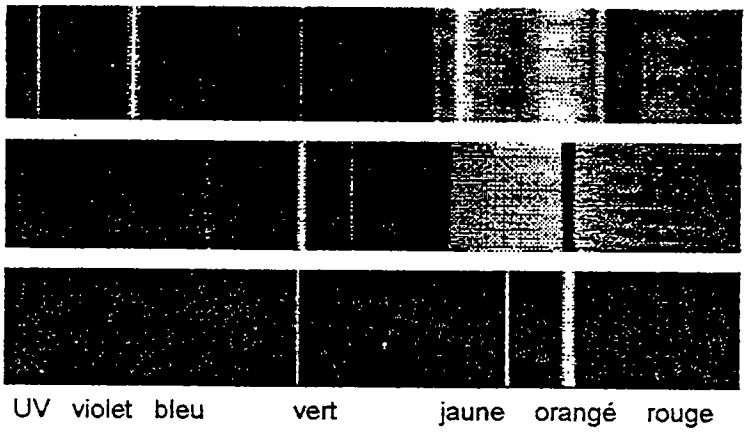
toute la lumière est bien réfléchie vers le sol

seul endroit qu'il est utile d'éclairer.

2. Utiliser des lampes sodium basse pression.

Elles sont préférables à tout autre type de lampe au moins pour deux raisons :

a) leur spectre est quasi-monochromatique.



lampe à vapeur de mercure
émission dans tout le spectre de la lumière visible, et jusqu'à l'ultra-violet.

lampe au sodium haute pression
émission dans une assez large bande, mais faible dans le bleu, et sans ultra-violet.

lampe au sodium basse pression
émission à 80% dans la bande jaune-orange dans laquelle l'oeil humain est le plus sensible d'où leur rendement exceptionnel.

b) elles ont le meilleur rendement énergétique.

type de lampe	puissance (en watts)	flux lumineux (en lumens)	rendement (en lm/watt)	références (ACEC Clarel)
vapeur de mercure	80	3.800	47	fiche technique ACEC 62-321
	250	13.500	54	
	1000	60.000	60	
sodium haute pression	70	5.800	82	fiche technique FCF 062-43-10b
	150	15.700	104	
	1000	120.000	120	
sodium basse pression	55	7.700	140	fiche technique ACEC 62-421
	90	12.700	141	
	180	33.000	183	

N.B. Le mauvais rendement des lampes à vapeur de mercure s'explique par le fait qu'elles rayonnent beaucoup dans le violet et l'ultra-violet (UV), bande où l'oeil humain est peu sensible ou même aveugle (de plus le bleu et le violet sont éblouissants et les UV sont dangereux pour la rétine).

L'inconvénient des lampes sodium basse pression est qu'elles sont plus encombrantes. avec un appareillage plus cher de 20 à 30%. Mais ce surcoût est négligeable dans un devis global d'équipement : tranchées, fourreaux, supports, massifs de fixation, etc... Le supplément de prix à l'installation est largement récupéré par la moindre consommation au bout d'une à deux années de fonctionnement. Et ensuite commence l'économie financière... pendant 20 ans au moins !

ECLAIRAGE PUBLIC

Etat du parc / évolution:

- **Etat préoccupant. Moyenne des installations élevée.(60% ont plus de 10 ans)**
- **75% du parc doit être rénové à court terme.**

Projets des collectivités:

- **60% des villes de moins de 10 000 hab. ont un projet de rénovation de leur éclairage public.**
- **80% des villes de plus de 10 000 hab. ont un projet de rénovation de leur éclairage public.**

Motivations des élus:

- **Sécurité.**
- **Développement de la vie nocturne dans la cité.**
- **Rationalisation des équipements et économies.**
- **Mise en valeur du patrimoine.**

ECLAIRAGE PUBLIC

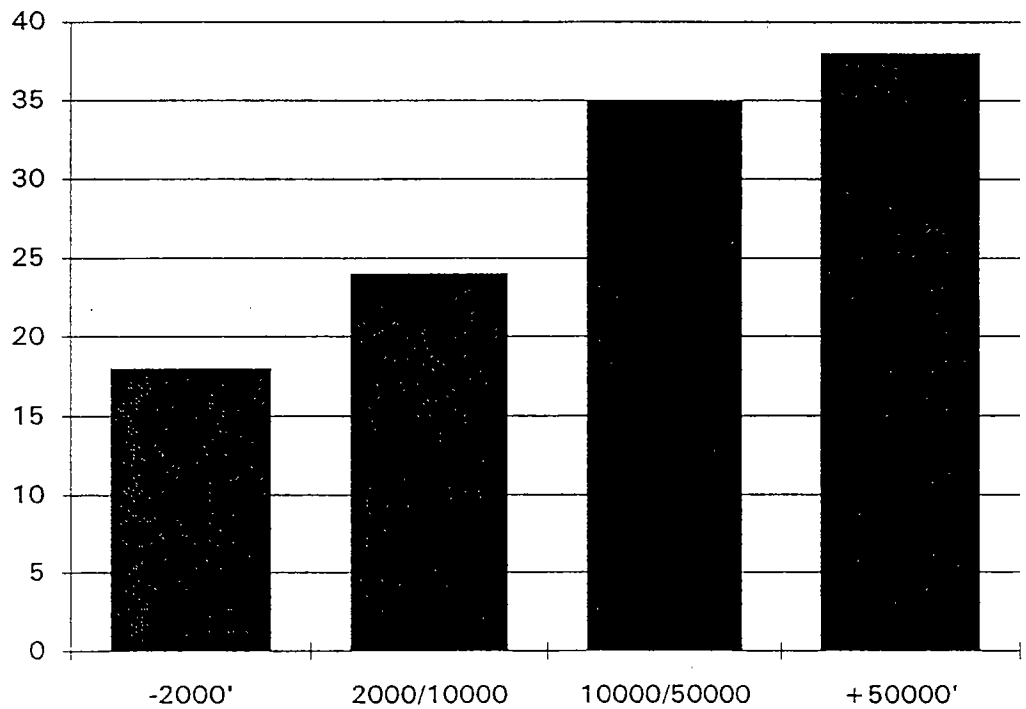
Le parc:

Nombre de points lumineux: **5 500 000 (EDF)**

5 850 000 (BIPE)

(pas de comptage précis - échantillonnage)

4 millions de points lumineux, soit 75% du parc total, sont dans des communes de + 2000 hab. (10% des cnes)



Quantité moyenne de points lumineux par km de voie éclairée

Ademe

ECLAIRAGE PUBLIC

	conso.(MTEP)	dépenses(MF)
bâtiments	2,63	7222
services	2,07	4803
total	4,7	12025 (215 F/hab.)

Le poids de l'éclairage public:

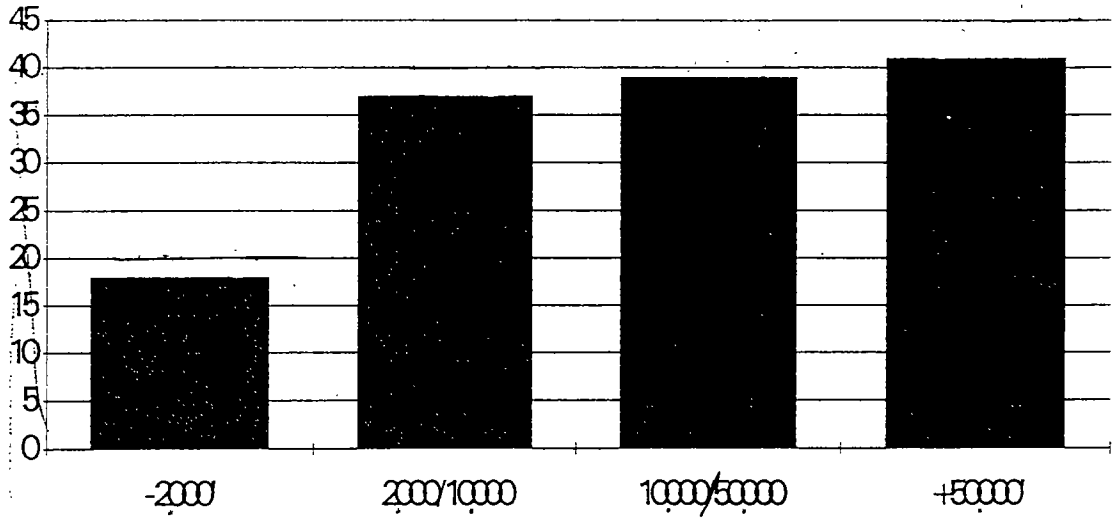
- 910 000 TEP soit 4,1 TWh
- 2,11 milliards de Francs (38 F/hab.)

- 44% des dépenses énergétiques liées aux services
- 18% des dépenses énergétiques totales des communes.

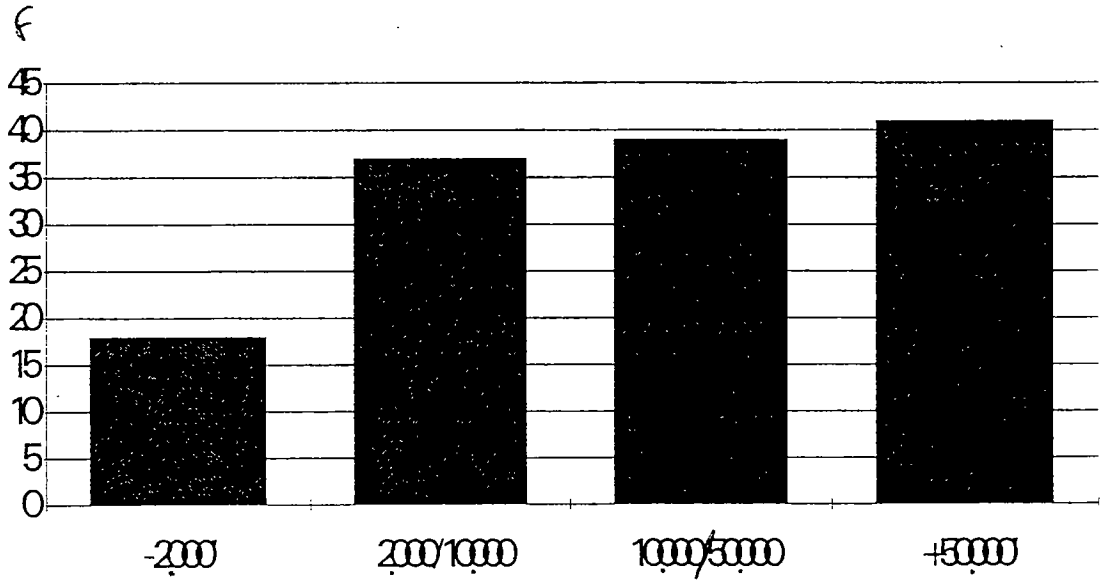
Le budget de fonctionnement (énergie, entretien, maintenance) moyen consacré à l'éclairage public représente environ 1,3% du budget communal.

ECLAIRAGE PUBLIC

Consommations et dépenses des communes:



Dépenses/point lumineux



Dépenses/habitant

ECLAIRAGE PUBLIC

Le diagnostic éclairage public

- **Méthode d'étude qui permet une aide à la décision du maître d'ouvrage ou du gestionnaire ;**
- **Objectif: identifier et définir des solutions d'amélioration tenant compte des différents impératifs (sécurité, économies, rationalisation et optimisation des équipements,...)**

I Etat des lieux:

-Description des installations
Caractéristiques électriques et photométriques

-Définition de la fonction et de l'usage du site
Adéquation entre l'installation d'éclairage et le site à éclairer

II Mesures:

-Photométriques (éclairement, uniformité,...)
-Electriques (tension, tg φ ,consommation,...)

III Analyse :

- Calculs de consommation
- Amélioration du suivi, de la gestion,...
- Analyse de la facturation

ECLAIRAGE PUBLIC

Le diagnostic éclairage public (suite)

IV Proposition d'amélioration:

-Intervention sur les matériels
-Amélioration du suivi, de la maintenance, ...
-Renégociation de contrats

Exemples d'actions possibles:

- Optimisation des points lumineux (obtenir le bon niveau d'éclairement avec un minimum de sources lumineuses)
- Remplacement de lampes (LBC)
- Remplacement de réflecteurs
- Mise en place d'une maintenance préventive
- Amélioration des systèmes de commande et/ou de régulation
- Suivre les consommations
- .....

Ademe

QUELQUES DONNEES SUR L'ECLAIRAGE

Consommations énergétiques nationales pour la fonction éclairage :

- **Eclairage public ..... 5 TWh**
- **Eclairage bureaux, commerces, ... 18 TWh**
- **Eclairage domestique ..... 10 TWh**

33 TWh

Consommation totale d'électricité (93) ..... 385 TWh

Production annuelle d'une centrale nucléaire de 1300 MW ..... 8 TWh

Estimation du gisement d'économie économiquement rentable sur l'éclairage ..... 10 TWh

les adresses

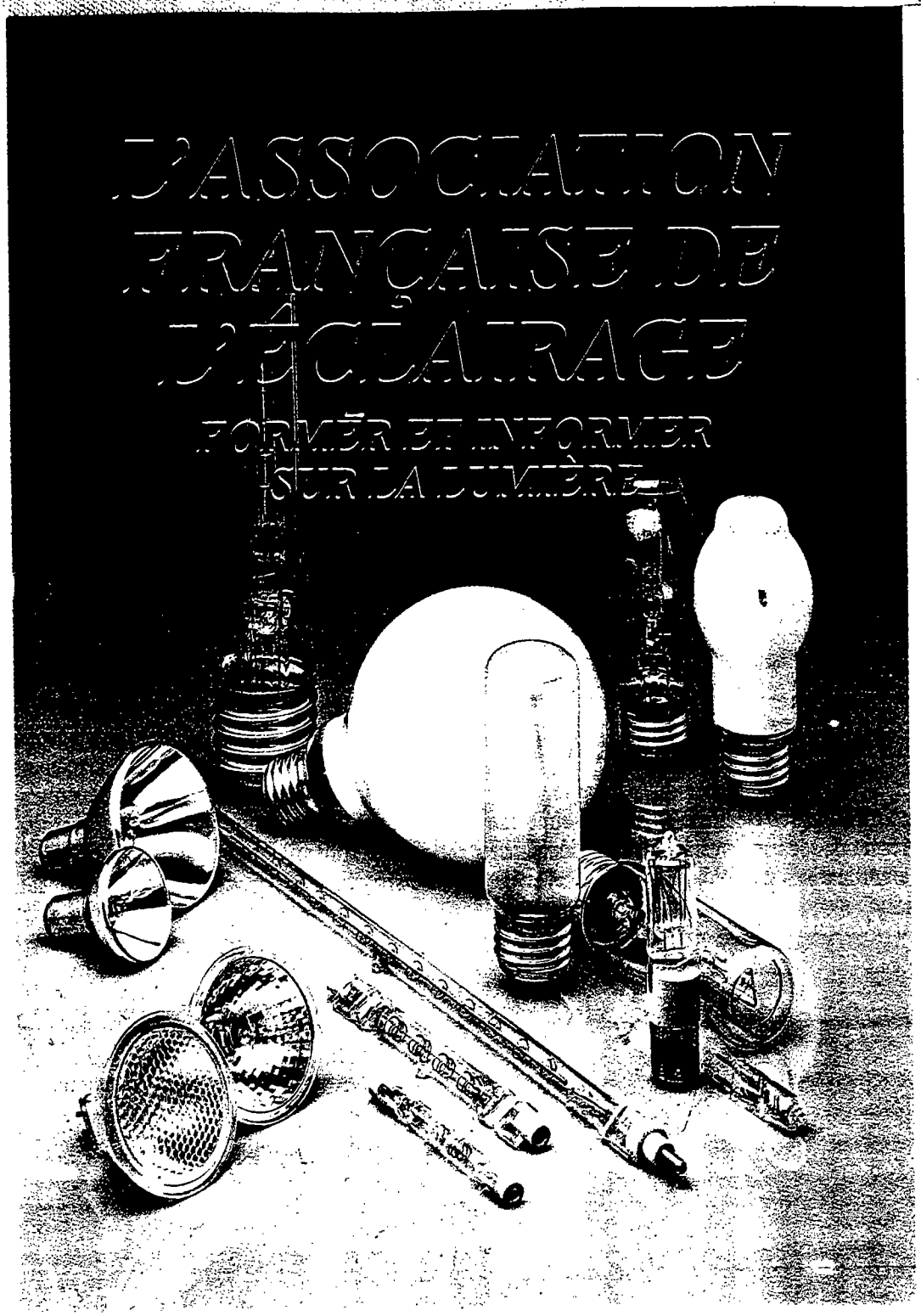
ADEME

Centre de PARIS-VANVES	Siège social - 27, rue Louis Vicat - 75 737 PARIS cedex 15	Tél : (1) 47.65.20.00	Fax : (1) 46.45.52.36
Centre d'ANGERS	2, square Lafayette - BP 406 - 49 004 ANGERS cedex	Tél : 41.20.41.20	Fax : 41.87.23.50
Centre de VALBONNE	500, route des Lucioles - 06 565 SOPHIA ANTIPOLIS	Tél : 93.95.79.00	Fax : 93.65.31.96
Représentation auprès de l'Union Européenne	53, avenue des Arts - 1040 Bruxelles	Tél : 32(2) 514.4556	Fax : 32(2) 514.4567

Délégations régionales		**Téléphone**	**Télécopie**
ALSACE	8, rue Adolphe Seyboth, 67 000 STRASBOURG	88.32.67.68	88.32.23.35
AQUITAINE	31, rue de l'Ecole Normale - BP 32 33200 BORDEAUX	56.08. 78.79	56.02.09.02
AUVERGNE	63, bd. Berthelot, 63 000 CLERMONT-FERRAND	73.31.52.80	73.31.52.85
BASSE-NORMANDIE	Immeuble "Le Pentacle" - av. de Tsukuba 14 209 HEROUVILLE SAINT CLAIR cedex	31.95.32.00	31.95.31.32
BOURGOGNE	"Le Mazarin" 10, avenue Foch - BP 1042 21 025 DIJON cedex	80.76.89.76	80.76.89.70
BRETAGNE	33, boulevard Solférino - BP 196 35 004 RENNES cedex	99.85.87.00	99.31.44.06
CENTRE	22, rue d'Alsace-Lorraine 45 000 ORLEANS	38.68.16.68	38.53.74.76
CHAMPAGNE-ARDENNE	116, avenue de Paris 51 038 CHALONS-SUR-MARNE cedex	26.65.41.50	26.65.07.63
CORSE	8, rue Sainte Claire - BP 314 20 182 AJACCIO cedex	95.51.77.00	95.51.26.23
FRANCHE-COMTE	ZA chemin des Près de Vaux 25 000 BESANCON	81.61.15.81	81.61.16.81
HAUTE-NORMANDIE	"Les Galées du Roi" - 30, rue Gadeau de Kerville 76 100 ROUEN	35.62.24.42	35.63.38.69
ILE-DE-FRANCE	Tour GAN - 16, place de l'Iris 92 082 PARIS LA DEFENSE 2 - cedex 13	(1) 49.01.45.47	(1) 49.00.06.84
LANGUEDOC-ROUSSILLON	205, Rue de l'Acropole - Le Parthéna II - Antigone 34 000 MONTPELLIER	67.64.30.66	67.64.30.89
LIMOUSIN	38 ter, avenue de la Libération 87 000 LIMOGES	55.79.39.34	55.77.13.62
LORRAINE	34, avenue André Malraux 57 000 METZ	87 20 02 90	87 50 26 48
MIDI-PYRENÉES	Voie 5, Labège Innopole - BP 672 31 319 LABEGE cedex	62.24.35.36	62.24.34.61
NORD-PAS-DE-CALAIS	14, rue des Teinturiers - BP 291 62 005 ARRAS cedex	21.51.13.73	21.51.19.32
PAYS DE LA LOIRE	5, Boulevard Vincent Gâche 44 062 NANTES cedex 02	40.35.68.00	40.35.27.21
PICARDIE	2, rue Delpech, 80 000 AMIENS	22.45.18.90	22.45.19.47
POITOU-CHARENTES	6, rue de l'Ancienne Comédie - BP 452 86 011 POITIERS cedex	49.50.12.12	49.41.61.11
PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR	141, avenue du Prado 13 417 MARSEILLE cedex 8	91.78.91.85	91.80.30.85
RHÔNE-ALPES	74, boulevard du 11 Novembre 69 100 VILLEURBANNE	78.94.36.91	78.94.24.04
GUADELOUPE	Forum Jarry 630, bd. du Marquisat de Houelbourg 97 122 BAIE MAHAULT	(590) 26.78.05 (590) 26.78.06	(590) 26.87.15
GUYANE	28, avenue Léopold Heder 97 300 CAYENNE	(594) 31.94.98	(594) 30.76.69
MARTINIQUE	42, rue Garnier Pagès 97 200 FORT-DE-FRANCE	(596) 63.51.42	(596) 70.60.76
REUNION	97, rue de la République 97 400 SAINT-DENIS	(262) 21.10.00	(262) 21.12.60

Représentations territoriales			
NOUVELLE-CALÉDONIE	SME, BP 4357 98 500 NOUMEA	(687) 27.39.44	(687) 27.23.45
POLYNÉSIE FRANCAISE	BP 115, PAPEETE	(689) 42.47.06	(689) 45.13.50
ST. PIERRE-ET-MIQUELON	Direction de l'Agriculture et de la Forêt, 3 rue A. Briand - BP 4244 97 500 ST. PIERRE-ET-MIQUELON	(508) 41.33.96	(508) 41.48.25

A.F.E.

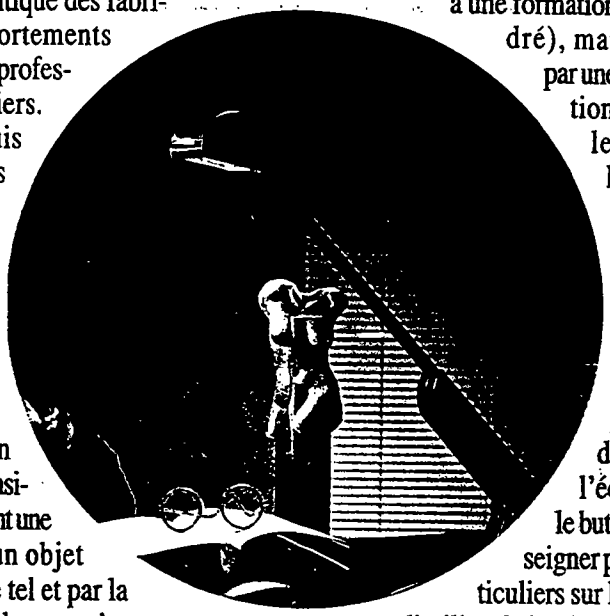


Autour de l'AFE gravitent plusieurs entités ayant toutes en commun la promotion d'un éclairage de qualité en France. Dans les mêmes locaux, se côtoient un syndicat professionnel, une cellule de formation, un centre d'information et une société d'édition, indépendants les uns des autres par leur statut. Depuis plus de soixante ans, leurs activités génèrent, souvent autour des mêmes personnes, l'ensemble des moyens en direction des professionnels, des collectivités et des particuliers "pour mieux utiliser la lumière".

Association de loi 1901, l'Association française de l'éclairage (AFE) fut créée pratiquement en même temps que se généralisait la lumière électrique, au début des années 30. Son but : promouvoir un éclairage de qualité, "pour mieux utiliser la lumière", à l'école, sur les voies publiques, dans les hôpitaux, dans l'entreprise, et, bien entendu, dans le logement. Aujourd'hui, l'AFE emploie une dizaine de personnes et compte 1 500 adhérents : architectes, urbanistes, décorateurs, médecins du travail, ophtalmologues, ergonomes, universitaires, installateurs, ingénieurs des villes, ingénieurs éclairagistes, etc. En rassemblant ainsi toutes les personnes intéressées par la lumière, les techniques d'éclairage et les problèmes de la vision, l'AFE se veut un véritable lieu de contacts et d'échanges, de manière à faire connaître et progresser cet élément primordial de nos conditions de vie et de notre bien-être.

A.F.E.

L'existence d'un tel organisme se justifie d'autant plus que l'aménagement la lumière est perçu de plus en plus souvent comme un élément indispensable du confort. Il subsiste cependant un décalage entre la politique des fabricants et les comportements des consommateurs, professionnels ou particuliers. Effectivement, depuis quelques années, les Français redécouvrent la lumière, par le biais des halogènes notamment , dont l'incroyable développement a conduit à la fois à toutes les audaces et à tous les excès. Bien souvent, les gens ne considèrent malheureusement une lampe que comme un objet décoratif, en tant que tel et par la lumière qu'il apporte, alors que c'est avant tout un appareil électrique, avec des normes, des règles de sécurité à respecter, et des incidences significatives sur le confort.



Former et informer

Le rôle de l'AFE est donc de sensibilise à la fois les prescripteurs et les utilisateurs, grâc à une formation efficace (voir enca dré), mais aussi et surtou par une politique d'informa tion tentant de couvri le mieux possibl l'ensemble des do maines touché par l'éclairage C'est pourquo s'est créée, dans le années 70 marquée par la crise éner gétique, le Centr d'information su l'éclairage (CIE), don le but premier était de ren seigner professionnels et par ticuliers sur la meilleure manièr d'utiliser la lumière, et donc d'économi ser de l'électricité. Aujourd'hui, les préoccupa tions ne sont plus les mêmes, et le CIE es une structure indépendante, par son statut

Le développement considérable des halogènes a conduit les Français à s'intéresser davantage à la place de la lumière dans leur logement.

Documents Aric et Philips

LE SYNDICAT DE L'ÉCLAIRAGE

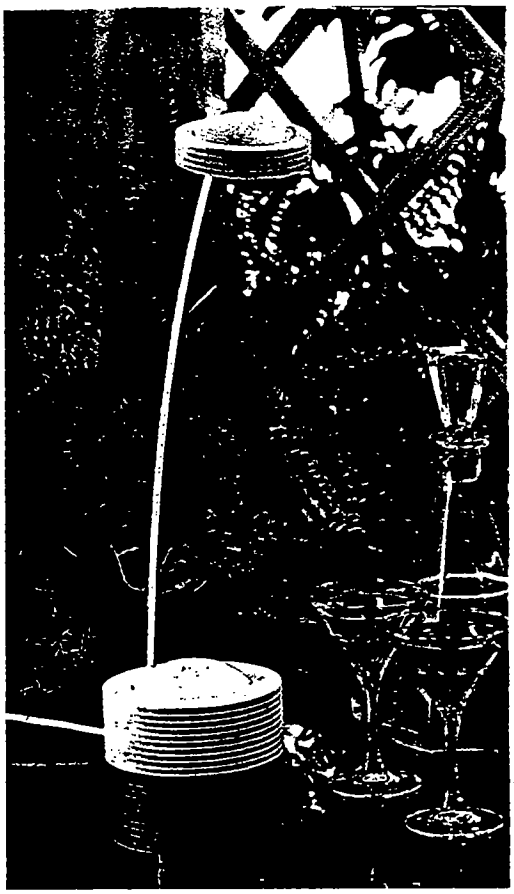
Le Syndicat de l'éclairage regroupe actuellement trente sociétés qui fabriquent plus de 80 % des lampes d'éclairage vendues sur le marché français, et environ 70 % du marché des luminaires fonctionnels, architecturaux et décoratifs, pour éclairage intérieur ou extérieur. Comme toute organisation professionnelle, il a pour but la défense des intérêts économiques et moraux de ses adhérents, notamment en ce qui concerne les questions d'actualités, de normalisation ou de concurrence internationale. Chaque membre s'engage par ailleurs à un certain nombre d'obligations de qualité, du marché le syndicat a entre autres participé à l'élaboration de la "convention pour la conformité aux normes des luminaires", des installations et des services. Il participe, en partenariat avec l'Ademe et EDF, aux réflexions et aux actions sur la maîtrise de l'énergie et la protection de l'environnement. Par exemple, une base de données de produits, liée à un logiciel d'éclairage intérieur, consultable sur le 36 17 CSTB, a été élaborée en collaboration avec le centre scientifique et technique du bâtiment. Affilié à la FIEE (Fédération des industries électriques et électroniques), le Syndicat de l'éclairage est également membre fondateur de CELMA, qui regroupe les organisations professionnelles européennes.

ORGANISME

LE MARCHÉ DE L'ÉCLAIRAGE

Bien que les chiffres connaissent depuis le début des années 90 une tendance à la baisse, le marché français des lampes et du matériel d'éclairage dépasse les 6 milliards d'unités (production + importations – exportations). Les perspectives de la fin de l'année dernière laissaient espérer un marché des luminaires légèrement positif par rapport à 1993 et un marché des lampes en hausse de 5 ou 6 points. Pour le premier semestre 1994, les statistiques disponibles faisaient entrevoir une reprise par rapport aux six premiers mois de l'année précédente, une reprise de la production (+ 7 %), une baisse des importations et une hausse à peu près équivalente (+ 12 %) des exportations.

Source : FLEE, Syndicat de l'éclairage, Douanes.



Document Aric

◀ *Eléments déterminants du confort et du bien-être, les luminaires existent sous des formes tellement différentes qu'il est parfois difficile pour l'utilisateur de choisir un éclairage de qualité.*

de l'association, puisqu'elle constitue le département information d'une SARL, la SIFE (Société d'information et de formation en éclairage). Son rôle d'information s'est du même coup étendu aux autres entités qui gravitent autour de l'AFE (voir encadrés), et se limite davantage à la presse et aux relais d'opinion qu'au grand public. Cependant, de même que l'AFE est par vocation, et par lien avec le Syndicat de l'éclairage, plus tournée vers les usages professionnels, industriels ou tertiaires de la lumière, cet organisme constitue malgré tout la source d'information la plus fiable pour tous les problèmes liés à l'éclairage, y compris dans le logement.

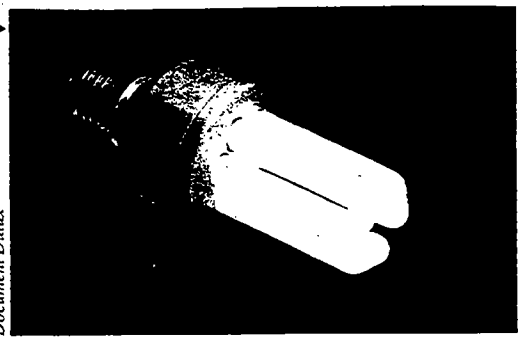
Ainsi, lorsqu'il avait pour principale mission la sensibilisation des utilisateurs à une meilleure gestion de la lumière, le Centre d'information de l'éclairage éditait des fiches pratiques classées par thème (public, domestique, industries et entreprises, collectivités, commerces, sources lumineuses, éclairagisme, etc.), qui sont encore d'actualité, les dernières éditions datant de 1990, sans qu'il y ait eu de révolution conséquente dans ces domaines. Il existe également des documents plus complets recensant pour un cas précis les différents modes d'éclairage qui existent, la meilleure manière de les disposer selon l'usage et le type de pièce, ainsi que les aspects réglementaires ou normatifs.

Multiplier les références

Par exemple, "Comment éclairer son logement ?" propose un plan d'ensemble d'une maison, avec, pièce par pièce, le type de luminaire qui peut être utilisé, sa puissance et les niveaux d'éclairement nécessaires (mesurés en lux, sachant à titre indicatif qu'il faut 300 lux pour la lecture et 600 pour la couture). Lorsqu'il n'existe pas de

LE CENTRE DE FORMATION ET DE PERFECTIONNEMENT EN ÉCLAIRAGE

Répondant à un véritable besoin des professionnels, des artisans et des responsables d'AFE, créé dans les années 60 au centre de formation en éclairagisme, Lectromes de l'éclairage, véritable université dans son domaine, l'ICEF délivre chaque année différentes sortes de diplômes et de formations à la demande. Il existe en effet un programme sur catalogue, de trois niveaux (connaissances de base et formation spécialisée), sanctionnés soit par un certificat, un diplôme, ou des stages de perfectionnement, soit sur des sessions spécifiques à un opérateur ou à une entreprise. Avec des enseignants professionnels spécialisés dans chaque domaine, les cours de formation continue comportent une partie théorique et pratique. Certains cours ou plusieurs sessions sont au choix de l'année et sont ouverts à tous les candidats qui en font la demande, sans condition d'âge ni de diplôme. Les cours du soir, moins chers que les autres, sont plus adaptés aux salariés. Les cours par correspondance, réalisés en collaboration avec des entreprises, sont destinés aux personnes qui ne peuvent pas se déplacer. Enfin, des stages de formation continue sont organisés dans certains lycées techniques spécialisés dans l'éclairage.



Document Dulux

Le Syndicat de l'éclairage a contribué au développement des lampes basse consommation (fluocompactes) dans l'habitat.

document permettant au prescripteur ou au particulier de trouver des réponses à ses questions, le Centre saura de toute manière vers quel expert orienter son interlocuteur.

Cependant, le CIE ne constitue pas la seule source d'information liée à l'Association. Celle-ci réunit en effet régulièrement des commissions d'experts pour répondre à certaines questions, techniques ou d'actualité. A partir de là sont publiées les "recommandations de l'AFE", qui sont la seule référence en la matière, puisque la qualité de l'éclairage n'est sujette à aucune réglementation, contrairement par exemple au chauffage. Par le biais de la société Lux, l'AFE édite également des documents techniques et des livres de référence à destination des professionnels ou des prescripteurs.

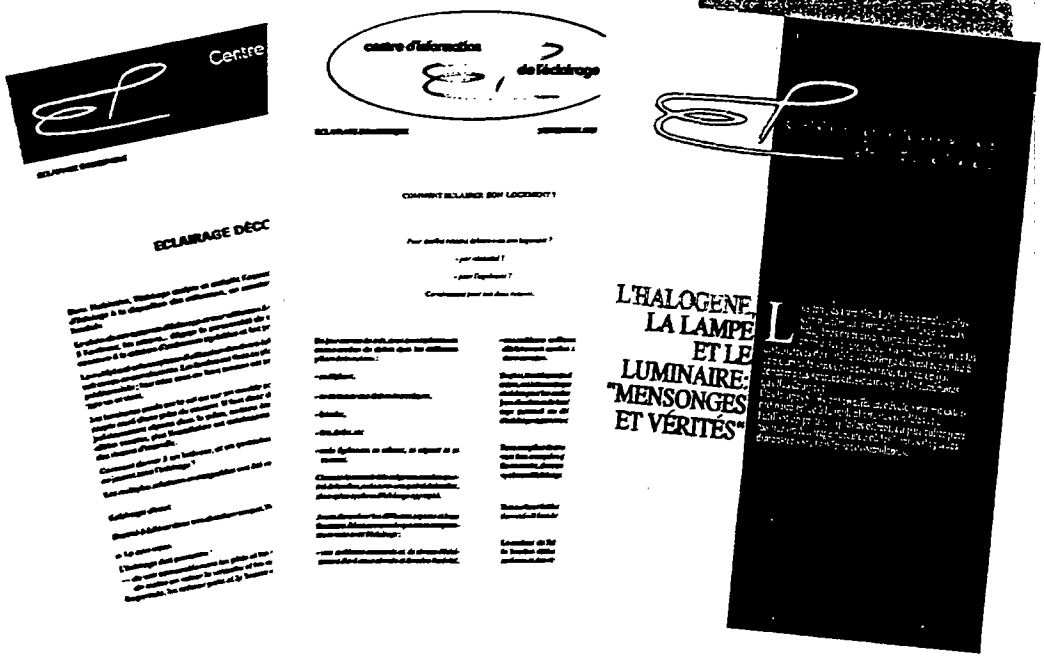
Répartis en quatorze centres régionaux, les adhérents de l'Association française de l'éclairage s'efforcent donc d'apporter à tous les interlocuteurs de leur domaine, du fabricant au particulier, les meilleurs éléments pour développer un éclairage de qualité, adapté à chaque cas. Des animations peuvent ainsi avoir lieu au niveau local, autour de thèmes définis selon les besoins (dans le cadre de la réhabilitation d'un quartier par exemple). D'autre part, l'AFE organise tous les deux ans son colloque, les "journées nationales de la lumière". Bien que partenaire quasi exclusif en la matière, l'association sait en effet qu'elle doit multiplier les initiatives pour la promotion d'une meilleure utilisation de la lumière, dans la mesure où l'éclairage est souvent l'un des derniers aspects abordé dans l'optimisation du confort.

ADRESSES

Association française de l'éclairage
Centre de formation et de perfectionnement en éclairage
Centre d'information de l'éclairage
Comité national français de l'éclairage
Éditions Lux
52, bd Malesherbes
75008 Paris
Tél. : (1) 43 87 21 21
Syndicat de l'éclairage
Même adresse
Tél. : (1) 43 87 04 11

LE COMITÉ NATIONAL FRANÇAIS DE L'ÉCLAIRAGE

Membre français de la Commission internationale de l'éclairage (CIE), le CNFE a pour vocation de "regrouper tous les organismes publics ou privés, scientifiques, techniques, administratifs, industriels ou artistiques qui s'intéressent aux questions relatives à la lumière et à l'éclairage". Des comités techniques, affectés à des problèmes spécifiques, traitent de toutes les questions scientifiques et techniques relatives aux activités de la CIE, réparties en sept divisions (vision et couleur, mesures physiques, environnement intérieur, etc.). Au niveau international, le CNFE participe donc à la promotion d'une certaine idée de la qualité de l'éclairage à travers le monde, diffusée aux professionnels sous formes d'ouvrages de référence, traitant de la plupart des problèmes liés à la lumière, comme par exemple un dictionnaire international de vocabulaire sur l'éclairage, disponible en cinq langues. On peut obtenir la liste des publications du CIE auprès de l'AFE.

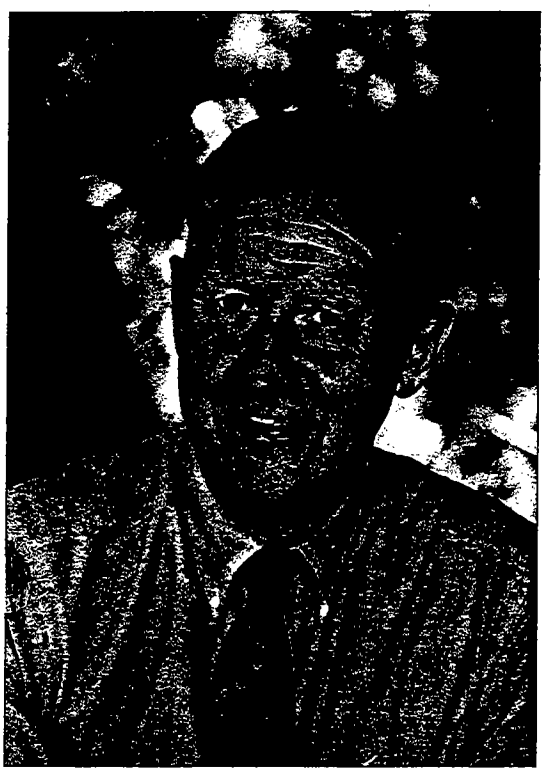


Le Centre d'information de l'éclairage a publié une centaine de fiches pratiques sur la qualité de l'éclairage, aussi bien pour les logements que pour les collectivités locales, les commerces ou l'industrie.

ONET

LE CHATEAU

MAIRIE INFO N° 14



SEPTEMBRE 1993

SOMMAIRE

PAGES CENTRALES :
Parlons de l'éclairage public

DERNIERE PAGE
Echos

Les Lumières de la ville...

J'espère que les "fans" de Charlie CHAPLIN me pardonneront d'emprunter le titre d'un de ses films prestigieux en guise d'introduction à ces quelques lignes dont le but est, tout simplement, d'attirer votre attention sur des lumières beaucoup plus prosaïques, c'est à dire : celles de notre ville.

Il était maintenant devenu nécessaire de revoir notre éclairage public, et vous pourrez constater en lisant ce "Mairie Info" que les travaux engagés en la matière sont très importants. Ils s'élèvent, en effet, à 11 millions de francs, et selon les règles d'une bonne gestion, nous répartirons cet effort sur plusieurs exercices. Mais dès la fin de cette année vous pourrez, selon l'expression populaire, voir la différence.

Un niveau d'éclairement nettement supérieur, une sécurité renforcée et une meilleure intégration au site, seront les résultats tangibles que vous serez à même de constater à la fin de cette réalisation.

De nos jours, les évolutions scéniques nous ont habitué à une qualité d'éclairage qui n'a cessé de croître aussi comme Onet le Château est une grande et belle scène à laquelle nous sommes attachés, si nous braquons sur elle une lumière nouvelle, nous donnerons d'elle, c'est à dire de notre ville, une plus belle image.

François REY

Maire d'ONET LE CHATEAU
Vice-Président du Conseil Général de l'Aveyron

Parlons de...

Rénover l'existant qui devenait obsolète, desservir de nouveaux secteurs : tels sont les deux objectifs du programme pluri annuel d'éclairage public qui, depuis quelques semaines, est en cours de réalisation. C'est avec ce vaste chantier que nous vous proposons de vous familiariser.

LE CONSTAT

Le bureau d'étude ACS de Toulouse a été chargé en 1991 d'établir un diagnostic et de proposer des solutions pour une rénovation complète du réseau d'éclairage public de notre commune.

Le constat dressé par ces spécialistes a fait ressortir que, hormis dans les secteurs d'urbanisation très récente, le niveau d'éclairement devait être corrigé pour obtenir à la fois une visibilité plus correcte pour les piétons et pour les conducteurs de véhicules.

Sur la base de ce diagnostic, un plan de réhabilitation du réseau a été proposé. Avant d'en examiner les grandes lignes, il paraît utile, à travers quelques données statistiques, de mesurer ce qu'est un réseau d'éclairage public.

Le réseau d'éclairage public d'Onet le Château en chiffres :

Nombre de foyers lumineux : 1 720
Longueur de câbles :
≈ 25 kilomètres
Consommation annuelle :
≈ 500 000 kw/h
Durée de vie des "ampoules" :
≈ 8 000 heures soit 2 ans
Valeur à neuf du réseau :
19 764 690 F

LE PLAN D'ACTION

Le Conseil Municipal s'est fixé pour objectif d'aboutir en trois ans à une rénovation complète du réseau. A la suite d'un appel d'offres les travaux ont été confiés au groupement d'entreprises LAYSSAC - GUIRANDE qui est à l'ouvrage depuis le début de l'été. Les travaux prévus sont les suivants :

- Mise en souterrain de l'ensemble du réseau éclairage public
- Installation de 1 000 mâts neufs
- Remplacement de 1 440 foyers lumineux

En 1993, seront traités les secteurs suivants :
En rénovation :

* Rues des Bleuets, des Marguerites, des Crêtes, des Hortensias, des Narcisses
* Lotissements REY et Les Places

En création :

* Boulevard des Balquières et liaison Gendarmerie - Vieille Gare

Les autres artères seront mises en chantier dans les trois années à venir.

LE PARTENARIAT

A l'occasion de ces travaux des accords ont été recherchés avec EDF et FRANCE TELECOM afin d'enterrer les câbles lorsque cela était possible.

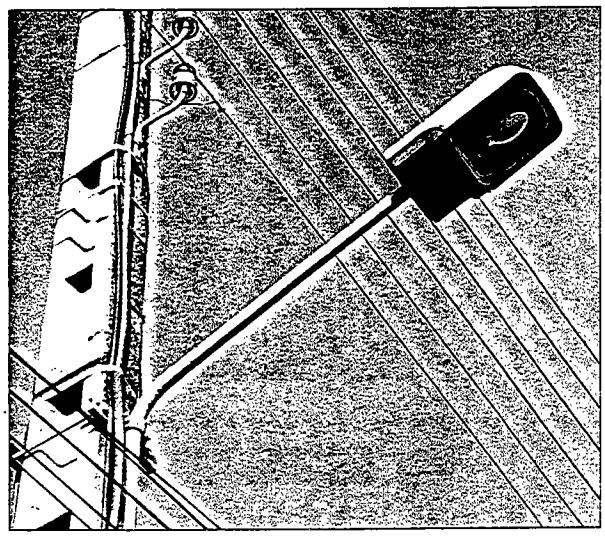
Pour d'évidentes raisons techniques et financières cette mesure ne sera pas générale mais grâce à la compréhension de chacun des partenaires l'effort à terme sera très significatif.

L'INTEGRATION AU SITE

La couleur retenue au niveau des nouveaux mâts est le bleu. Ce choix, quelque peu novateur en la matière, mérite des explications.

Il a été fait après avis d'un architecte conseil, dans un souci de souligner la "modernité" de notre ville, d'harmoniser les éléments du mobilier urbain (abri-bus, containers d'ordures ménagères..) et de reprendre la couleur dominante du logo.

Ces nouveaux mâts vont typer notre ville et constituer des éléments à la fois fédérateurs et de reconnaissance de notre territoire.



L'ancien réseau

Le réseau "new-look"

Grâce à un niveau d'éclairement multiplié par trois, la sécurité des piétons et des automobilistes circulant dans notre ville va se trouver très efficacement renforcée.

Tailored edge-ray designs for uniform illumination of distant targets

Pang Teng Ong
Jeffrey M. Gordon*
National University of Singapore
Department of Mechanical and Production Engineering
10 Kent Ridge Crescent
Singapore 0511

Ari Rabl
Wen Cai
École des Mines
60 Boulevard St.-Michel
75272 Paris Cedex 06, France
E-mail: rabl@cenerg.ensmp.fr

Abstract. New classes of nonimaging reflector designs, referred to as tailored edge-ray designs (TEDs), were recently developed as basic solutions for the problem of designing a reflector that achieves a specified distribution of radiation on the target. These designs yield exact solutions, even when the source is extended, i.e., not small compared to the reflector size. A systematic exploration of these designs for the practical and challenging problem of producing uniform far-field irradiance for linear (2-D) configurations is presented. We establish the inherent, fundamental limitations on the dimensional and flux-map characteristics of these TEDs. We develop designs that are a significant improvement over conventional approaches in meeting the practical design goals commonly set by luminaire manufacturers. We also derive analytic simplifications in the relevant formulas that can save considerable time in design calculations.

Subject terms: nonimaging optics; reflector design; tailored edge-ray designs; illumination; luminaire; extended radiation sources; edge rays; far-field illumination.

Optical Engineering 34(6), 1726-1737 (June 1995).

1 Introduction

Recently, new types of basic solutions were developed for the inverse problem in illumination optics (i.e., the problem of designing a reflector that achieves a specified distribution of radiation on the target); they are based on the edge-ray principle of nonimaging optics.[1,2] These tailored edge-ray devices (TEDs) produce exactly a prescribed illuminance on a target, from a given extended Lambertian light source, i.e., whose dimensions are not small compared to the size of the reflector.[3–6] These solutions are also designed to avoid trapped radiation, to maximize radiative efficiency.

Until now only the general methodology has been established: the possible solution types have been classified in terms of their topology, a closed-form analytical solution has been found, and a few illustrative examples have been solved. The number of design options, however, has turned out to be quite large, and the optimal choice for a given application is not obvious. This paper provides a systematic exploration of the application of these solutions to an important practical problem, namely, producing a uniform illuminance on a planar target at infinity, in 2-D configurations with symmetry about the line from source to target, as sketched in Fig. 1. This is of interest for a wide range of situations from lighting buildings and roads to IR heating for industrial processes; in these applications the distance to the target is large enough compared to the luminaire size to justify the far-field approximation (for example, typical fluorescent tube luminaires have aperture widths around 0.2 m or less, whereas the distance to the target is at least 2 m). We determine the inherent limitations on the geometric and flux characteristics of TEDs for these applications, and we offer specific designs that meet requirements communicated to us by manufacturers.[7]

Even though most 2-D lighting systems use tubular bulbs, much of our discussion is centered around flat one-sided sources, taking advantage of the fact that a Lambertian (i.e., isotropic in angle and position) tubular source can be transformed into a virtual flat Lambertian source by the use of involute reflectors (for an example, see Fig. 16 in Sec. 3.5). Thus we do not design TEDs directly for a tube, the direct design for a tube having been pioneered by Ries and Winston.[5] We have found that the design for a flat virtual source yields more compact devices that appear better matched to

*Permanent affiliation: Ben-Gurion University of the Negev, Center for Energy and Environmental Physics, Jacob Blaustein Institute for Desert Research, and The Pearlstone Center for Aeronautical Engineering Studies, Department of Mechanical Engineering, Beersheva, Israel.

Paper 02094 received Sep. 2, 1994; revised manuscript received Dec. 30, 1994; accepted for publication Dec. 30, 1994.
© 1995 Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers. 0091-3286/95/$6.00.

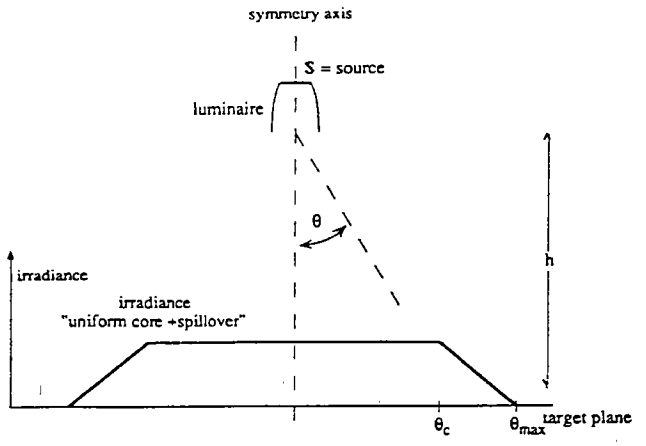


Fig. 1 Geometry of luminaire and target superimposed on flux map "uniform core + spillover." Position in target plane $x = h \tan(\theta)$.

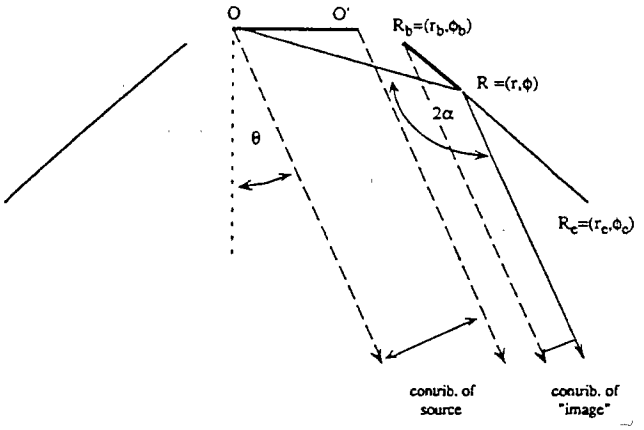


Fig. 2 Far-edge diverging TED for constant far-field illuminance up to $\theta_c = 30.0$ deg. Origin O of r,ϕ coordinates at left edge of source OO' (thick gray line). Right reflector from R_b to R_e. "Image" (thick black line) seen from direction θ extends from R_b to R.

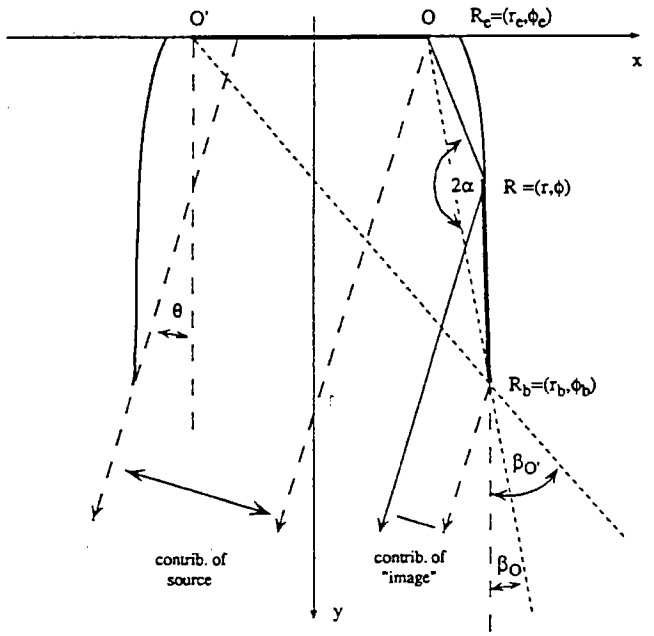


Fig. 3 Near-edge diverging TED for constant far-field illuminance up to $\theta_c = 26.9$ deg. Origin O of r,ϕ coordinates at right edge of source OO' (thick gray line). Right reflector from R_b to R_e. "Image" (thick black line) seen from direction θ extends from R_b to R.

the needs of lighting applications than solutions based directly on tubular sources.

Furthermore, this approach enables luminaire manufacturers to produce one involute mold, coupled to add-on reflectors that are matched to different applications. The advantages are

1. The involute reflector is the most difficult to produce (because of cusp and high curvature) and can benefit the most from the savings resulting from mass production.
2. The cusp of the involute can serve as a cooling fin to lower the temperature of a fluorescent tube and thus raise its luminous efficacy.[8]

The basis for TED designs is the recognition that the radiation received at a target point in a configuration with specular reflectors and Lambertian source is determined entirely by the edge rays, independent of the curvature of the reflector or the number of reflections.[4,9] Edge rays are rays that pass through an edge of the source or of the reflector; tangential rays are also edge rays. The illuminance at the target can have two contributions: (1) rays directly from the source and (2) the reflected "image(s)," as shown in Figs. 2 and 3, where the quotation marks indicate that there is no image in the sense of imaging optics; only contours matter.

Rabl and Gordon[6] showed that there are four types of TEDs if one edge of the image is bounded by an edge of the reflector. Two types stem from the observation that because the image of the source is bounded by an edge-ray of the source, it can be bounded by the edge ray from either the near edge or the far edge of the flat source. The terms "near edge" and "far edge" are relative to the position of the reflector from which the image is seen. This edge of the source is chosen as origin O of the (r,ϕ) polar coordinate system used in this paper (see Figs. 2 to 4 and Fig. 5 in Sec. 2.1). In Fig. 4(a) it is the far edge and in Fig. 4(b) it is the near edge. The number of types is doubled because there are "diverging" and "converging" reflector curves, i.e., the caustics formed by the edge rays can fall behind or in front of the reflectors. Figure 4 illustrates the four types of TEDs.

Suppose that the edge ray from point O to any point $R = (r,\phi)$ on the reflector is reflected at angle θ. Then viewing the luminaire from the far-field target at angle θ, we see an image that extends from R_b to R. This is illustrated in Fig. 2 for the far-edge diverging design and in Fig. 3 for the near-edge diverging design. By requiring that this image subtend the desired angular width as seen from the target, a first-order differential equation of the reflector curve can be obtained.[4,6] Rabl and Gordon[6] derived an analytical solution to the governing differential equation for the reflector curves for all four TED types.

As boundary condition, we impose that the edge-rays be reflected parallel to the optical axis at the reflector starting point R_b, as shown in Fig. 4. Although this condition is not the only possible choice, it is the most convenient choice

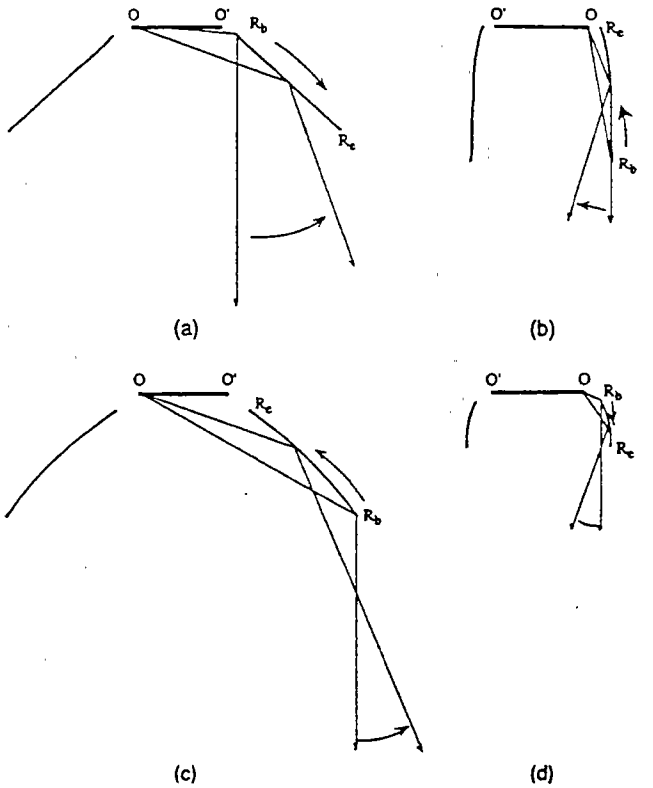


Fig. 4 Four TED types if one edge of the "image" is at edge R_b of reflector: (a) far-edge diverging, $\theta_c = 30$ deg; (b) near-edge diverging, $\theta_a = 26.9$ deg; (c) far-edge converging, $\theta_c = 30$ deg; and (d) near-edge converging, $\theta_c = 25$ deg. Here O = edge of source chosen as design basis, O' = other edge of source, R_b = starting point, and R_e = end point (symmetric designs with target at infinity). The devices shown produce a constant flux map for $|\theta| < \theta_c$ with the θ_c values indicated.

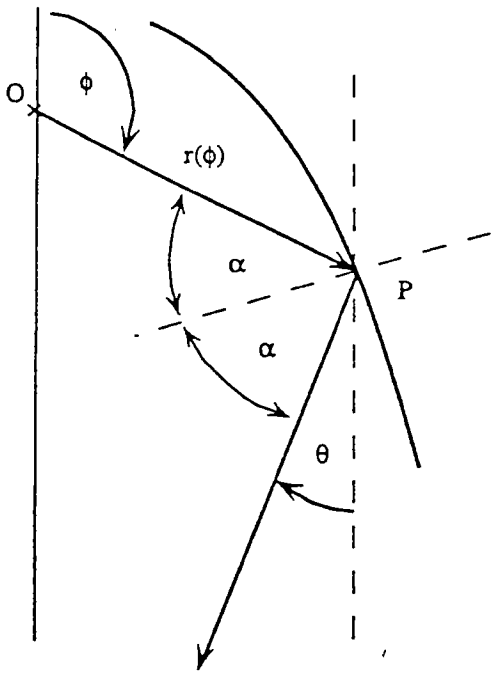


Fig. 5 Definition of coordinates and angles; θ and ϕ are positive in clockwise direction. Origin O at edge of source.

because it implies that at any target point only the source and its image in one of the reflectors can be seen. Whether the image is from the left or right reflectors depends on the TED type, and from which side of the optical axis the target is being viewed. Even though we consider only symmetric devices here, the design method can also be used for asymmetric flux maps because each side of the flux map corresponds to its own reflector side.

Note that the reflector starting point must be chosen with care, because not every choice will yield a physically meaningful solution—a basic point the consequences of which are discussed at length later.

For each type of TED, as the magnitude of θ increases, the image at the reflector increases in size and gradually fills up the reflector. The flux map can be tailored within a limited angular region, $\pm\theta_c$. Because we concentrate on the problem of generating uniform far-field illuminance, we refer to this domain as the uniform core region. Beyond the tailored (uniform core) region, however, there is no control over the flux map produced. We refer to this as the spillover region (see Fig. 1), with no rays emitted beyond some angle θ_{max}. In the interest of glare control, values in the range of 45 to 60 deg may be desirable[10,11] for θ_{max}. For example, for the TED of Fig. 4(a), the theoretical maximum of the core region is $\theta_c = 45$ deg, but it then corresponds to a reflector that extends all the way to the target.[4] As the reflector is truncated to smaller dimensions, the nature of the tailoring procedure requires that as θ_c is decreased, θ_{max} must increase.

2 Review of the TED Procedure

2.1 *Reflector Equation*

Here we briefly review the TED formalism[6] and the analytic solution to the governing differential equation, to establish a clear basis for our subsequent observations. The coordinate system is illustrated in Fig. 5 and the nomenclature is summarized in Table 1. Angle ϕ is defined as zero along the upward y axis. The view angle θ is defined as positive in the clockwise direction, with $\theta = 0$ along the downward y axis. An edge ray incident at the reflector at an angle α is reflected at an angle θ to the optical axis. The length of the edge ray from the source to the reflector is denoted by r. From Snell's law and simple geometry, one can show that

$$\tan(\alpha) = \frac{d\ln(r)}{d\phi} , \tag{1}$$

and

$$2\alpha = \phi - \theta . \tag{2}$$

The next step is to establish the relation between α, ϕ and the desired target illuminance. For a far-field 2-D geometry, the angular power density or the luminance $L(\theta)$ is related to the target illuminance $E(\theta)$ by[12]

$$L(\theta) = E(\theta)/\cos^2(\theta) . \tag{3}$$

For the case of interest here, uniform far-field illuminance, we have $L(\theta) = L(0)/\cos^2(\theta)$ for $|\theta| < \theta_c$.

Table 1 Nomenclature

Variable	Meaning
b	binary index variable
$f_{block}(\theta)$	fraction of source that is blocked
$E(\theta)$	illuminance
$L(\theta)$	luminance
$p(\theta)$	$r(\phi)\sin(\phi-\theta)$
r	coordinate of a point on the reflector
$R_b=(r_b,\phi_b)$	the beginning point of the reflector
$R_e=(r_e,\phi_e)$	the endpoint of the reflector
s	source width
$u(\alpha)$	$\cot(\alpha)$
α	incidence angle of edge ray at the reflector
β_O	angle at which blocking starts
$\beta_{O'}$	angle at which the source is totally blocked
γ	angle subtended by the source at point R_b
λ	constant determined by the boundary condition
ϕ	coordinate of a point on the reflector
ρ	reflectivity of the reflector
θ	view angle, positive in the clockwise direction, with $\theta=0$ along the downward y axis
θ^*	integration constant
θ_c	half angle of uniform core region
θ_{max}	largest angle at which radiation is emitted
Subscripts	**Meaning**
O	the edge of the source which has been chosen as design basis
O'	the other edge of the source

Apart from an overall normalization constant, the luminance can be equated to the sum of the projected widths (onto the plane normal to the direction of θ) of the source and the reflected image, as shown in Fig. 2 for the far-edge diverging TED and in Fig. 3 for the near-edge diverging TED. Let s represent source width, and let $R_b=(r_b,\phi_b)$ represent the starting point of the reflector; it is not required to be continguous with the source, and the gap between source and R_b offers an added design degree of freedom. The resulting equation can be written in unified form for all four TEDs:

$$L(\theta)=\frac{L(0)}{s}\{s\cos(\theta)+b\rho[r\sin(\phi-\theta)-r_b\sin(\phi_b-\theta)]\}\ , \tag{4}$$

where ρ is reflectivity of the reflector and we have introduced a binary index variable

$$b=\begin{cases}+1 \text{ for far-edge diverging and near-edge converging}\\ -1 \text{ for far-edge converging and near-edge diverging}\end{cases} \tag{5}$$

to multiply the contribution of the image. In Eq. (4) the term in curly braces represents the projected widths and the factor $L(0)/s$ is the normalization constant, which is not of interest here because we are concerned only with relative values. The contribution of the image is further multiplied by the reflectivity ρ. For simplicity in the rest of this paper we set $\rho=1$ because only materials with high reflectivity are relevant and we are interested in generic results; for the final design with a specific reflector material, the correct value of ρ should be used.

For near-edge TEDs, there is the additional complication that in certain configurations part of the source can be blocked by the reflector at certain view angles (without incurring any trapped radiation, the occurrence of which is prohibited by the design procedure). When such blocking occurs, the contribution to the illuminance from the source ($s\cos\theta$) must be multiplied by a factor $f_{block}(\theta)$, which is determined either by the starting point or the end point of the reflector, depending on whether the TED is of the diverging or converging type. Figure 3 illustrates the geometry associated with blocking.

The factor $f_{block}(\theta)$ follows from rudimentary geometry:

$$f_{block}(\theta)=\begin{cases}1 & \text{for } |\theta|<\beta_O\\ (y_b/s)[\tan(\beta_{O'})-\tan(\theta)] & \text{for } \beta_O<|\theta|<\beta_{O'}\\ 0 & \text{for } \beta_{O'}<|\theta|\end{cases}\ , \tag{6}$$

where β_O is the angle at which blocking starts ($\beta_O=\pi-\phi_b$), and $\beta_{O'}$ is the known angle at which the source is totally blocked, so that y_b is the Cartesian y coordinate of the reflector starting point $R_b=(r_b,\phi_b)$, which is selected by the designer.

To find the solution it is convenient to define a function $p(\theta)$ as

$$p(\theta)=r(\phi)\sin(\phi-\theta)\ . \tag{7}$$

Even though it appears to depend both on ϕ and on θ, this combination is a function of θ (and known input parameters) only, as can be seen by solving Eq. (4) for $p(\theta)$. As shown by Winston and Ries[4] and by Rabl and Gordon,[6] Eq. (7) yields the following differential equation for α as a function of θ:

$$\frac{d\alpha}{d\theta}=\sin(\alpha)\cos(\alpha)\frac{d\ln[p(\theta)]}{d\theta}-\sin^2(\alpha)\ , \tag{8}$$

which must be solved with the required boundary condition that $\theta=0$ at the point $R_b=(r_b,\phi_b)$ (equivalently, at $\theta=0$, $\alpha=\phi_b/2$). As further shown by Rabl and Gordon,[6] with the substitution $u(\alpha)=\cot(\alpha)$, Eq. (8) can be solved analytically, yielding

$$\cot(\alpha)=\frac{1}{p(\theta)}\int_{\theta^*}^{\theta}p(\theta')\,d\theta'\ , \tag{9}$$

where the integration constant θ^* must be determined from the reflector boundary condition. Note that the procedure of Rabl and Gordon[6] for finding θ^* can be simplified considerably if one notes that the integration of $p(\theta)$ separates into two parts:

$$\int_{\theta^*}^{\theta}p(\theta')\,d\theta'=[\text{integral of } p(\theta') \text{ evaluated at } \theta]-[\text{integral of } p(\theta') \text{ evaluated at } \theta^*]\ . \tag{10}$$

Because θ^* is a constant, the integral of $p(\theta')$ evaluated at θ^* must also be a constant. Hence Eq. (9) can be rewritten as

$$\cot(\alpha)=\frac{1}{p(\theta)}\{[\text{integral of } p(\theta') \text{ evaluated at } \theta]-\lambda\} , \tag{11}$$

where λ is a constant determined by the boundary condition, i.e., that at point $R_b=(r_b,\phi_b)$ the reflected edge ray is parallel to the optical axis. Eq. (11) is true for any desired flux distribution (not just uniform illuminance).

Use of Eq. (11) reduces the computational effort, especially when the TED design includes blocking of the source by the reflector. In this case, there are two autonomous reflector sections to be calculated: the first running from $\theta=0$ to $\theta=\beta_O$ (see Fig. 3), for which $\lambda=-r_b/s$, and the second reflector section being computed from $\theta=\beta_O$ to $\theta=\theta_c$, with λ being obtained by requiring reflector continuity; namely, one specifies the boundary condition that at $\theta=\beta_O$ the angle of reflection α is equal to that of the first reflector section at $\theta=\beta_O$. In the particular instance of uniform far-field illuminance and configurations with blocking, $\lambda=0$ for the second reflector section.

The flux map produced by the TED matches the prescribed flux map exactly for $|\theta|\leq\theta_c$, where $\pm\theta_c$ is the angular region to which the reflector is tailored. An upper limit for θ_c can be obtained by integrating the luminance of the luminaire from 0 to θ_c and comparing it with the power radiated from the source itself. For a flat one-sided source, this energy balance reveals that the fraction of radiation emitted within a uniform core region of width θ_c is equal to

$$\int_0^{\theta_c}\frac{d\theta}{\cos^2(\theta)}=\tan(\theta_c) , \tag{12}$$

which implies that the maximum θ_c for a TED is 45 deg. This value can indeed be reached with the far-edge TEDs. We demonstrate later, however, that with flat-source (involute) designs for the near-edge TEDs, there are inherent limitations that restrict the uniform core region to far less than 45 deg. Specifically, the maximum attainable uniform core region turns out to be 32 deg for the near-edge diverging TED and 27 deg for the near-edge converging TED.

To determine the flux map beyond θ_c, ray tracing seems to be necessary. An exception is the far-edge diverging TED without gap; for this design, the entire flux map can be determined analytically because for $|\theta|\geq\theta_c$ the combination source plus image looks like an isotropic radiator from O to the end of the reflector. For the other designs, it is difficult to evaluate the influence of the gaps on the flux map beyond θ_c. Furthermore, for the near-edge designs, there is the possibility of rays crossing from one half of the reflector to the other.

2.2 *Starting Point* R_b

Not all mathematical solutions to the governing differential equation for the reflectors are physically admissible. Certain ranges of the boundary condition—the selection of the reflector starting point R_b—result in reflectors that violate one of the input assumptions, for instance, that there be no trapped radiation, or that the image extend all the way to the edge R_b of the reflector for all $|\theta|<\theta_c$.

Therefore the choice of R_b must be made with care. It must depend on the angle subtended by the source at R_b. Figure 6 illustrates this point, in Fig. 6(a) for near-edge TEDs and in Fig. 6(b) for far-edge TEDs, with γ denoting the angle subtended by the source at R_b. Because the TED construction takes into account only one edge-ray of the source, one must ensure that the other edge ray of the source is reflected within the prescribed angular region. This is the case because for $|\theta|\leq\gamma$, the image extends all the way to the edge R_b of the reflector.

Therefore, in the design calculations, γ, the angle subtended by the source at point R_b, is taken as the basis for selecting the reflector starting point for all four classes of TEDs. We stress that although γ may be the intended uniform core region extent, it does not necessarily mean that this value can actually be obtained; namely, one inputs a value of γ, but the reflector solution that emerges from the analytic calculational procedure may be physically admissible only for a smaller value of γ, which then becomes the actual uniform core region extent θ_c. As shown later, in some cases, the TED can be tailored all the way to γ so that $\theta_c=\gamma$; in some cases θ_c is less than γ because of this inherent constraint.

Elementary geometry can be used to simplify the selection process for R_b. For the two classes of far-edge TEDs, Fig. 6(b) shows the geometry of the reflector starting point with respect to the source and the angle γ subtended by the source at that

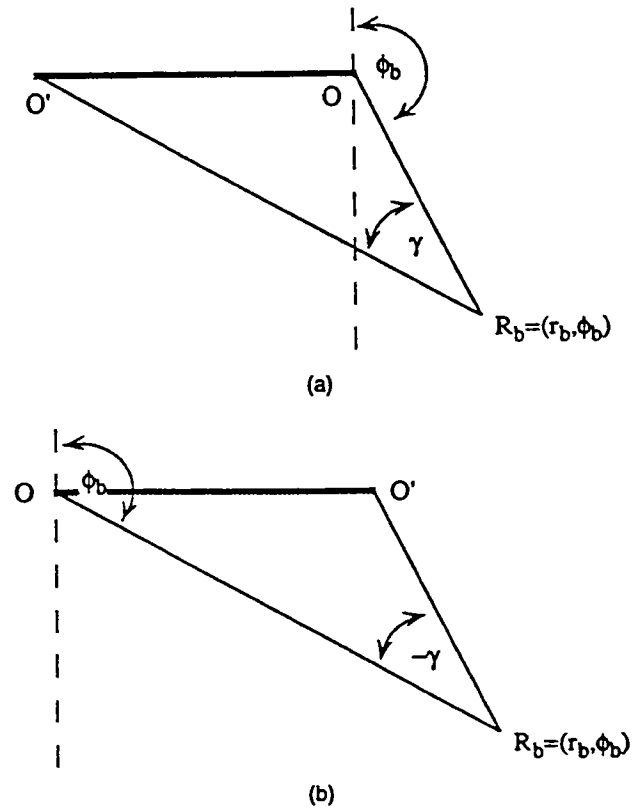


Fig. 6 Illustration of the role of the angle γ subtended by the source at R_b (a) for near-edge designs and (b) for far-edge designs.

point. Note that γ is defined as negative here. From the law of sines and cosines, ϕ_b can be obtained:

$$\phi_b = \gamma + \cos^{-1}[r_b \sin(\gamma)/s] \ . \tag{13}$$

Because $\phi_b > 90$ deg, Eq. (13) implies that

$$-\sin^{-1}(s/r_b) < \gamma < 0 \ . \tag{14}$$

For far-edge TEDs, the input parameters are bounded simply by $r_b/s > 1$, and $\gamma < 0$.

Similar results pertain to near-edge TEDs, with the geometry shown in Fig. 6(a). Note that γ is defined as positive for the near-edge devices. The corresponding relation between ϕ_b and input parameters r_b/s and γ is then

$$\phi_b = 180 \text{ deg} - \sin^{-1}\{\cos(\gamma)\{1-[r_b \sin(\gamma)/s]^2\}^{1/2} - (r_b/s)\sin^2(\gamma)\} \ . \tag{15}$$

Equation (15) indicates that γ is bounded by r_b/s such that

$$\gamma < \tan^{-1}(s/r_b) \ , \tag{16}$$

with r_b/s and γ again being the input parameters to the calculational procedure.

Up to this point, we have summarized those geometric and calculational aspects that are common to all four TED types. We proceed with individual sections devoted to the constraints and consequent dimensional and flux-map bounds specific to each of these TED types.

3 Results for Flat Sources

3.1 *Far-Edge Diverging TED*

The general far-edge diverging design includes a gap between source and reflector, as shown in Fig. 2. The version without gap between source and reflector, first developed by Winston and Ries,[4] is just a special case. For the gapless case, the reflector can be terminated at any angle $|\theta| = |\gamma| = \theta_c < 45$ deg. Once θ_c is chosen, however, the size of the luminaire is also determined. The compromise in luminaire design is between θ_c and luminaire size, because as θ_c increases, so does luminaire depth and aperture width. This is illustrated in Fig. 7, a plot of luminaire dimensions as functions of θ_c. (Note that in Fig. 7, and in all subsequent figures for luminaire depth, any involute reflector that would couple to a tubular source is not included.)

For the general case of the far-edge diverging device with gaps, one proceeds with an initial selection of γ, which will always turn out to be less than the achievable uniform core region θ_c. One then selects a starting point R_b [subject to Eqs. (13) and (14)] and generates a reflector curve that terminates at $\theta = \gamma$.

The maximum value of θ_c obtainable for the far-edge diverging TED with gaps depends on the selection of the starting point R_b, and is given by $|\theta^*|$ from Eq. (9). For example, with $r_b/s = 1.3$ and $\gamma = 30$ deg, the resulting absolute value of θ^*, and hence the maximum attainable value of uniform core region, is 43.1 deg. The reason for the equivalence of $|\theta^*|$ and the maximum attainable θ_c is that, for the far-edge diverging TED, the function $p(\theta)$ in Eqs. (6) to (9)

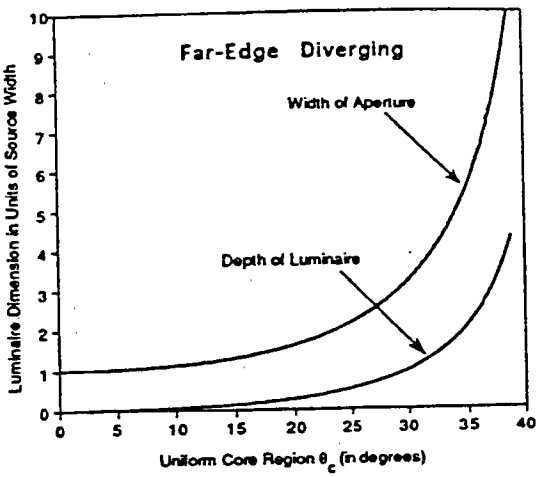


Fig. 7 Luminaire dimensions—depth and aperture width—plotted against uniform core region extent θ_c for the far-edge diverging TED without a gap.

is an analytic function without singularities on the real axis. Hence there is no difficulty in continuing the integration in Eq. (9) up to θ^*.

For the same uniform core region extent, the far-edge diverging luminaire with gaps is always larger than the corresponding design without gaps. Therefore there would appear to be no practical advantage to the designs with gaps, except for considerations of air flow through the luminaire or production difficulties related to single-piece, as opposed to double-piece, reflectors (because the flat source will be created by involute reflectors about a tubular bulb). Furthermore, the radiation emitted through the gap will generally not have the desired direction.

3.2 *Far-Edge Converging TED*

In the far-edge converging TED, $|\theta|$ increases as one moves toward the source from the aperture, along the reflector. Therefore, to ensure that there is no trapped radiation, the aperture must be wide. This is one of the practical disadvantages of this class of TEDs. Fig. 4(c) shows a far-edge converging TED designed to produce $\theta_c = 30$ deg.

The difficulty in the far-edge converging design is the selection of the reflector starting point, because certain choices yield physically inadmissible solutions. To see how this difficulty can be overcome, recall Eqs. (13) and (14). Although the angle subtended by the source γ may not appear to affect the design process (because of the occurrence of multiple reflections for some rays that are not edge rays), it narrows the choice of the reflector starting point. This can be seen in Eq. (14), the requirement that r_b/s must be sufficiently large.

A key additional constraint that must be observed in the construction of the far-edge converging TED is as follows. During the process of calculating the reflector curve, one must verify that, at every point, the reflector does not block the near edge of the source. Were this type of blocking to occur, radiation would be trapped behind the back of the reflector. Therefore the reflector must not intersect the line connecting the near edge of the source to the starting point of the reflector. (Furthermore, the radiation emitted through the gap between

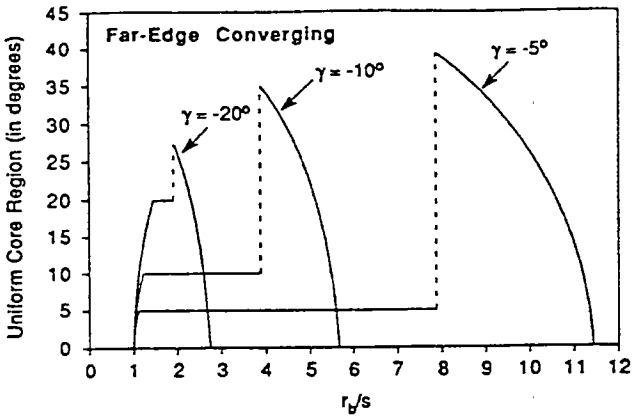


Fig. 8 Uniform core region for the far-edge converging TED plotted against r_b/s for several values of γ. The geometric basis for the distinct regions within each curve is explained in Sec. 3.2.

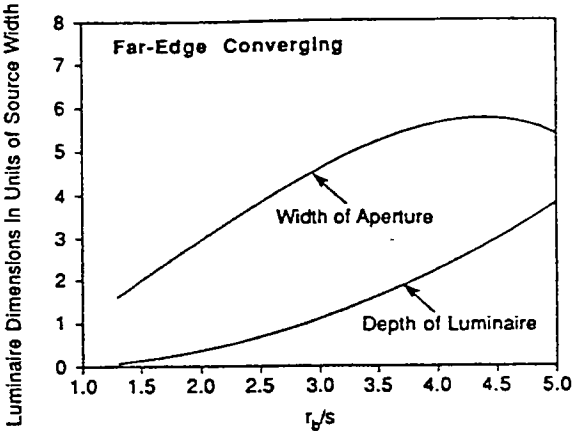


Fig. 9 Luminaire dimensions for the far-edge converging TED plotted against r_b/s for $\gamma = -10$ deg.

source and reflector resulting from this condition will generally not have the desired direction.)

The nominal endpoint of the reflector must be determined either by its encountering the blocking condition just noted or by its reaching the source plane. Because of the fact that some rays emitted by the near edge of the source can undergo multiple reflections, an additional condition must be checked in cases where the reflector would appear to reach the source plane: the only physically admissible solutions must then correspond to $\theta_c \leq |\gamma|$. If the calculation reveals that θ_c exceeds $|\gamma|$ at the source plane (when no blocking has intervened), then the reflector must be terminated at the earlier point at which θ_c reached $|\gamma|$. Only in this way can uniform far-field illuminance within the core region θ_c be achieved.

As a consequence of these criteria, plots of attainable uniform core region θ_c as a function of r_b/s for assorted fixed values of γ exhibit three distinct regions that reflect which of these different criteria have dictated the reflector endpoint (see Fig. 8). Examining Fig. 8 and moving from high to low values of r_b, we can explain the observed behavior as follows. At large values of r_b, the reflector endpoint is determined by the blocking condition, with the reflector extent and hence θ_c growing larger as r_b decreases. At a particular value of r_b, the reflector endpoint dictated by the blocking condition coincides with the reflector endpoint at the source plane. A discontinuous jump in θ_c must then occur, because for smaller values of r_b, blocking will not occur, and the reflector endpoint must be based on the constraint that $\theta_c \leq |\gamma|$. The condition $\theta_c = |\gamma|$ can be realized as r_b is decreased (the horizontal flat region in each curve). At small enough r_b, the reflector endpoint reaches the source plane before θ_c reaches $|\gamma|$, in which case θ_c will decrease below $|\gamma|$ as r_b decreases.

The maximum attainable value for θ_c is 45 deg, but only in the impractical limit of infinite reflectors (when γ goes to zero and r_b grows infinite). Figure 9 offers an example of how luminaire dimensions depend on input design parameters.

3.3 *Near-Edge Diverging TED*

Unlike far-edge TEDs, each near-edge TED can have two configurations: with or without blocking of the source by the reflector at certain view angles (without incurring any trapped radiation). For the same flux characteristics, the configuration without blocking will always be more compact, and would appear to be the more practical option.

Consider a design example for a near-edge diverging device. As input parameters, we choose $r_b/s = 0.75$ and $\gamma = 30$ deg. Note that ϕ_b is calculated with Eq. (15) to be 142.0 deg. Hence the angle at which blocking commences is $\theta = \beta_O = 180 \text{ deg} - \phi_b = 38.0$ deg. This means that one can design up to $\theta = \gamma$ without concern for blocking. This TED, without blocking, is shown in Fig. 10(a). The corresponding near-edge diverging TED with blocking, designed to perform the same lighting task, is drawn in Fig. 10b, and is noticeably deeper (with the same aperture width).

In this particular example, we can tailor up to the desired γ; namely, θ_c is equal to the maximum admissible value of γ. This is not always possible, however, because of the additional requirement that if the reflector has not been terminated before it reaches the source plane, then it must end at the source plane. The reflector ends and the actual θ_c value depends on which occurs first: θ reaching γ or the reflector reaching the source plane ($\phi = 90$ deg). When glare control is important, the designer will prefer those near-edge TEDs (both diverging and converging) in which the reflector extends to the source plane.

Figure 11 shows the attainable uniform core region as a function of r_b/s for several values of γ. The curves in Fig. 11 are correct for near-edge diverging TEDs both with and without blocking. The maximum achievable uniform core region θ_c turns out to be 32 deg. If one tries increasing the initial input value of γ to, say, 35 deg, then θ_c drops to 30 deg. There are instances where the same value of γ is obtained for a range of values of r_b/s. Such "plateau" regions can be seen in Fig. 11, and offer flexibility in practical luminaire design. Luminaire dimensions as a function of design input parameters are plotted in Fig. 12.

3.4 *Near-Edge Converging TED*

Like the near-edge diverging device, the near-edge converging TED can be designed with or without blocking of the source by the reflector. We prove in the following, however, that the device with blocking cannot attain a larger uniform core region than the corresponding device without blocking, and will always be deeper. Hence it would appear to have

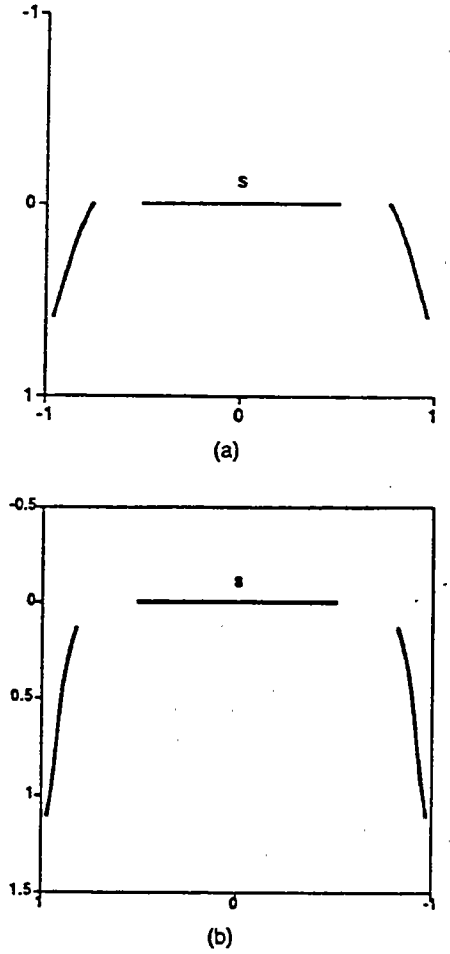


Fig. 10 Near-edge diverging TED that produces $\theta_c = 30$ deg; flat source is one unit, (a) without blocking and (b) with blocking.

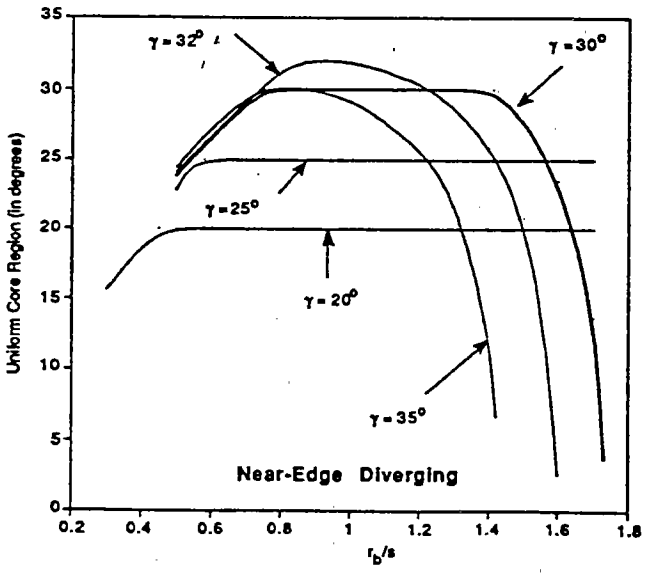


Fig. 11 Uniform core region for near-edge diverging TED plotted against r_b/s for several values of γ. The maximum attainable uniform core region is 32 deg.

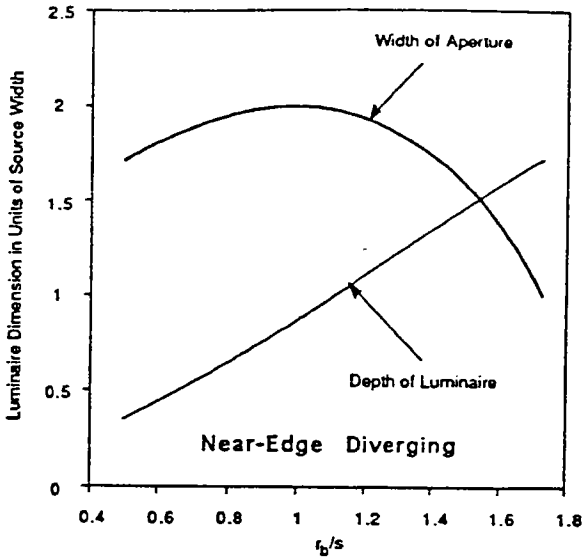


Fig. 12 Luminaire dimensions for the near-edge diverging TED plotted against r_b/s at $\gamma = 30$ deg.

no practical advantage. Figure 13 shows near-edge converging TEDs with and without blocking.

Figure 14 presents results for the limits on the uniform core region for the near-edge converging TED. Again, the two input design parameters, γ and r_b/s, dictate the attainable uniform core region. If the gaps between source and reflector are to be kept small, then r_b/s must be small. In addition, the reflector cannot start at the source plane, because then γ would be zero and proper tailoring could not be achieved; whether the radiation that passes through this gap represents an unacceptable loss depends on the application.

For the device without blocking, one must additionally check that the reflector ends before the onset of blocking of the source within the nominal γ. The maximum reflector extent follows from Snell's law and corresponds to the reflector becoming vertical. This is the case because the calculation assumes that the blocking factor $f_{\text{block}}(\theta)$ [in Eq. (6)], is unity. Once the reflector is continued beyond this vertical point, and curves back in toward the optical axis, blocking occurs, so the input assumption of $f_{\text{block}}(\theta) = 1$ becomes incorrect and must be revised. The vertical point is reached when

$$\theta = \beta_O = 180 \text{ deg} - \phi \ , \tag{17}$$

which in turn is used in the solution for the reflector curve. Because of this constraint, θ_c cannot always be as large as the input value of γ.

One can design the near-edge converging device with blocking, but it is far more complicated because the blocking condition is not known at the outset of the calculation. For the near-edge diverging TED, the blocking condition was determined at the beginning of the calculation, with the selection of the reflector starting point. For the near-edge converging TED, however, the blocking condition depends on the reflector endpoint, $R_e(r_e, \phi_e)$, which is not known at the beginning of the reflector calculation.

Refer to Fig. 15, which illustrates reflector construction for the near-edge converging device with blocking. Blocking of the source begins when

82

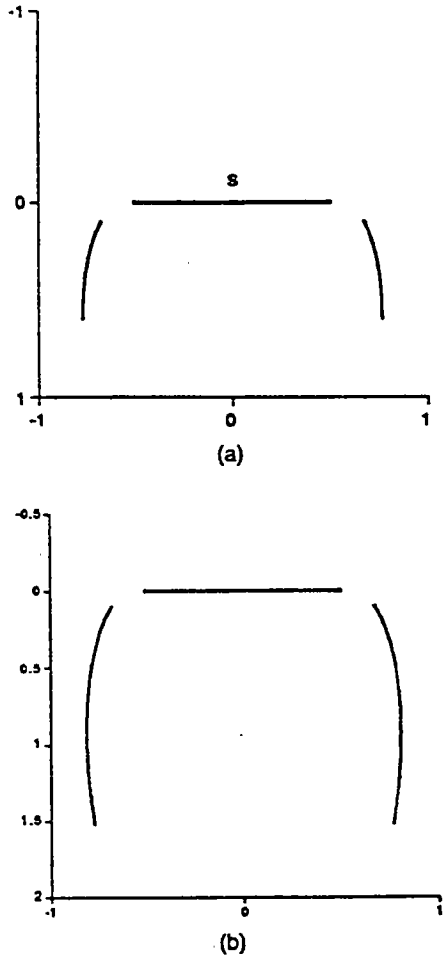


Fig. 13 Near-edge converging TEDs (a) without and (b) with blocking. Flat source is one unit. For both devices, $\theta_c = 24.2$ deg.

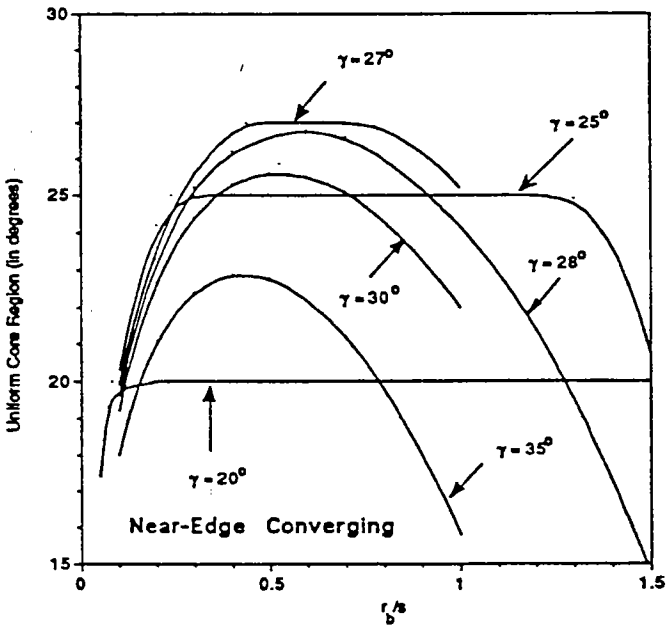


Fig. 14 Uniform core region plotted against r_b/s for several values of γ for the near-edge converging TED. The maximum attainable uniform core region is 27 deg.

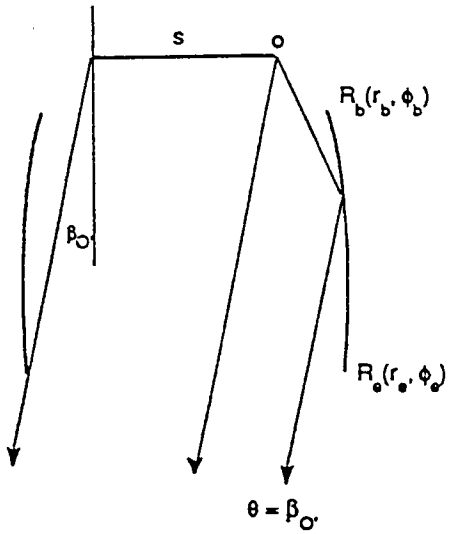


Fig. 15 Illustration of a near-edge converging TED with blocking of the source by the reflector.

$$\theta = \beta_O = 180 \text{ deg} - \phi_e \ . \tag{18}$$

For $\theta > \beta_O$, the direct contribution from the source to the luminance is reduced by the function $f_{\text{block}}(\theta)$ in Eq. (6), corresponding to the regime $\beta_O < \theta < \beta_{O'}$, with y_b being replaced by $y_e = -r_e \cos(\phi_e)$ (of the reflector endpoint) and

$$\tan(\beta_{O'}) = -\frac{1 + (r_e/s)\sin(\phi_e)}{(r_e/s)\cos(\phi_e)} \ . \tag{19}$$

This must be accounted for in the equation for the function $p(\theta)$ of Eq. (7), with the relation for the radial coordinate r becoming

$$\frac{r}{s}\sin(\phi - \theta) = \frac{r_b}{s}\sin(\phi_b - \theta) + \cos^{-2}(\theta) - \cos(\theta) - \frac{r_e}{s}\sin(\phi_e + \theta) \ , \tag{20}$$

for $|\theta| > \beta_O$, with $\phi = \phi(\theta)$ obtained as described in Sec. 2.

One proceeds by guessing at the reflector endpoint R_e before Eq. (20) can be implemented. The generation of the reflector curve then involves an iterative process of trying to match the calculated to the predicted reflector endpoint, until a self-consistent solution is obtained with Eq. (20) (a "shooting problem"), which can be quite time-consuming.

Having gone through this tedious design calculation for the near-edge converging TED with blocking, one might ask whether the procedure can ever generate a device with any advantages relative to the corresponding near-edge converging luminaire without blocking. We now prove that by introducing the seeming added degree of freedom of blocking, one can never produce a larger uniform core region than the corresponding device without blocking, and will always generate a deeper luminaire. Hence no practical advantage can be seen.

If the reflector construction of the device with blocking is to yield a self-consistent solution for Eq. (20), then at some

$\theta = \theta'$, r and ϕ must converge to r_e and ϕ_e, respectively. In that case, Eq. (20) can be simplified to

$$(r_e/s)\ \sin(\phi_e) = \frac{(r_b/s)\ \sin(\phi_b - \theta') + \cos^{-2}(\theta) - \cos(\theta)}{2\ \cos(\theta')} . \tag{21}$$

The right-hand side of Eq. (21) is constant because r_b and ϕ_b are fixed.

Now consider a near-edge converging device without blocking. For the same values of r_b and ϕ_b, a similar equation can be obtained for r:

$$r/s = \frac{(r_b/s)\ \sin(\phi_b - \theta) + \cos^{-2}(\theta) - \cos(\theta)}{\sin(\phi - \theta)} . \tag{22}$$

The reflector of the device without blocking must be terminated when blocking starts, i.e., at $\theta = \beta_O$. At this point, $r = r'$, but ϕ must be equal to $\phi' = 180\ \text{deg} - \beta_O$. The resulting equation for r is then

$$(r'/s)\ \sin(\phi') = \frac{(r_b/s)\ \sin(\phi_b - \beta_O) + \cos^{-2}(\beta_O) - \cos(\beta_O)}{2\ \cos(\beta_O)} . \tag{23}$$

The right-hand side of Eq. (23) is a constant. Because β_O is known, ϕ' is also known, and r'/s is easily determined.

From Eqs. (21) and (23), we can conclude that $\theta' = \beta_O$ based on the following argument. From Eq. (23), it follows that the near-edge converging device without blocking is just a special case (an extreme case) of the near-edge converging TED with blocking, with $\phi = \phi' = 180\ \text{deg} - \beta_O$. Therefore r'/s is fixed and known. For both Eqs. (21) and (23) to be true, θ' must be equal to β_O.

Equation (21) indicates that for the same values of r_b, ϕ_b, and r', there are many solutions for r_e/s and ϕ_e. Thus there are numerous configurations for a near-edge converging TED with blocking, for producing the same core region θ_c. Because $\theta' = \beta_O$, however, a near-edge converging device with blocking cannot produce a uniform core region that is larger than that for the corresponding near-edge converging luminaire without blocking, and must be deeper, as can be seen from Figs. 13(a) and 13(b).

3.5 *Practical Constrained Design Exercise*

We illustrate the significance of the limitations on TED dimensions and flux-map characteristics with a design exercise motivated by a project with a commercial luminaire manufacturer.[7] A luminaire is to be designed with the following specifications and constraints:

1. single-bulb luminaire for a fluorescent tube with an outer diameter of 26 mm
2. total luminaire depth (including involute) not to exceed 100 mm
3. aperture width not to exceed 300 mm
4. produce uniform far-field illuminance over a uniform core region of at least ± 30 deg
5. incur no trapped radiation.

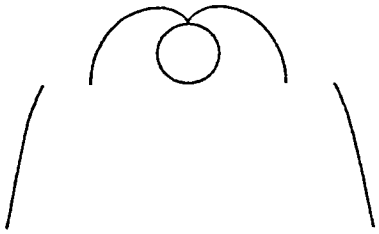


Fig. 16 Near-edge diverging TED luminaire that produces a uniform core region of ± 32 deg and has a total depth of 100 mm (for a tubular bulb diameter of 26 mm).

Table 2 Summary of luminaire design results for 26-mm-diam fluorescent tubes coupled via full 180-deg involute.

Type of TED	maximum uniform core region at the maximum luminaire depth of 100 mm	minimum luminaire depth at the minimum uniform core region of 30°
far-edge diverging	28.7°	112.8 mm
far-edge converging	28.5°	114.1 mm
near-edge diverging	32.0°	81.7 mm
near-edge converging	not practical	

Our design will first convert the tubular bulb into a flat virtual source with a full involute reflector (180 deg), and then employ the TED formalism to design the add-on reflectors that will produce uniform far-field illuminance; this is illustrated in Fig. 16. Hence the width of the flat virtual source will be $\pi \times 26$ mm $= 81.7$ mm, and the depth contributed by the involute only will be 33.4 mm.

Before proceeding with detailed designs, we can eliminate a near-edge converging design, because the maximum uniform core region it can achieve is only 27 deg. Of the three remaining TED classes, we then determine the maximum uniform core region for the maximum luminaire depth of 100 mm and the minimum luminaire depth for the minimum uniform core region of 30 deg. The results are summarized in Table 2. We add that all the luminaires considered can easily be accommodated within the maximum aperture width of 300 mm.

For this particular example, only the near-edge diverging TED emerges as an acceptable candidate luminaire, with a range of configurations from most compact (81.7 mm deep for producing a uniform core region of ± 30 deg) to largest angular extent (± 32 deg uniform core region at 100 mm depth). For illustration, Fig. 16 shows the luminaire with the largest uniform core region; it is a near-edge diverging type. Note that this design projects 37.5% $[1 - \tan(\theta_c)]$ of its radiation beyond the uniform core region.

4 Improved Designs for Tubular Sources

So far we have illustrated a comprehensive analysis for one type of design only; namely, where a full involute is used to transform an isotropic tube into an equivalent flat one-sided virtual source for which the optical design of the TED is performed. Our analysis takes into account luminaire limi-

tations that are relevant for practical designs. To continue in the search for practical design alternatives and to limit the scope of our search, we identify specific design objectives (luminaire properties) and proceed accordingly.

For example, most luminaire manufacturers (for tubular bulbs) and lighting designers prefer devices with (1) compactness (even more compact than in the illustrative example offered above); (2) glare control (specifically, little or no radiation emitted beyond around 60 to 65 deg); and (3) uniform far-field illuminance over as wide an angle as possible (e.g., beyond the 32-deg range achieved in the preceding solved example), while maintaining maximum optical efficiency, i.e., no trapped radiation.

Various new design directions can satisfy some, but usually not all, of these criteria. For example, recently Ries and Winston[5] invented a TED design directly for a tube (i.e., with no pure involute reflectors), where inherently there is a large gap between tube and reflector and where the "image" is entirely within the reflector rather than being cut off by the reflector edge. This new design can deliver a broad uniform region (43 deg) and excellent glare control with no trapped radiation, but at the expense of compactness. Luminaire depth turns out to be greater than many designs can tolerate. Their design could not, for example, satisfy the compactness criterion in the preceding illustrative example.

We therefore note a design modification that can satisfy all of the previously cited criteria, and offer a specific illustration, without going through the type of comprehensive analysis provided in Sec. 3. A thorough analysis of this type will be presented in a future paper.

We propose designing for a virtual source created by a partial, rather than a full, involute; namely, the involute reflectors about the tube are terminated before they reach the points at which the reflector extreme direction reaches ± 90 deg. An example is shown in Fig. 17(a), where the involute terminates at points O and O' such that the tangents from O and O' to the tube make an angle of 65 deg with the optical axis. The TED design is then performed for a virtual source that extends from O to O' and forms a rounded wedge, the top of which is the portion of the tube between the tangential rays from O and O'.

Because an added degree of freedom is introduced in the reflector design, one would expect to find superior solutions relative to the full-involute device. This turns out to be the case, in particular for the partial-involute near-edge diverging TEDs, one example of which is shown in Fig. 17(a). For this particular near-edge partial-involute design, the differential equation [Eq. (8)] continues to hold, because the design involves only edge rays through the edge O, a single point that remains fixed. Likewise, our conclusions about blocking carry over from the flat source; in other words, the starting point for the reflector R_b should be chosen so as to avoid blocking, because blocking would render the device larger than necessary.

Compare the TEDs in Figs. 16 and 17(a). The partial-involute design of Fig. 17(a) yields a total luminaire depth of only 82.1 mm (for a tubular bulb diameter of 26 mm). Refer to the flux map for this design in Fig. 17(b). The uniform core region extends to 30 deg. Between 30 and 35.6 deg, however, the illuminance decreases by so little that, to within typical manufacturing tolerance and hence for all practical

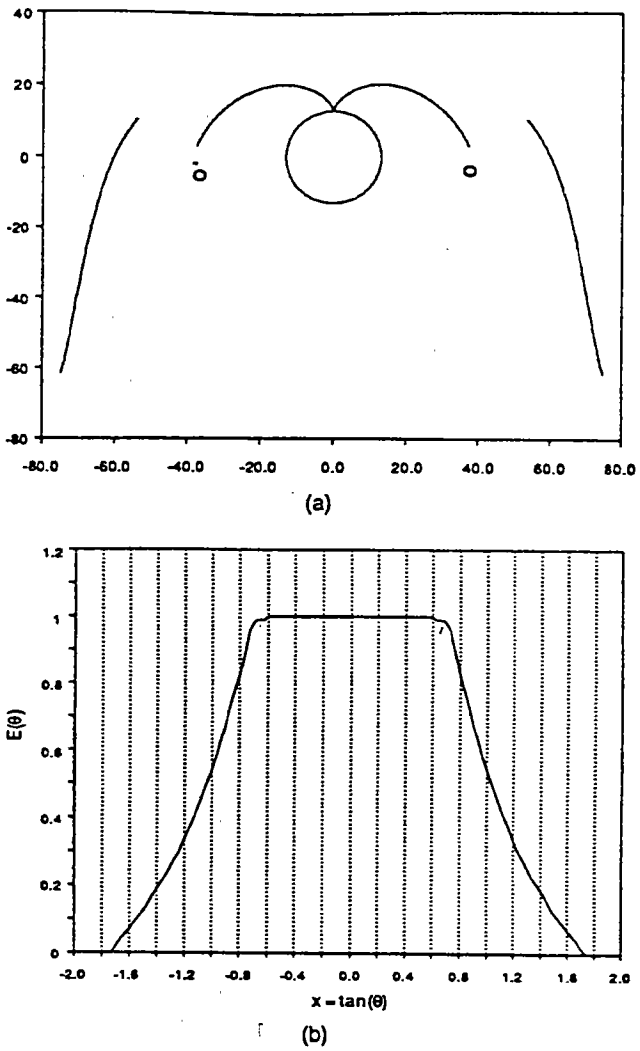


Fig. 17 Near-edge diverging TED luminaire for "partial involute" (terminated at points O and O', such that tangents from O and O' to the tube make an angle of 65 deg with optical axis): (a) reflector (axis labels in millimeters) and (b) far-field illuminance $E(x)$, normalized by its maximum. Here E is exactly constant up to 30 deg, approximately constant to 35.6 deg, and zero beyond 60 deg.

purposes, the uniform core region can be viewed as 35.6 deg. The flux map also falls off to zero at 60 deg.

There turns out to be an optimal degree of involute truncation. With too much truncation, the TED grows too deep. For little or no truncation, one approaches the full-involute designs. In any case, the illustrative example we have offered pertains to one class of TEDs only (the partial-involute near-edge diverging design); an extensive and complete report on partial-involute designs for all four TED classes is in preparation.

5 Summary

We have shown how a basic geometric analysis of TED reflectors establishes fundamental limitations on the dimensional and flux-map characteristics of TED luminaires. Far-edge TEDs can be tailored to uniform core regions approaching the theoretical upper bound of ± 45 deg, but at the expense of large, unwieldy devices. Near-edge TEDs can be

kept compact enough to be attractive for highly constrained commercial applications, but at the expense of uniform core regions that for far-field illuminance can be no larger than 27 deg for the near-edge converging TED and 32 deg for the near-edge diverging TED. In a sample design exercise motivated by commercial luminaire development, we have shown how these results can be used to evaluate candidate designs quickly and analytically, and to converge to the most suitable and practical design.

Toward developing superior luminaires for practical design criteria often imposed by manufacturers, we have proposed designs based on partial-involute reflectors about the tubular bulb and have delineated the calculational procedure involved. The most promising TED is the near-edge diverging type, where the uniform core region can be increased by several degrees, glare-control restrictions are observed, and the luminaire depth is reduced relative to the best designs that emerge from the flat-source (full-involute) designs, an example of which is shown in Fig. 17.

Acknowledgment

This work was supported in part by contract EPRI RP8012-14 of the Electric Power Research Institute and by Accord Cadre ADEME/ARMINES action G6.

References

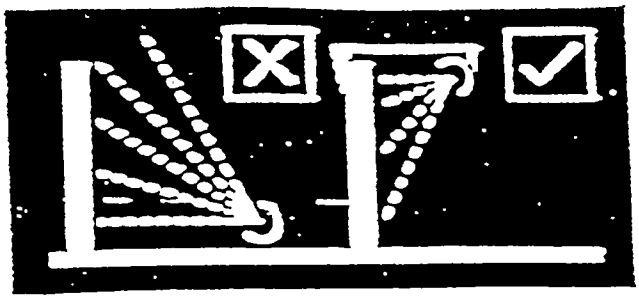
1. W. T. Welford and R. Winston, *High Collection Nonimaging Optics*, Academic Press, San Diego, CA (1989).
2. H. Ries and A. Rabl, "The edge ray principle of nonimaging optics," *J. Opt. Soc. Am.* 11(10), 2627–2632 (1994).
3. R. Winston, "Nonimaging optics: optical design at the thermodynamic limit," in *Nonimaging Optics: Maximum Efficiency Light Transfer, Proc. SPIE* 1528, 2–6 (1991).
4. R. Winston and H. Ries, "Nonimaging reflectors as functionals of the desired irradiance," *J. Opt. Soc. Am. A* **10**, 1902–1908 (1993).
5. H. Ries and R. Winston, "Tailored edge-ray reflectors for illumination," *J. Opt. Soc. Am. A* **11**, 1260–1264 (1994).
6. A. Rabl and J. M. Gordon, "Reflector designs for illumination with extended sources: the basic solutions," *Appl. Opt.*, 33, 6012–6021 (1994).
7. Spectral Synergies Pte. Ltd. and Trimex Pte. Ltd., 471-A Upper Serangoon Road, Singapore 1953, Private communications (Nov. 1993).
8. *IES Lighting Handbook: Reference Volume*, Illuminating Engineering Society of North America, New York (1984).
9. A. Rabl, "Edge ray method for analysis of radiation transfer among specular reflectors," *Appl. Opt.* 33, 1248–1259 (1994).
10. "Lighting offices containing computer visual display terminals," Recommended Practice RP-24-89, Illuminating Engineering Society of North America, New York (1989).
11. "The standard DIN 66234 'Bildschirmarbeitsplätze'" (work places with video display terminals), Part 7, "Ergonomische Gestaltung des Arbeitsraumes: Beleuchtung und Anordnung" (ergonomic organization of the place of work: illumination and arrangement), Union Technique de l'Electricité, Paris La Défense (1990).
12. C. L. Wyatt, *Radiometric System Design*, Macmillan, New York (1987).

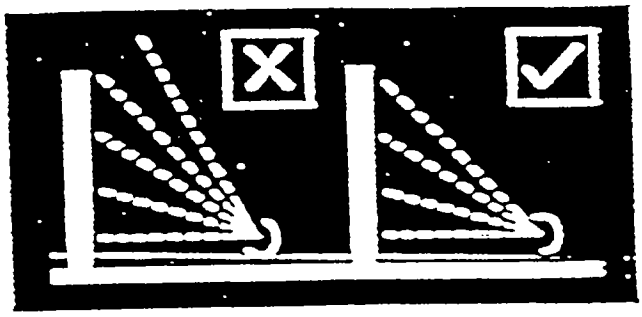
Pang Teng Ong received his BEng degree in mechanical and production engineering from the National University of Singapore in 1994. He is currently working toward the MEng degree in the same department and is a research associate on a 6-month overseas attachment at Ben-Gurion University of the Negev, Israel. Key results from his BEng senior thesis research and from the first part of his MEng thesis research are included in this paper.

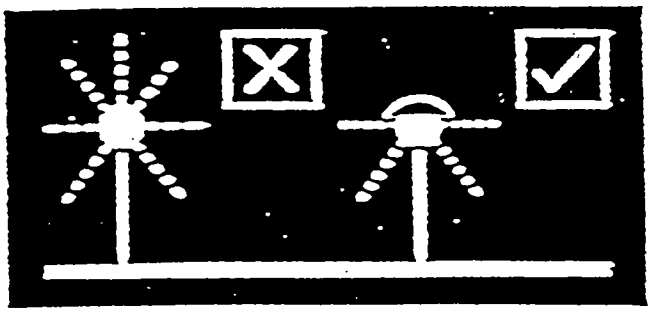
Jeffrey M. Gordon is professor of energy and environmental physics and of mechanical engineering at Ben-Gurion University of the Negev, Israel. He received his PhD in chemistry from Brown University in 1976. After 2 years as a postdoctoral fellow in polymer physics at the Weizmann Institute of Science, Rehovot, Israel, he joined the faculty of Ben-Gurion University of the Negev in 1978. His current work in optics centers on fundamental and applied aspects of nonimaging optics for the design of luminaires (illumination problems) and solar concentrators (radiation collection). The work presented in this paper was performed during a 1-year sabbatical leave at the Department of Mechanical and Production Engineering, National University of Singapore.

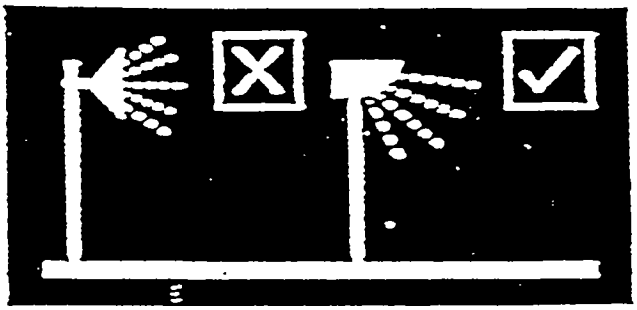
Ari Rabl is a research scientist at the Centre d'Energétique of the Ecole des Mines in Paris and a professor adjoint at the University of Colorado. He received a PhD in physics from the University of California at Berkeley and has worked at Argonne National Laboratory, at the Solar Energy Research Institute, and at the Center for Energy and Environmental Studies of Princeton University. He has published more than 60 journal articles and numerous review papers, and holds 10 patents. He is the author of the book *Active Solar Collectors and Their Applications* and coauthor of the book *Heating and Cooling of Buildings: Design for Efficiency.*

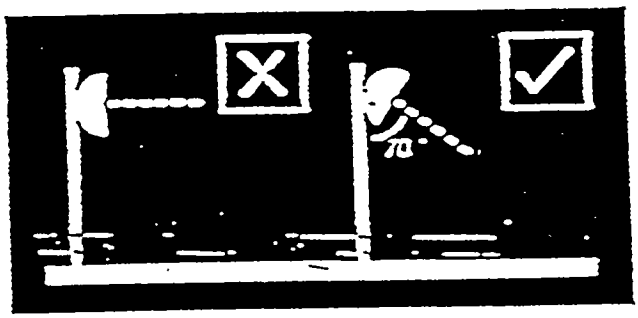
Wen Cai received the BS degree in thermal engineering from Tsinghua University, Beijing, China, and a PhD in thermal engineering from Ecole des Mines de Paris (EMP) in France. She is currently a researcher at Centre d'Energetique at EMP on modeling work for different projects of industrial applications of heat transfer.

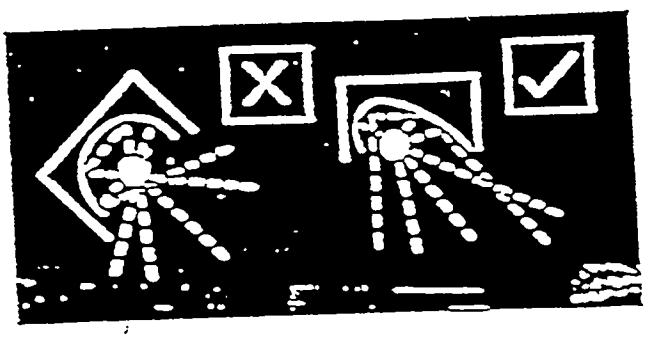












✓ bons

✗ mauvais

Les bons et les mauvais luminaires
(d'après la Commission Internationale de l'Éclairage)

COMMISSION : AMENAGEMENT DU TERRITOIRE

---

1) Intervention de M. Jean Michel LAZOU

2) Cas Concrets : Raymond MOSSER

3) Projet de création d'un observatoire en zone rurale

4) Zones à protéger : Monsieur BONAVITACOLA

JEAN MICHEL LAZOU
SAF (CNPPCN)
Adjoint au Maire de Reichstett

AMENAGEMENT

Tout d'abord il s'agit d'un problème de rénovation et de modernisation du réseau d'éclairage public destiné à améliorer le confort et la sécurité.
J'avais sensibilisé le Conseil Municipal au problème de la pollution lumineuse et indiqué en quoi sa réduction pouvait être génératrice d'économies d'énergie donc financières.(au passage, petite histoire du nom des rues du lotissement qui ont failli être des noms d'étoiles (Albireo, Bételgeuse, Arcturus...).
Il faut saisir l'opportunité pour engager une rénovation qui soit significative du point de vue économique, sécuritaire et environnementale.
La première question qui se pose à l'élu une fois qu'il est convaincu, c'est combien ça coûte ?
Et ensuite qui va payer ?

Ayant eu en charge ces questions avec le maire, nous nous sommes tournés vers les établissements ou les institutions accordant des aides ou subventions : le Conseil Régional et l'AFME/ADEME ont répondu favorablement dans le cadre du plan sur les économies d'énergie.
Nous nous sommes tournés aussi vers le distributeur d'énergie lui-même qui a son image de marque à soutenir et des budgets de subventions d'aides aux communes sous forme de mécennat et également sous d'autres formes ; ce fut le cas.

Une charte qualité-vie a été signée entre la commune et EDF dans laquelle le distributeur offre son écoute aux besoins (dans son domaine), s'engage à faciliter la réalisation de projets (ici, une étude diagnostic exhaustive de l'éclairage public avec des propositions et des devis chiffrés gratuitement par lesquels il s'engage à faire bénéficier des services nouveaux :
- pré-financement de certains projets (remboursement plus tard)
- participation financière à des animations culturelles
- subvention sous forme d'aide définitivement acquise, et sous forme d'une avance remboursable sur 7 ans, sur le montant des économies réalisées grâce à la rénovation.

C'est ainsi que l'Ademe et son partenaire ont couvert 60% des travaux (au préalable, 1 million de francs pour 575 points lumineux - en fait 1,2 millions de francs pour plus de 700 points lumineux).
Il n'y a pas eu de contre-parties chiffrées pour la commune mais des engagements, puisqu'il s'agit du cadre d'une charte faits qui se sont traduits par un contrat de maintenance et d'entretien gérés par l'établissement W.S. (payant, sous traitance bien sûr) et par des réalisations dans le domaine public notamment le chauffage qui intéresse aussi un distributeur d'énergie comme EDF/GDF.

Dans ce domaine, on constate que tout le monde est gagnant et d'abord le contribuable. Certains ont pu penser et dire que finalement c'était aussi une question de taxe à percevoir qui motivait du genre : plus on achète d'électricité plus la commune perçoit une taxe sur la consommation. Il faut savoir que cette taxe d'un taux de 5% est calculée selon la consommation mais qu'il y a des seuils qui font qu'elle est calculée sur 80% de la facture en dessous d'un certain chiffre puis sur seulement 30% de la facture au-delà et qui finalement ne génère plus aucune ressource financière pour la commune au-delà d'un autre seuil. Il est vrai qu'on dépense plus de 300 000 Frs par an, et pourtant l'éclairage public (à Reichstett) ne représente même pas 2% de la consommation annuelle d'électricité qui se monte à environ 10 millions de francs de consommation totale (hors taxes). Les ménages représentent 60%, les

industriels 30%, les batiments communaux et divers environ 8%, l'éclairage public 2% (162 000 H.T).

L'ADEME prétend que sur le plan national (toutes industries énergivores intégrées), on pourrait descendre à 1% de la consommation énergétique totale si l'éclairage public était bien entretenu.
Revenons à Reichstett : tout au mieux, l'éclairage public rapporte une taxe inférieure à 6 000 F par an à la commune. Autre chiffre à considérer, la consommation TTC en 1994 : 191 000 F pour l'éclairage public dans un budget communal d'environ 30 millions de francs, cela représente un montant inférieur à 0,7% du budget. Les chiffres ne sont pas transposables ailleurs.

L'exemple de Strasbourg : budget global = 1 697 millions de francs
6 millions de francs de consommations en 1994 pour un budget d'environ 1 400 millions de francs soit 0,4% et même 0,3% du budget global.

Ainsi on peut affirmer qu'en trois ans on arrive à économiser 30% sur la consommation. C'est beaucoup même si cela représente peu. Face au maire, on peut dire que c'est 2 ou 3% de diminution de la taxe locale d'habitation par an.
Qu'a-t-on fait ? on a rénové, on a modernisé , échangé 80% d'éclairage public aux lampes mercure à 100% pour des sodium HP et sodium basse pression. Les lampes au mercure sont les pires qu'il soit et, même dans le non-visible, gênent pour la spectrographie et la photométrie. Avantages et inconvénients SHP/SBP.(Voir lettre de M.Kovalevski point 2).

Nous sommes passés de 53% de luminaires très dispersifs à quelque chose de mieux même si ce n'est pas parfait.
Chiffre intéressant qui nous vient de Strasbourg (>250 000 habitants) : le passage Hg au Na depuis les années 1970, ainsi que la mise en place des réflecteurs a généré plus de 50% d'économie d'énergie (chiffres exacts 15 millions de Kw/h pour 11 000 foyers lumineux en 1973, à 11 millions de Kw/h pour 18 000 foyers lumineux en 1991).

Je reviens à Reichstett : cf documentation JM / Astronomie juin 93 page 189 : paralumes (transparents), édifices publics. Autres astuces : des variateurs et le traitement des surfaces au sol. Il y a lieu d'investir dans les abats-jour débordants, couvrants, réflectorisés (pb Rg > technique).

On parle là de consommation d'énergie. Du point de vue financier, il faut savoir que ce qui coûte le plus, c'est l'investissement en matériel neuf. Exemple ZAC "cayrol" en 1993-94 pour environ 80 parcelles et quelques immeubles collectifs de trois à quatre étages : 83 foyers lumineux (mâts de 9 m pour 10 m de largeur de rues / mâts de 6 m pour 2 ou 3 rues de circulation moyenne et mât de 4 m + boules avec paralume pour des voies empruntées par les seuls riverains).

En comptant les travaux de voirie, de tranchées, de gaines à enfouir, de bornes et d'armoires de distribution, de chaussées et bien sûr de candélabres, les luminaires, les ampoules et leurs accessoires internes : coût 1 700 000 francs TTC avec récupération de TVA cela fait quand même 1 400 000 francs, et cela pour des équipements non luxueux (20 000 F le lampadaire).
Avec de bons abats-jour réflectorisés, un mât complet coûterait 3,4, à 5 fois plus cher.

Le surcoût, c'est la rénovation ; on l'a vu tout à l'heure avec 1 200 000 Francs pour environ 600 foyers lumineux concernés ; les autres étaient neufs. 1 200 000 Francs rien que pour changer une ampoule ! cela fait 2 000 F l'ampoule! En fait l'ampoule coûte 200 F.

Mais il faut aussi changer la platine et divers accessoires qui sont sous l'ampoule et dans le fût du candélabre, cela fait environ 1 000 F. Le reste est de la main-d'oeuvre essentiellement auquel s'ajoute le coût de la préparation, du nettoyage, des vérifications, des nacelles ou des grues, etc...
Le retour sur investissement c'est-à-dire l'amortissement de ces travaux est tablé sur environ 7 ans. Et celà, grâce aux aides dont on a pu bénéficier, sinon ce serait plus long.

J'ai eu l'occasion il y a quelques mois de rencontrer des élus (ou futurs élus) de Chatou, une banlieue importante de Paris.
La rénovation projetée par l'équipe en place (pour ne rien vous cacher, ce sont des opposants qui m'avaient contacté grâce à un astronome de la SAF pour améliorer ce dossier et le rendre encore plus "écolo"). Bref, la rénovation (SHP), qui ne concernait pas toute la commune, ne devait être amortie qu'au terme de 20 ans je crois. Il faut dire à ce sujet aussi (on parle de nombre d'années) qu'un éclairage public cela dure 30, 40 ou 60 ans (Reichstett). Voyez par là l'état du réseau, des câbles sous terre, etc... .
C'est enfin l'entretien et la maintenance, qui coûtent plus chers que la consommation ; à savoir l'entretien usuel normal : 1, 2 ou 3 fois par an (nettoyage, vérification, remplacements, pannes et réparations...).
1) Les chiffres de Reichstett en 1994 = 732 sources
Maintenance = 221 000 F (300 lampadaires)
Consommation = 191 000 F (260 lampadaires)

2) Les chiffres de Paris en 1994 (170 000 sources)
Maintenance du réseau = 160 millions de francs (940 lampadaires)
Consommation d'énergie = 80 millions de francs ce qui représente de moitié le coût de la maintenance.

A Paris, si vous y rajoutez les investissements d'éclairage public en 1994, c'est plus de 100 millions soit 80 millions de francs de consommation sur une facture globale de 340 millions ; la consommation n'atteint pas 1/4 du coût de revient total de l'éclairage public. Ce quart ne représente même pas 2% de la consommation annuelle d'électricité dans la capitale et les proportions sont encore plus faibles si l'on prend l'ensemble du territoire national.

Ceci vous donne une idée de l'importance que des élus pourraient accorder à nos arguments d'astronomes amateurs criant au scandale du gâchis énergétique. Il faut aborder les choses autrement (même si c'est important) pour pouvoir convaincre.

C'est pourquoi nous avons décidé en créant le CNPCN en janvier 1995 de mettre à profit ce que je viens de vous dire pour éditer une plaquette adaptée aux élus et aux responsables, en se positionnant du côté de la "Protection du Ciel Nocturne" et non pas pour faire un groupe de pression agressif sur un sujet microscopique face à d'autres fléaux autrement plus inquiétants qui détériorent notre planète.

CAS CONCRET SUR LE TERRAIN

LES SUJETS TRAITES :

1) Le rôle des mairies en matière d'éclairage public, monuments et nouveaux lotissements,

2) une normalisation des lampes au sodium et l'étude des économies engendrées,

3) les différents coûts (kWh) en éclairage public, batiments administratifs et scolaires, stades et ensembles sportifs,

4) l'analyse d'un bilan-éclairage portant sur 4 années de gestion d'une commune de moins de 10 000 habitants (Pibrac) en banlieue de Toulouse, ayant souscrit aux critères de normalisation et à un regard attentif sur tous les nouveaux lotissements,

5) des ratios par habitant et par foyer fiscal ainsi qu'une comparaison avec les rapports nationaux émis par l'ADEME, d'où il résulte pour l'année 1994 que :

- le coût annuel par habitant est de 53 F
- le coût annuel par foyer fiscal représente 151,38 F
- la part des dépenses en éclairage public est de 1,78 % du budget total de fonctionnement (pour mémoire, il était de 2,86 % en 1992 et de 2,01% en 1993).

Ainsi, c'est sur le thème des économies d'énergie qu'il faut aborder les mairies des communes de banlieue, si l'on veut atteindre les grandes villes par la suite.

En général, l'éclairage public est correctement géré par les syndicats d'éclairage régionaux.

Notre démarche doit porter sur les dépenses de prestige, l'éclairage des monuments et celui des nouveaux lotissements pour lesquels les éclairages "boules" sont à proscrire impérativement.

Raymond MOSSER
CPCN - Club d'astronomie de Pibrac

PROJET DE CREATION D'UN OBSERVATOIRE EN MILIEU RURAL EN LIMITE DE L'AVEYRON ET DU CANTAL

Dans un village, une association (loi 1901) s'est créée il y a six ans dans le but de maintenir et de restaurer le patrimoine du village (les communes ont en effet de plus en plus de charges et consacrent un budget minime à ce patrimoine). Cette association a certes cet intérêt, mais aussi un esprit d'ouverture à toute initiative qui permette de mettre en valeur notre culture, notre histoire, notre science.

Tous les moyens de financement pour réaliser ce projet sont à exploiter : le premier pas est donné par l'association. La ville nous lèguerait le terrain, l'association et les gens du village nous apporteraient une aide financière et matérielle.

Matériel à disposition :

- cinq paires de jumelles
- un télescope GAT modèle 254/1420 (voir avec M. CORP)
- un local : un dossier a été constitué pour un montant de 150 000 F

Le site de Nigresserre se trouve dans l'Aveyron (7 km au nord de Mur de Barrez).

Altitude aux environs de 1 000 m.

Village très ancien, passé historique hors du commun par :

- Son église construite sous la commanderie de St Jacques de Jérusalem
- Un tilleul : véritable Sully qui est la fierté du village, environ 17 m de circonférence (en voie d'être classé).

Situé sur un plateau, avec au nord les monts du Cantal, et à l'est les monts de l'Aubrac. Site inviolé à ce jour.

Les communes environnantes représentent 60 hectares de biens sectionnaires avec au centre un large chemin, facile d'accès, sur terrain sain.
Aucune source lumineuse, ni sur le village du Mur de Barrez, pas plus que Nigresserre.
Le relief est tel qu'il domine la région tout en nous préservant des sources périphériques.

Autre intérêt : le GR 416 (lien entre le GR 65, chemins de Compostelle et le GR 400 chaîne des Puy) cotoie le site.
Il est situé au centre de la France, sur le versant sud du Plomb du Cantal (1855 m).

Ici, le relief nous protège de la luminosité induite par Clermont-Ferrand.

Cette région s'avère être un carrefour important intermédiaire entre l'Auvergne et l'Aquitaine, entre le nord et le midi; loin de tout centre urbain, dans le parc régional des Volcans d'Auvergne.

C'est un site protégé.

Ci-joint la plaquette présentée lors de l'intervention.

Andrée CAZES
Les Chemins Europe-Cantal-Aveyron

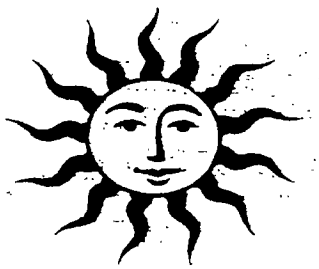
DU PLOMB DU CANTAL A LA TRUYERE

CREATION

D'UN

OBSERVATOIRE

à NIGRESSERRE



DU PLOMB DU CANTAL A LA TRUYERE

Succinctement, les points que nous souhaitons développer à RODEZ

A) SITUATION CLIMATIQUE ET GEOGRAPHIQUE

1) LE RELIEF :

a) La Chaîne des MONTS DU CANTAL :

Au centre le Plomb (1855m), puis de part et d'autre et repliée vers nous, toute une suite régulière de sommets qui descend en pente douce :
Côté OUEST : Puy Brunet (1805m), Puy de la Cède (1768m), Puy Gros (1594m).
Côté est : Puy de Grandval (1648m), Puy Gerbel (1640m), Puy Belle Vista (1543m).
Ce relief nous abrite des influences nord et ouest.

b) climat de terrasses ensoleillées : les Monts d'Auvergne, sont les montagnes les plus pelées de FRANCE. A partir de 1400m.montagne est dénudée.

c) La TRUYERE :

Vaste ceinture : sud-est avec la grande retenue du Barrage de SARRANS (35KM) qui nous protège des influences de la méditerranée et du vent du midi..

2) ORIENTATION de la montagne, versant SUD-EST : ADRET

1) Ensoleillement privilégié des versants exposés au sud.

2) Les versants selon qu'ils regardent l'est ou l'ouest, ne jouissent pas non plus des mêmes privilèges.

LA LATITUDE :

Au sud du Massif-Central et au voisinage de la méditerranée.

L'ALTITUDE :

L'intensité de la lumière solaire croît avec l'altitude. Les hivers sont lumineux..
Le sol bénéficie de 3 à 4 fois plus de luminosité à 1600m qu'en plaine.

CONFIRMATION DU MICRO-CLIMAT DU CARLADEZ :

*** Beaucoup de mouflons: cet animal est originaire de Corse aime en HIVER les versants ensoleillés où les roches ne sont pas trop abruptes(450 mouflons recensés).**
*** Une flore très riche : toutes les anémones, toutes les gentianes, plantes carnivores,...**
*** Parapente de BREZONS : 250 jours de vol par an : ce qui est très élevé et rare . Beaucoup de vestiges de burons : car occupation préférentielle par l'homme en raison du climat.**

3) SITUATION GEOGRAPHIQUE DE CETTE REGION :

à une heure : autoroute de ST FLOUR
à 40KMS : gare et aéroport d'AURILLAC ;
à 80KMS aéroport et gare de RODEZ

Position charnière qui offre tous les gages de sécurité pour une opération publicitaire bien montée car ouverture vers le nord et vers le sud du Pays.
Présentation du CARLADEZ (Passé Historique,..)

4) Beaucoup de structures d'hébergement:

Hôtellerie 2 à 3 étoiles, Chambres d'Hôtes de haute qualité, Centres d'hébergement, Etablissement scolaire de qualité ouvert les W.K,....
Centre de REMISE EN FORME, ...

5) Présentation de deux zones à protéger :

NIGRESSERRE (AVEYRON) ;
VIGOUROUX (CANTAL) DIAPOSITIVES SUR ces deux sites.

CONCLURE

Sur l'urgente nécessité de développer, par exemple l'observation du ciel surtout dans des zones propices : pas de pollution lumineuse, atmosphérique,.. ce qui doit aider au maintien d'une vie économique rurale.

Ce projet est TRES IMPORTANT à plusieurs titres :
*** Appel pour des classes de Découverte (à l'année car temps scolaire).**
En France, l'astronomie depuis trois ans est introduite dans les programmes de 4ème.
*** L'astronomie est évidemment un complément idéal à des projets Pédestres.**
*** Structures importantes, complémentaires, variées qui existent sur les deux cantons.**
Prise de conscience ici de cet envouement pour découvrir ou redécouvrir la Nature, mais avec l'Histoire, la Culture, la Science.

Dans le Cantal, dans L'Aveyron, dans la Lozère :

le grand vide... : pas d'observatoire !

ALORS QU'ACTUELLEMENT,

il est reconnu que les Monts d'Auvergne,

en particulier les Monts du Cantal,

sont les lieux les plus propices en FRANCE à l'astronomie.

Donc, pourquoi pas nous ?

LA MONTAGNE DU SOLEIL LEVANT

Sur le globe, la nôtre est située au sud du Massif-Central et oriente son flanc vers le bassin méditerranéen, à une latitude qui, parce qu'elle est identique à celle d'EMBRUN, la rend comparable à cette zone dite "climatique".

Au centre, le Plomb du Cantal qui ouvre ses bras pour bien protéger la vallée du BREZONS ; sur toute sa longueur une suite régulière de sommets descend en pente douce : côté ouest, celui du coeur, se succèdent le Puy BRUNET, le Puy de Grandval, le Puy Gerbel et le Puy de Belle Viste montrent la direction de la retenue du Barrage de SARRANS, qui capte les nuages bas venus de la mer Méditerranée. Les gorges profondes, au sud, font barrière au vent du midi.

Sur ce territoire, l'altitude oscille entre 800m et 2000m et l'on peut donc, à partir de 900m, parler de "Montagne".

Des avantages de l'altitude

Il s'ensuit une série de caractéristiques naturelles, inhérentes à ce milieu, dont en particulier l'intensité de la lumière solaire : le sol bénéficie en effet de trois à quatre fois plus de luminosité à 1600m qu'en plaine.

Les hivers sont donc plus remarquablement lumineux car si l'air froid s'accumule dans les fonds de vallées profondes, encaissées, les noie de brouillard, les hauts versants et les sommets quant à eux, percent cette mer de nuages et se chauffent au soleil.

Des avantages de l'orientation SUD-EST

Des estimations avancent qu'en moyenne un adret de l'étage alpin encaisse par journée ensoleillée huit à dix fois plus de chaleur qu'un ubac de même pente.

Comme une plus longue durée d'ensoleillement s'y ajoute à l'intensité du réchauffement, le sol d'un versant sud-est est de 1 à 2° C. plus élevé qu'un sol identique situé à même altitude, mais sur un versant nord.

Les versants, selon qu'ils regardent l'Est ou l'Ouest, ne jouissent pas non plus des mêmes privilèges : un versant occidental s'échauffera plus vite dans le courant de l'après-midi d'autant que la froidure nocturne se sera dissipée depuis longtemps.

C' est donc pas le hasard si :

Tout ça pour ça

* **l'homme a choisi ce terrain pour y construire de nombreux burons, et une chapelle (il n'y a en a eu que deux dans le Cantal) ;**

de nombreux mouflons s'y reproduisent : l'animal, originaire de Corse, aime les versants ensoleillés où les roches ne sont pas trop abruptes ;

la flore est très riche ;

les paranpentistes de BREZONS volent près de 250 jours par an.

ZONES A PROTEGER
MICHEL BONAVITACOLA / CPCN

1) Introduction :

"L'atmosphère est la plus mauvaise partie de l'instrument" relevait André Darjon, directeur de l'observatoire de Paris et grand spécialiste d'instruments astronomiques.

En qualité d'astronomes amateurs, nous constatons souvent la réalité de ce propos. En ville le ciel est de mauvaise qualité ; il est de plus en plus difficile d'observer le ciel de manière correcte.

2) Etat des lieux / Méthodologie

L'astronome amateur débutant, confirmé ou plus simplement curieux des choses du ciel est plus généralement un citadin. Aujourd'hui, 74% de la population française vit en agglomération.
Dans l'avenir, il y aura de plus en plus de gens dans "l'univers concentrationnaire" des villes et de moins en moins à la campagne.
Donc l'astronome citadin devra de plus en plus "subir" la qualité de son site et ce, quelles que soient les capacités de son instrument de vision, celui-ci sera de plus en plus "diaphragmé" visuellement.
Aujourd'hui en France, le ciel à la campagne est encore pur (ceci est partiellement faux dans le nord).

Mais demain qu'en sera-t-il ?

Lorsque les villes grandissent, elles s'équipent de plus en plus de réverbères pour assurer la sécurité des citoyens, ce qui est tout à fait naturel. La puissance rayonnée par l'éclairage urbain est en augmentation. Implicitement, la puissance rayonnée et diffusée dans l'atmosphère augmente. Par là même, la luminosité du fond du ciel s'accroît. Le ciel se dégrade.
La conséquence directe (vu les projections de l'INSEE (1)) dans le futur est que le ciel des villes et par voie de proximité celui de nos campagnes va en se détériorant.

Le but de cet embryon d'étude est de lancer les bases d'identification de zones à protéger en priorité.
Pour cela nous devons réaliser un maillage de la France par répartition de populations et localisation des zones à forte densité.

Comment et combien selon les sites ?

Une analyse globale est donc effectuée. Elle s'appuie sur le rapport de Jean Kovalevsky (rapport de l'Académie des Sciences).

Nous aborderons les aspects techniques liés à cette étude dans la commission "recherche et développement" que j'animerai demain matin pour ceux que cela intéresse.

(1) INSEE : Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques

C'est un sujet très technique ; je me bornerai à en préciser les grandes lignes. Une analyse globale fait apparaître deux types de facteurs :

1) les paramètres principaux (loi de Walker) :

L'énergie rayonnée est fonction de la population et de la distance au site d'observation.
Remarques :
- l'Insee nous fournit les variations de populations suivant les villes au passé et à l'avenir.
- l'IGN (institut national géographique) fournit les coordonnées, l'altitude et les dimensions des villes et agglomérations.

2) Les paramètres aggravant l'état de l'atmosphère à une période donnée

- pollution de l'air (particules)
- humidité, composition, état thermodynamique de l'atmosphère
- nature et type d'éclairage
- climatologie urbaine

La présente étude se borne exclusivement aux paramètres principaux (dits modèle de Walker).

3) La France vue du ciel (voir page 139)

On a déjà une bonne idée en observant cette photographie à partir d'un satellite météo, cas déjà décrit ce matin dans mon intervention.

Quelques constatations :
- Les zones blanches interprètent l'éclairage urbain transmis directement vers le ciel ou reflété sur le sol et non pas aux zones de diffusion qui correspondent à un phénomène physique totalement différent et définissant des zones "polluées" beaucoup plus vastes.

- Le Nord de la France est beaucoup plus touché que le sud.
- En règle générale, l'Est est plus atteint que l'ouest.
- Les zones frontalières sont dans l'ensemble très touchées.
- Toutefois, la France paraît moins dégradée que ses voisins, pays du Nord.
- Les zones de tranferts (autoroutes, fleuves, vallées) sont facilement identifiables car ponctuées de nombreuses villes.
- Les côtes sont bien visibles.
- Les rocades et autoroutes pénétrantes dans les grandes agglomérations : Paris, Lyon, Marseille sont bien visibles. Sans toutefois atteindre le "délire" de nos amis belges assujettis à l'éclairage des autoroutes dont le réseau est très dense.

Cette image a été prise en juin 1990 ; que deviendra-t-elle dans 10 ou 20 ans ?

4) Hypothèses et définitions

Modèle de Walker :
Soit un observateur regardant le ciel situé au-dessus d'une agglomération. Au premier coup d'oeil, il est possible de quantifier la diminution de contraste des objets célestes à partir de la dégradation de la luminosité du fond du ciel observé dans certaines conditions.

Cette loi est issue de l'expérience suivante.

I = accroissement relatif de l'éclat du fond du ciel par rapport à la luminosité du ciel naturel à 45 degrés au-dessus de l'horizon dans la direction de la ville.

R = distance en kilomètre de l'agglomération

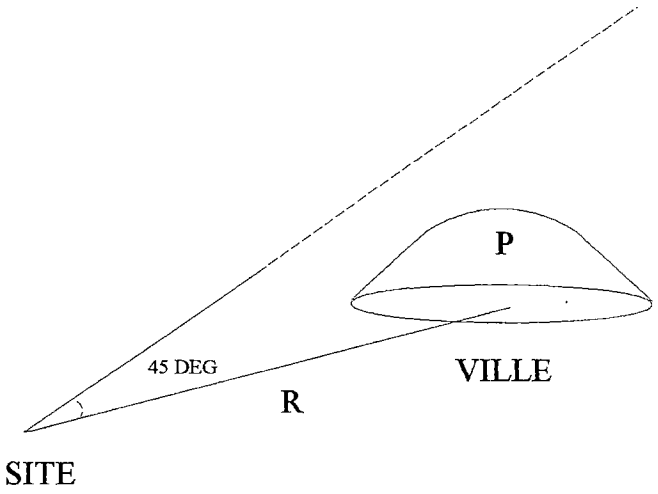
P = population en millier d'habitants

$$I = K \times P / (R^{2.5})$$

Soit sous forme logarithmique :

$$\log I = 3 - 2.5 \times \log (R) + \log (P)$$

Il est alors facile d'exprimer cet accroisssement en termes de brillance surfacique (éclairement réparti sur une surface).



Nous avons là un magnifique instrument pour quantifier de manière simple (sinon théorique et mécanographique) tout site en France présent et à venir à partir du moment où nous connaissons la répartition de population sur le territoire national. On peut faire un parallèle entre démographie et dégradation du fond du ciel.

5) Exemple d'utilisation de Walker

5.1) La France	en 1993 :	57 690 000 habitants
	densité :	101.6 hab/km²
	répartition 1990	urbaine = 74%
		rurale = 26 %
	projection 2000	60 millions d'habitants
	projection 2010	63.4 millions d'habitants

5.2) Les agglomérations

Loi de Walker : exemple d'application (à 45° au-dessus de l'horizon)

- Agglomération de Toulouse (Δ = magnitude fond du ciel [mg/ seconde ²d'arc])

	distance du site	10 km	20 km	30 km	40 km	80 km
année	population					
1975	440 000 hab	2.9	1.3	0.7	0.4	0.0
1990	650 000 hab	3.3	1.7	0.9	0.5	0.1
Δ		0.4	0.4	0.2	0.1	0.1

- Agglomération Parisienne (Δ= magnitude du fond du ciel)

	distance du site	20 km	40 km	60 km	80 km	100 km
année	population hab					
1975	8152 000	4.2	2.4	1.5	1.1	0.6
1990	9318 000	4.3	2.5	1.6	1.0	0.7
Δ		0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

Δ = magnitude 0.1 (soit environ 10%) à plus de 200 km de distance
Δ = magnitude 0.2 (soit environ 20%) à environ 170 km de distance

Le critère de 10% d'augmentation du fond du ciel (correspondant approximativement à un accroissement de magnitude 0.1) est le seuil détectable à partir duquel un site commence à se dégrader.

On voit ici que Toulouse influence le ciel jusqu'à 80 km de distance alors que pour Paris cela atteint 200 km.

Autre remarque : la situation de Toulouse se dégrade relativement vite (ce qui se constate réellement sur les sites d'observation). Si on compare les années 1975 et 1990, on constate que jusqu'à 20 km le ciel s'est beaucoup dégradé (0.4 magnitude) alors que sur Paris le résultat est moindre (0.1 magnitude quelle que soit la distance).

Cela signifie simplement qu'à Paris la situation est tellement dégradée qu'elle peut difficilement être pire (phénomène de saturation).

5.3) Les cartes des sites (planche 2)

Pour chaque site, on peut se positionner en coordonnées polaires :

- L'origine étant l'observateur
- le zénith un axe
- Si l'on tourne sur soi-même, on se pointera simultanément vers l'Est, puis au Sud, à l'Ouest et au Nord (angle d'azimut)
- On peut ainsi repérer chaque ville par sa distance et son angle d'azimut.
- Si l'on connaît de surcroît la population de la ville concernée, on peut tracer (sans forcément se rendre sur place) l'horizon que l'on observerait de ce site et par là-même calculer la dégradation du fond du ciel en fonction de l'azimut.

Mieux vaut en général s'appuyer sur une carte Michelin ou IGN et un calendrier des postes (voir l'exposé de la méthode dans la commission recherche et développement).

Bref tout ceci peut être facilement évalué, quantifié par un indice de qualité.

6) Etat des lieux et zones à protéger

6.1 - Etat démographique de la France :

Les planches 3 et 4 montrent l'évolution de la population française durant les 30 dernières années.

La situation est très variable d'une zone à l'autre. On voit toutefois que les campagnes se vident de leur contenu et les zones urbaines s'amplifient.

D'ailleurs si l'on examine de près l'évolution des grands centres urbains, comme Paris,, Lyon, Marseille, l'hypercentre se vide (prix du loyer oblige) et les banlieues explosent littéralement.

Cas particulier, la côte méditerranéenne s'accroît très vite. Une constatation : l'infrastructure de l'éclairage public est conçue pour absorber les pointes de trafic, donc cela resterait en l'état même si la population venait à diminuer.

6.2 - Carte des sites potentiellement corrects en France (planche 5)

Le modèle présenté ci-après est un modèle préliminaire. Il répertorie, sur la base des 100 plus grandes villes de France, les zones de sites nous paraissant potentiellement intéressants à sauvegarder.

Cette étude doit évidemment être affinée. Nous nous y employons actuellement mais le principe reste valable.

Les sites répertoriés sont tels que, pour tout azimut, aucune ville n'engendre une augmentation du fond du ciel supérieure à 10% (soit 0.1 magnitude/seconde^2 d'arc), c'est-à-dire qu'elle n'est aucunement affectée.

Les villes prises en compte ont une population supérieure à 20 000 habitants. Nous travaillons actuellement sur un modèle ramené à 1 000 habitants. Il est évident qu'une évaluation sur place permettra de confirmer la chose mais cela sera très long et fastidieux à organiser.

7) Protection des sites exceptionnels

Ces zones de sites, classées exceptionnelles, sont à protéger en priorité par des conventions état/région, accords locaux, convention avec des parcs nationaux...
A nous d'explorer les pistes juridiques et de plaider notre cause car, ne nous y trompons pas, ce ne sera pas facile.

Comme le disait si justement monsieur LAZOU, il faut démontrer aux décideurs des zones considérées qu'il y va de leur intérêt de le faire. Mais il leur appartiendra de s'impliquer et de réaliser cela au quotidien. Rien ne sera fait sans eux. Donc il va falloir apprendre à argumenter et à négocier.

D'autre part, certaines causes sont perdues d'avance (sauf miracle). Notamment celles enclavées au milieu de centres urbains portés inexorablement à se développer. Là l'exercice est qualifié de mission impossible car en plus, il va falloir négocier avec lesdites agglomérations.
A chacun de défendre SA terre et SON ciel. Mais une chose est sûre, il faut parallèlement prendre le problème par le haut, c'est-à-dire l'état, la région et les institutions européennes. Vaste débat !
Contentons-nous de rester sur le plan technique. Voici les zones issues de la première itération réparties suivant les régions (planches 6 et 7).

Exploration de quelques pistes pour la sauvegarde des sites (planches 7 et 8)

Première constatation : les zones qui nous intéressent sont des zones désertées et qui de plus se vident. L'intérêt des habitants est de recréer une richesse. Montrons-leur qu'ils ont de l'or dans les doigts car parallèlement la demande en observations et connaissances des choses du ciel est exponentielle (et durable) (Voir les succès des opérations grand public style"la nuit des étoiles filantes", "la fête de la science"...)

D'un côté il y a une rupture profonde culturelle entre la connaissance pure et théorique et la nature, de l'autre, une nature respectée et palpable, vécue au quotidien. Le lien est évident : à nous de l'exprimer, de l'organiser ou d'aider à son développement par la compétence de nos clubs et associations. Le lien se fera tout naturellement. La sympathie existe déjà mais comment en fixer le cadre général ?

Une autre piste est représentée par les parcs régionaux. Même démarche que précédemment avec en plus la prise en compte d'un cadre juridique extrêmement précis.
La carte d'une zone à protéger "colle" à l'évidence avec ses parcs. Pour ceux qui l'ignorent, un parc national n'a rien à voir avec un parc régional :
- *un parc national* est une identité décrétée par l'Etat et gérée par l'Etat seulement. Le cadre juridique est très strict.
- *un parc régional* est l'émanation du choix de plusieurs communes de préserver et de mettre en valeur leurs richesses naturelles. Toutes les activités humaines peuvent s'y dérouler tout en respectant l'environnement. Les décisions sont collégiales et basées sur des conventions négociées et révocables (la liste des parcs figure en annexe).

Certains ont compris l'intérêt de ces parcs où le ciel est, par essence, préservé. Je pense à nos amis de Montpellier avec leur superbe observatoire des Pises (bravo messieurs) et à l'observatoire du Pic du midi, qui par chance dispose de la réserve du Néouvielle à proximité, à l'horizon sud.

Nous devons suivre la voie tracée par monsieur JM LOPEZ et ses amis.

La route est longue et chacun doit trouver l'argument qui va dans le bon sens pour le site le concernant.

Malgré tout, une démarche globale doit être murie au sein du comité national avec un mode d'emploi bien affuté et qui devra faire ses preuves. Restons cohérents dans notre action.

Mesdames et messieurs, je vous remercie pour votre aimable attention.

LA POPULATION FRANCAISE DE 1962 A 1990
LA DEPECHE DU MIDI

Depuis le début du siècle, Paris et le centre de la France se sont régulièrement vidés de leurs habitants au profit du Midi et de la banlieue parisienne où la population n'a cessé de croître, selon l'INSEE.

L'institut de statistique vient de publier la première rétrospective démographique de la France au XXème siècle, une série de tableaux couvrant d'une part la période 1901-1990, et de façon plus détaillée les années 1962 à 1990.

Sans discontinuer, les régions rurales du Centre se sont dépeuplées sur la période longue (1901-1990), le mouvement s'accélérant à partir de 1962. La Creuse a ainsi perdu 53% de ses habitants depuis 1901 et 19,7% de 1962 à 1990, la Haute-Corse 23% et 12,4%, la Lozère 43% et 11%, la Meuse 31% et 9,1%, l'Aveyron 29% et 7% : les Aveyronnais sont plus nombreux dans la capitale que dans leur département.

Au contraire l'Ile de France dans sa totalité a plus que doublé sa population depuis 1901, de 4,7 millions d'habitants à 10,6 millions en 1990.

Mais cette évolution dissimule d'un côté la perte de 21% des habitants de Paris intramuros sur cette période, et de l'autre la croissance de la banlieue.

Hors Paris? la population de l'Ile de France a plus que quadruplé en 90 ans.

Paris qui comptait 2,7 millions d'âmes à l'aube de ce siècle, est de tous les départements français celui qui a subi de 1962 à 1990 la plus forte hémorragie de sa population (-22,9%).

Au contraire, ces trente dernières années (1962-1990), le nombre des habitants a grimpé de 90% dans les Yvelines, de 105% en Seine et Marne et jusqu'à 126% dans l'Essonne.

L'attrait du Midi :

Attirés par le soleil, les Français sont venus toujours plus nombreux s'installer dans le Midi, et tous les départements du Sud-Est ont connu une flambée de leur population depuis le début du siècle.

Le Var a battu tous les records depuis 1962 avec une hausse de 74% de sa population et a fortement augmenté depuis 1901 (+150%). Suivent la Haute Savoie dont le nombre d'habitants a augmenté de 72% sur la dernière période et de 115% depuis 1901, les Alpes Maritimes (+57% et +226% depuis 1901). Le Vaucluse et l'Hérault ont connu le même phénomène ainsi que la Haute-Garonne. De 1982 à 1990, la population du département est passée de 824 501 à 925 962 : la Haute-Garonne a gagné 100 000 habitants entre les deux recensements !

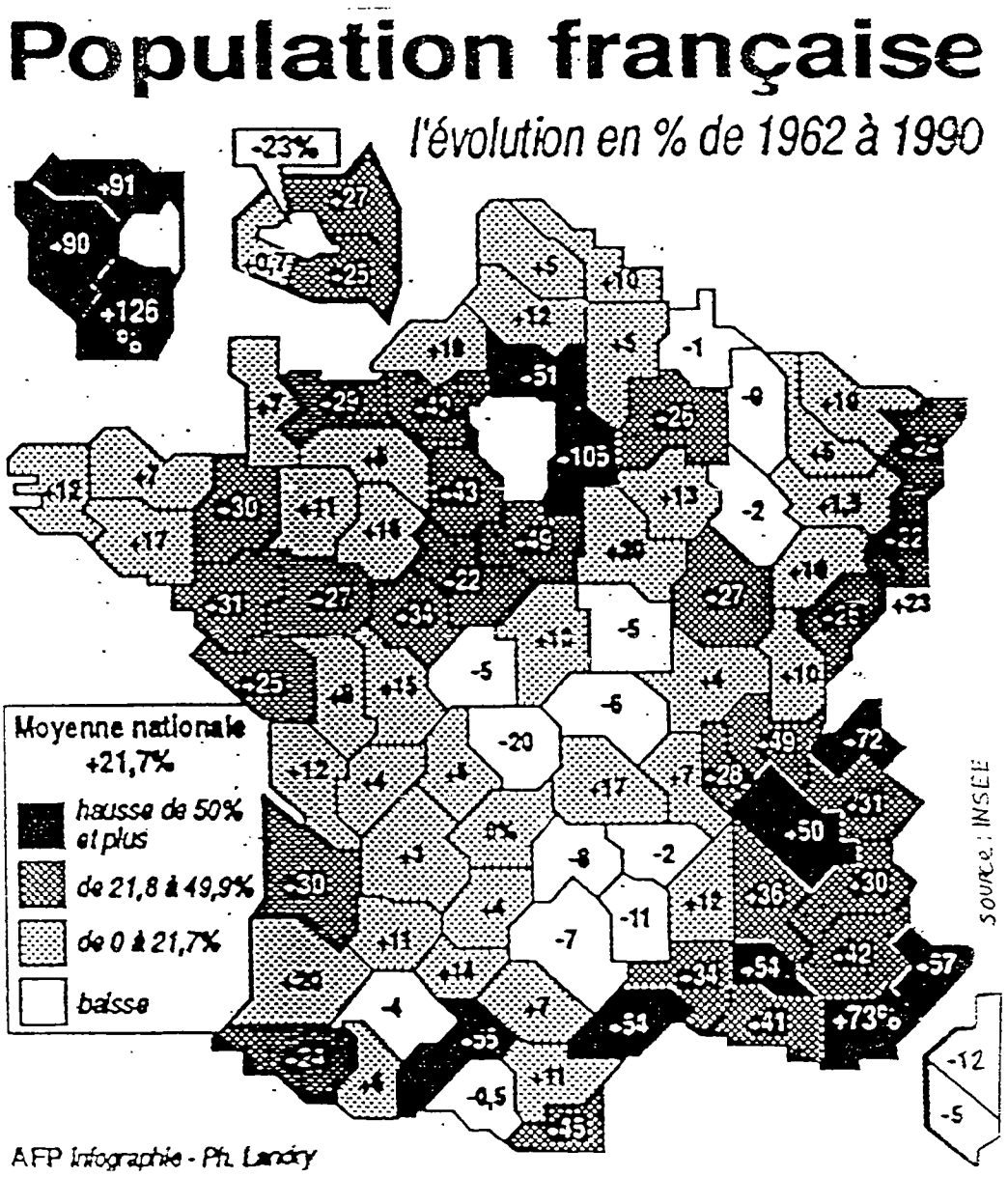
La France, dont la population s'est accrue de 21,7% entre 1962 et 1990, compte actuellement 56,6 millions d'habitants soit près de 16 millions de plus qu'au début du siècle (+39%).

Du fait des migrations et du vieillissement de la population, on voit dans de nombreux départements la population globale augmenter "masquant un important recul des naissances", note l'auteur de cette rétrospective Jean Edouard Rochas.

Ainsi, parmi les dizaines de départements qui ont perdu plus de 35% de leurs naissances annuelles de 1962 à 1990, "deux seulement ont perdu plus de 10% de leur population" : la Creuse et la Lozère. Plusieurs départements qui ont perdu de 30 à 35% de leur natalité dans cette période ont connu en même temps une hausse de leur population.

DEMOGRAPHIE

Cela fait un siècle que le Sud attire les Français. Dans une rétrospective démographique de la France au XXème siècle, l'INSEE explique que Paris et le centre du pays se vident régulièrement de leurs habitants au profit des régions du Midi et de l'Ile de France.
Exemple: la Haute garonne qui a gagné entre les deux recensements 100 000 habitants.



SITES A PROTEGER
POTENTIONNELLEMENT EXCEPTIONNELS

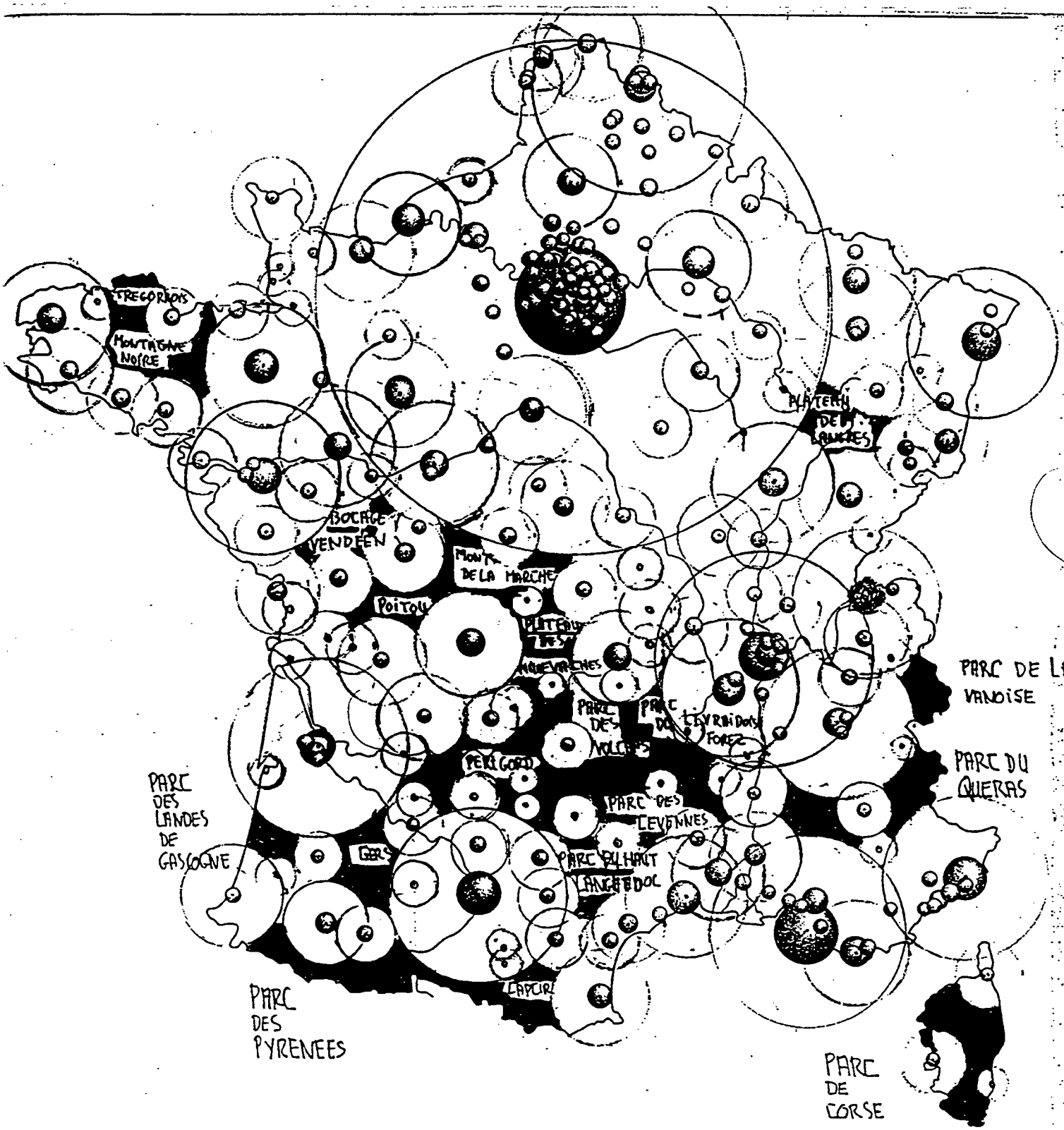
Critère : augmentation de la luminosité du fond du ciel inférieure à 10% dans tous les azimuts.

Première itération :

CHAMPAGNE ARDENNES	(Haute Marne)	Plateau de Langres
CENTRE	(Indre)	sud de l'Indre
BRETAGNE	(Côtes du Nord)	montagne Noire et Trégorrois
LIMOUSIN	(Creuse)	monts de la Marche
	(Corrèze)	plateau de Millevaches, nord est
AUVERGNE	(Cantal)	parc des Volcans (parc régional)
	(Puy de Dôme)	Sud du Puy de Dôme
	(Haute Loire)	Parc du Livarois-Forez (parc régional)
POITOU CHARENTE	(Deux Sèvres)	bocage Vendéen
	(Vienne)	Poitou
AQUITAINE	(Les Landes)	sud du parc des Landes de Gascogne
	(Périgord)	sud de Sarlat
MIDI-PYRENEES	(Lot)	Nord est
	(Aveyron)	parc régional des Causses
	(Gers)	Armagnac
	(Ariège)	plateau de Beille, Couserans
	(Haute Garonne)	luchonnais
	(Hautes-Pyrénées)	Parc national des Pyrénées
RHONE ALPES	(Savoie)	parc national de la Vanoise
LANGUEDOC ROUSSILLON	(Aude)	Capcir et plateau de Sault
	(Lozère)	Margeride, Gévaudan
	(Hérault/Tarn)	parc du Haut Languedoc
PROVENCE COTE D'AZUR	(Alpes de haute)	Provence, Haute Provence
	(Hautes-Alpes)	parc régional du Queyras
CORSE		parc régional de Corse

Autres régions : aucun site répertorié.
Ile de France - Picardie - Nord Pas de Calais- Alsace - Franche Comté - Pays de Loire - Bourgogne - Haute Normandie - Lorraine

Planche 7



nombre d'habitants

2 000 000
1 000 000
500 000
100 000
30 000
20 000

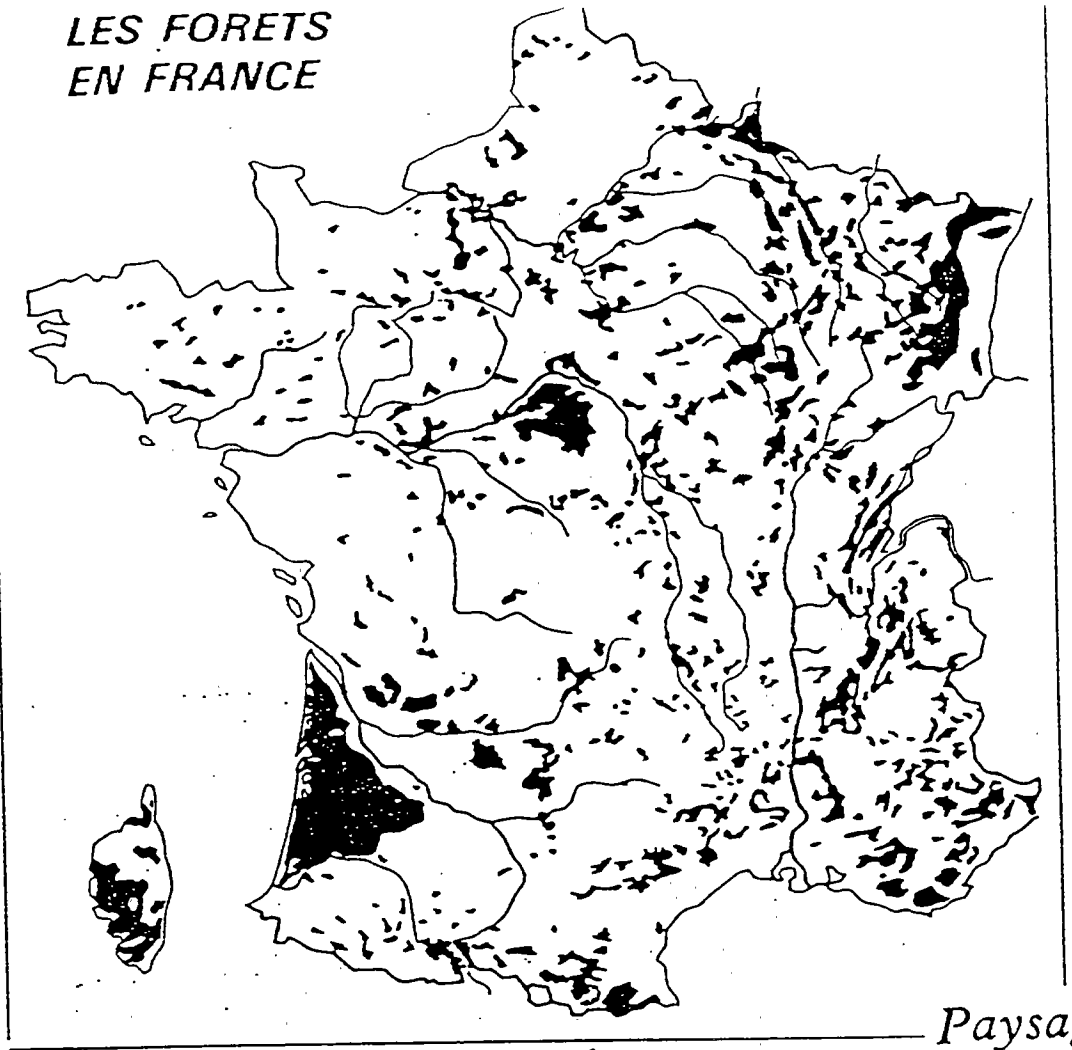
0 50 100 200 KM

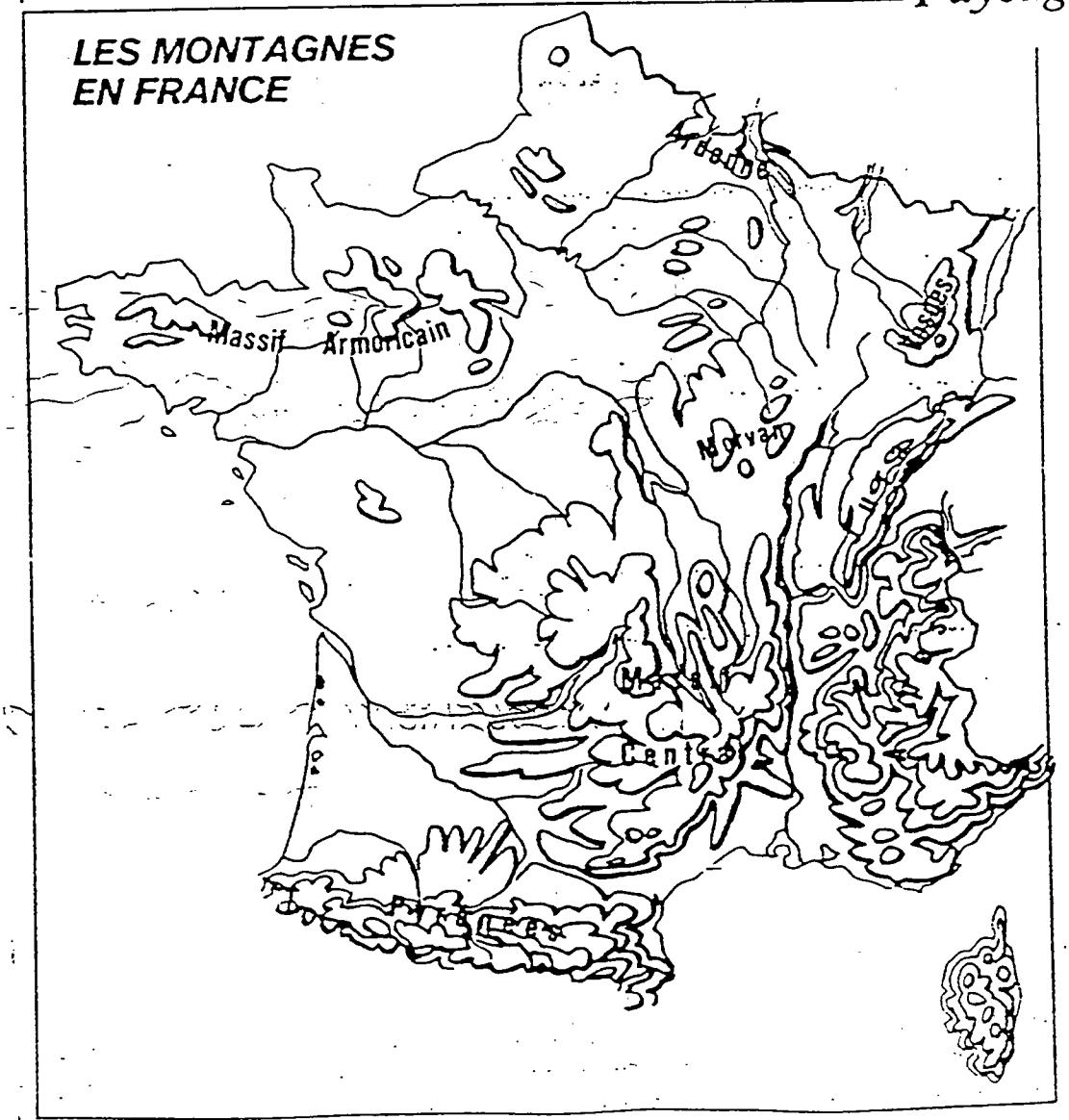
. ITERATION1

VILLES > 20.000ha EPCN 01/10/95

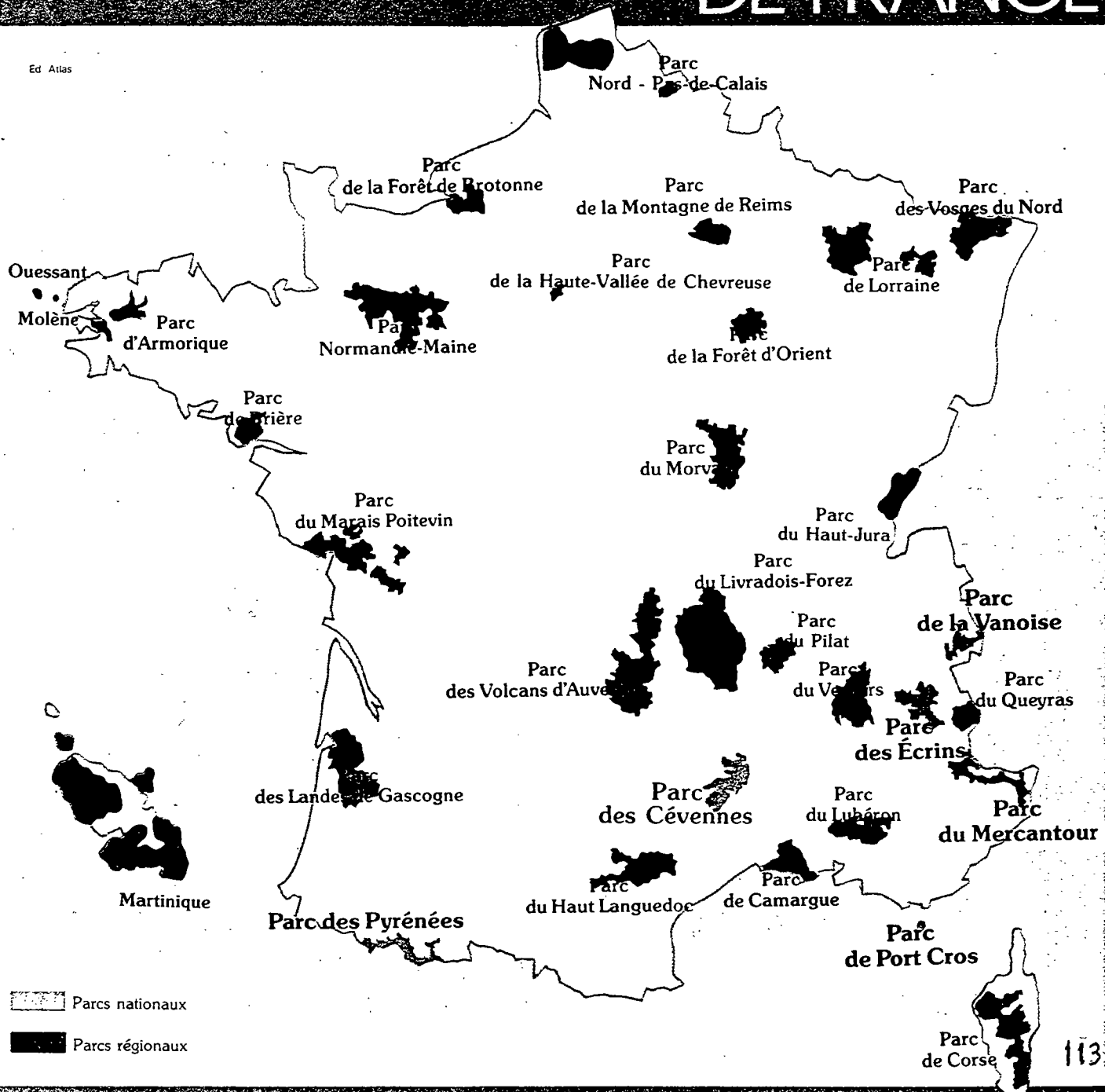
Le réseau des villes françaises de plus de 30 000 habitants en 1990 (source : I.N.S.E.E.).

SEULE EST PRISE EN COMPTE LA POPULATION


LES FORETS
EN FRANCE


LES MONTAGNES
EN FRANCE
Ardenne
Massif Armoricain
Vosges
Morvan
Centrale
Pyrénées

PARCS NATURELS DE FRANCE



Remis gratuitement avec le n° 1 de LA VIE SECRÈTE DE LA NATURE EN FRANCE/photo - J.-P Vieil.

Pour en

Les parcs nationaux

Parc national de la Vanoise
Renseignements : Parc national de la Vanoise, B.P. 705, 135, rue du Docteur-Julliand, 73007 Chambéry *Cedex*
Accès : par Val-d'Isère, à 133 km de Chambéry
Type : parc de haute montagne
Ouvert : toute l'année
Équipements : hôtels dans la périphérie, refuges dans la zone centrale, sentiers balisés; visites guidées de juin à septembre

Parc national des Écrins
Renseignements : Parc national des Écrins, 7, rue du Colonel-Roux, 05000 Gap
Accès : par Grenoble, Gap ou Briançon
Type : parc de haute montagne
Ouvert : toute l'année
Équipements : hôtels et campings dans la zone périphérique, refuges dans la zone centrale, sentiers balisés; visites guidées en été

Parc national du Mercantour
Renseignements : Parc national du Mercantour, 23, rue d'Italie, 06000 Nice
Accès : par Nice ou Barcelonnette
Type : parc de haute montagne
Ouvert : toute l'année
Équipements : hôtels et campings dans la zone périphérique, refuges dans la zone centrale, sentiers balisés

Parc national des Pyrénées occidentales
Renseignements : Parc national des Pyrénées occidentales, B.P. 300, 65000 Tarbes
Accès : par Pau ou Tarbes
Ouvert : toute l'année
Équipements : hôtels et campings dans la zone périphérique, refuges dans la zone centrale, sentiers balisés

Parc national des Cévennes
Renseignements : Parc national des Cévennes, Château de Florac, B.P. 4, 48400 Florac
Accès : par Mende, Millau ou Alès
Type : parc de moyenne montagne
Ouvert : toute l'année
Équipements : hôtels et campings dans la zone périphérique et refuges dans la zone centrale, sentiers balisés; visites guidées en été

Parc national de Port-Cros
Renseignements : Parc national de Port-Cros, 50, avenue Gambetta, 83400 Hyères
Accès : par bateau depuis Le Lavandou, à 40 km à l'est de Toulon
Type : parc maritime méditerranéen
Ouvert : toute l'année, sauf à Bagauds où les visiteurs ne sont pas admis
Équipements : sentiers balisés

1. Bouquetins du Mercantour.

J.-P. Vieil

2. Fleur sauvage du Queyras.

IGDA/2 P

3. Flamants roses en Camargue.

IGDA/CAT

Les parcs naturels régionaux

Armorique
Parc régional d'Armorique, Balaneg-Huella, 29224 Daoulas
Activités : randonnées pédestres et équestres; voile
Voir et découvrir : écomusée d'Ouessant, écomusée des monts d'Arrée, musée de l'École rurale, Centre permanent d'initiation à l'environnement, réserve des castors

Brière
Parc régional de Brière, 180, île de Fedrun, 44720 Saint-Joachim
Activités : randonnées équestres et pédestres, promenades en barque
Voir et découvrir : écomusée de Kerhinet, Maison de l'éclusier, Maison du sabotier, chaumière briéronne, parc animalier

Brotonne
2, rond-point Marbec, 76580 Le Trait
Activités : cyclotourisme, randonnées pédestres et équestres
Voir et découvrir : écomusée de la Basse-Seine, four à pain communal, musée du Sabotier, musée de la Pomme

Camargue
Le mas du Pont de Rousty, 13200 Arles
Activités : cyclotourisme, randonnées équestres et pédestres
Voir et découvrir : Centre d'information de Ginès, Musée camarguais d'Arles

Corse
B.P. 417, 4, rue Fiorella, 20184 Ajaccio *Cedex*
Activités : randonnées pédestres et équestres, ski, spéléologie, activités nautiques
Voir et découvrir : Maison de la nature (Vivario), Musée archéologique (Levie), le *Magazinu* de Porto

Forêt d'Orient
Maison du parc, 10220 Piney
Activités : cyclotourisme, randonnées pédestres et équestres, voile, pêche
Voir et découvrir : atelier artisanal *La Boutique,* l'ancien port à bois (Brienne), le musée Napoléon (Brienne-le-Château)

Haute-Vallée de Chevreuse
13, Grande-Rue, 78720 Dampierre
Activités : randonnées équestres et pédestres, cyclotourisme
Voir et découvrir : musée national des Granges de Port-Royal, musée des ruines de l'abbaye de Port-Royal, château de Dampierre

Haut-Jura
Maison du Haut-Jura, Lajoux 39310 Septmoncel
Activités : randonnées, ski de fond
Voir et découvrir : initiation à la nature

savoir plus

Haut-Languedoc
B.P. 9, 13, rue du Cloître, 34220 Saint-Pons
Activités : ski, escalade, spéléologie, randonnées
Voir et découvrir : musée d'Art roman (Saint-Pons), musée du Protestantisme (Ferrières, Tarn), laboratoire biologique de Douch (Hérault)

Landes de Gascogne
15, place Jean-Jaurès, 40000 Mont-de-Marsan
Activités : randonnées, cyclotourisme, canoë-kayak
Voir et découvrir : écomusée de la Grande-Lande, le parc ornithologique du Teich

Livradois-Forez
Saint-Gervais-sous-Meymont, 63880 Olliergues
Activités : randonnées, ski, activités nautiques
Voir et découvrir : musée de la Dentelle (Arlanc), Historial de la Chaise-Dieu, parc zoologique du Bouy

Lorraine
B.P. 35, 10, avenue Camille-Cavalier, 54703 Pont-à-Mousson *Cedex*
Activités : randonnées et cyclotourisme
Voir et découvrir : Maison du sel (Marsal), Maison des arts et traditions rurales (Hannonville)

Luberon
1, place Jean-Jaurès, B.P. 128, 84400 Apt
Activités : randonnées, cyclotourisme, baignades
Voir et découvrir : stages d'écologie, nombreux musées

Marais poitevin
La Ronde, 17170 Courcon
Activités : randonnées, cyclotourisme, promenades en barque, voile, tir à l'arc
Voir - découvrir : zoorama (forêt de Chizé), musée des papillons (Villiers-en-Bois), réserve naturelle de Saint-Denis-du-Payré, réserve de chasse d'Arçay

Martinique
B.P. 437, 97205 Fort-de-France
Activités : randonnées, golf, tennis, cyclotourisme
Voir et découvrir : nombreux musées, stage de cuisine créole, danses folkloriques

Montagne de Reims
Pourcy, 51160 Ay
Activités : randonnées, cyclotourisme, pêche, spéléologie, tennis
Voir et découvrir : Maison du bûcheron (Germaine), abbaye de Hautvilliers (où dom Pérignon inventa le champagne)

Morvan
Saint-Brisson, 58230 Montsauche
Activités : randonnées, ski de fond, voile, escalade, cyclotourisme
Voir et découvrir : nombreux musées, stages de connaissance des plantes médicinales et de fouilles archéologiques

Nord-Pas-de-Calais
Espace naturel régional, 17, rue Jean-Roisin, 59800 Lille
Activités : randonnées, cyclotourisme, pêche
Voir et découvrir : sentier de découverte des arbres (Saint-Amand-les-Eaux), marais (Romelaere), réserve ornithologique de la mare (Goriaux)

Secteur plaine de la Scarpe-Escaut
Le Luron, 357, rue Notre-Dame-d'Amour, 59230 Saint-Amand-Les-Eaux

Secteur Audomarois-Monts de Flandre
Le Grand Vannage, Les Quatre Faces, 62510 Arques

Secteur Boulonnais
Manoir de Huisbois, Le Waast, 62142 Colembert

Normandie-Maine
B.P. 05, 61320 Carrouges
Activités : randonnées, voile, cyclotourisme
Voir et découvrir : Maison de la pomme (Barenton, Manche), divers circuits et sites de découvertes

Pilat
Le Moulin de Virieu, 2, rue Benay, 42410 Pélussin
Activités : randonnées, cyclotourisme, activités nautiques
Voir et découvrir : Maison de l'eau (Marlhes), Maison de la passementerie (Jonzieux)

Queyras
Avenue de la Gare, B.P. 3, 05600 Guillestre
Activités : ski de fond, de randonnée et ski alpin, escalade, canoë-kayak, randonnées pédestres
Voir et découvrir : réserve naturelle du val d'Escreins, Maison du Queyras, le fort Queyras (construit par Vauban)

Vercors
B.P. 14, chemin des Fusillés, 38250 Lans-en-Vercors
Activités : randonnées pédestres et équestres, ski, escalade et spéléologie
Voir et découvrir : musée de la Préhistoire (Vassieux), Maison de la spéléologie (La Chapelle-en-Vercors), Musée de la mémoire du Royans

Volcans d'Auvergne
Montlosier, commune d'Aydat, 63210 Rochefort-Montagne
Activités : ski de fond et de piste, randonnées équestres et pédestres, activités nautiques, cyclotourisme
Voir et découvrir : Maison de la pierre (Volvic), Maison des volcans (Aurillac)

Vosges du Nord
La Petite-Pierre, 67290 Wingen-sur-Moder
Activités : randonnées, tir à l'arc, sports nautiques
Voir et découvrir : stages à thèmes, nombreux musées, dont celui du Verre et celui du Cristal (Meisenthal)

Les réserves naturelles

Elles sont trop nombreuses pour êtres toutes citées; il faut se borner à signaler quelques cas typiques.
LES SEPT-ILES (station ornithologique de l'Ile Grande) : 22560 Pleumeur-Bodou
LE BANC D'ARGUIN (sterne caugek, huîtrier pie) : Sepanso, Univ. Bordeaux 1 33405 Talance
RÉSERVE GÉOLOGIQUE DE DIGNE (strates et fossiles) : Centre de Géologie, Saint-Benoît, 04000 Digne
RÉSERVE NATURELLE « MICHEL BROSSELIN » : ADEV, 6, rue De Gaulle, 85580 Saint-Denis-du-Payré
LAC DE RÉMORAY Maison de la réserve 25160 Labergement-Sainte-Marie

On trouvera une abondance de documents dans le livre de Catherine et Bernard Desjeux, *Les Parcs naturels régionaux de France,* que l'on peut se procurer auprès de la Fédération des parcs naturels de France, 4, rue de Stockholm, 75008 Paris, ainsi que dans *Le Guide des réserves naturelles de France* de Antoine Reille et Chantal Bonnin-Luquot, paru chez Delachaux et Niestlé et en vente dans les librairies.

© Éditions Atlas, Paris, 1985.
© G.G.E.A., Paris, 1987.

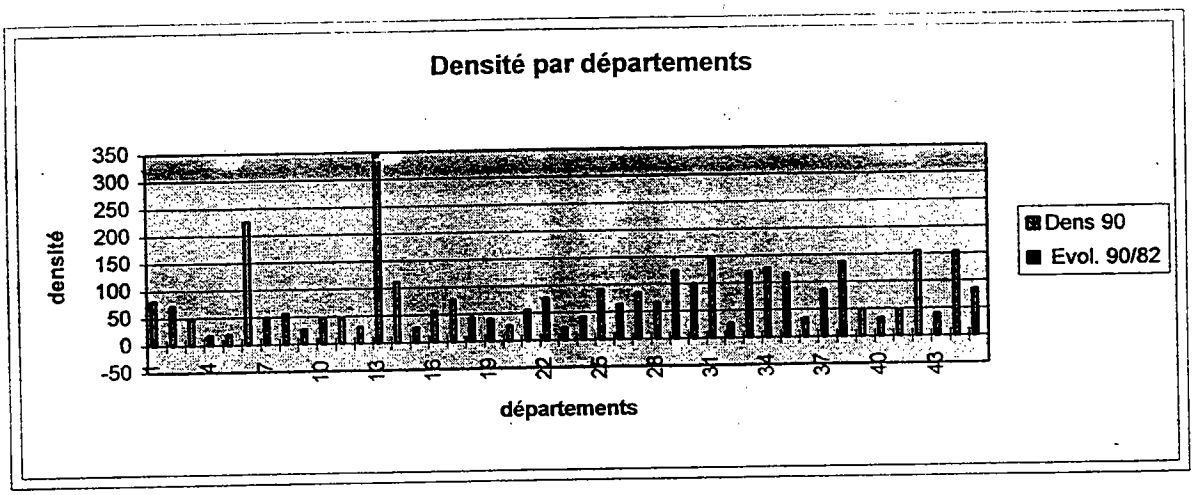
Gilles Carrau

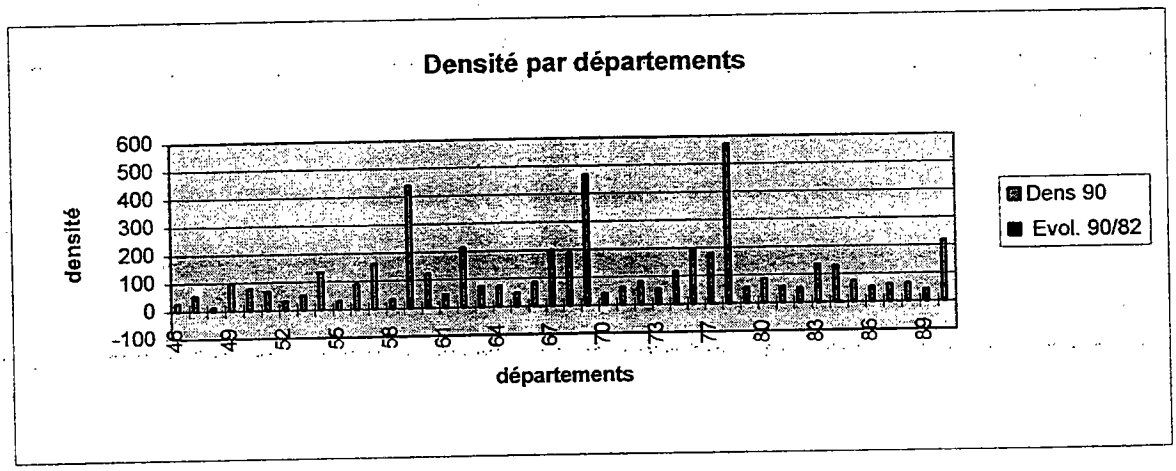
Club de Cugnaux (31)

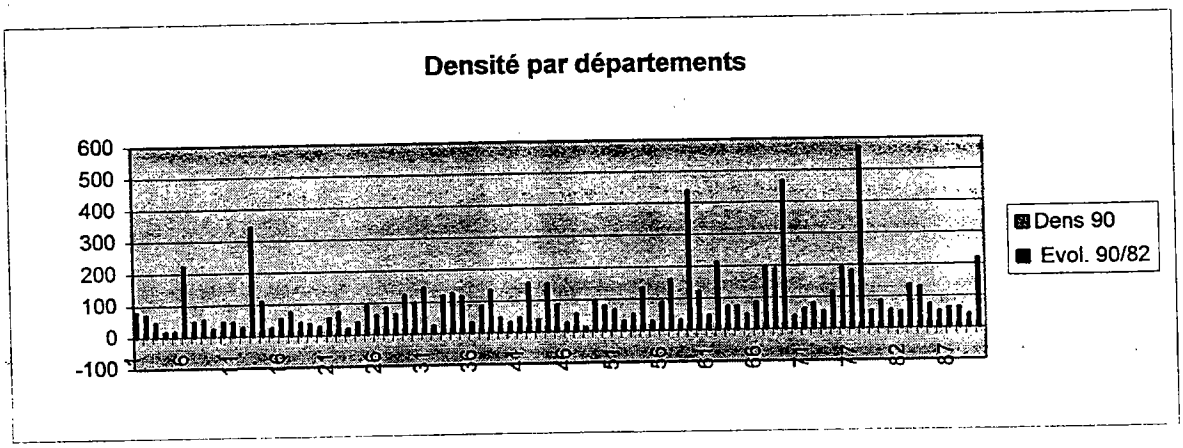
Données incluses dans le programme THOT

Dép	Dép	Superficie	Recens. 75	Rec. 82	Rec. 90	Dens 90	Evol. 90/75	Evol. 90/82
1	Ain	5756	376477	418516	471019	82	25.1%	12.5%
2	Aisne	7369	533862	533970	537259	73	0.6%	0.6%
3	Allier	7381	378500	369580	358326	49	-5.3%	-3.0%
4	Alpes Hte-Prov	6925	112978	119068	130833	19	15.8%	9.9%
5	Alpes (Htes)	5549	97358	105070	113300	20	16.4%	7.8%
6	Alpes Marit	4299		881198	972482	226		10.4%
7	Ardèche	5556	257065	267970	277581	50	8.0%	3.6%
8	Ardennes	5246	309306	302338	296863	57	-4.0%	-1.8%
9	Ariège	4890	137857	135725	136455	28	-1.0%	0.5%
10	Aube	6027	284823	289300	289207	48	1.5%	0.0%
11	Aude	6343	272366	280686	298712	47	9.7%	6.4%
12	Aveyron	8771	278306	278654	270100	31	-2.9%	-3.1%
13	Bches-Rhône	5087		1724199	1759098	346		2.0%
14	Calvados	5547	560967	599066	618729	112	10.3%	3.3%
15	Cantal	5726	166549	162838	158723	28	-4.7%	-2.5%
16	Charente	5956	337064	340770	341993	57	1.5%	0.4%
17	Charente-Marit	6864	497859	513220	527146	77	5.9%	2.7%
18	Cher	7310	316350	320174	321559	44	1.6%	0.4%
19	Corrèze	5857	240363	241448	237908	41	-1.0%	-1.5%
20	Corse	8679	289842	240178	249737	29	-13.8%	4.0%
21	Côte-d'Or	8763	456070	473548	493867	56	8.3%	4.3%
22	Côtes d'Armor	6996	525556	539660	538395	77	2.4%	-0.2%
23	Creuse	5565	146214	139968	131349	24	-10.2%	-6.2%
24	Dordogne	9060	373179	377356	386365	43	3.5%	2.4%
25	Doubs	5234	471082	477163	484331	93	2.8%	1.5%
26	Drôme	6525	361847	389781	414191	63	14.5%	6.3%
27	Eure	6037	422952	462254	513818	85	21.5%	11.2%
28	Eure-et-Loire	5929	335151	362813	396064	67	18.2%	9.2%
29	Finistère	6733		828364	838687	125		1.2%
30	Gard	5835	494575	530478	585049	100	18.3%	10.3%
31	Garonne (Hte)	6309	777431	824501	926000	147	19.1%	12.3%
32	Gers	6257	175366	174200	174600	28	-0.4%	0.2%
33	Gironde	10000	1061480	1127546	1212482	121	14.2%	7.5%
34	Hérault	6224	648202	706499	794603	128	22.6%	12.5%
35	Ill-et-Vilaine	6775	702199	748272	798718	118	13.7%	6.7%
36	Indre	6791	248523	243191	237510	35	-4.4%	-2.3%
37	Indre-et-Loire	6127	478601	506097	529848	86	10.7%	4.7%
38	Isère	7431	860339	936771	1016655	137	18.2%	8.5%
39	Jura	5048	238856	242925	248759	49	4.1%	2.4%
40	Landes	9243	288323	297424	311461	34	8.0%	4.7%
41	Loir-et-Cher	6422	283686	296220	305937	48	7.8%	3.3%
42	Loire	4780	742396	739721	746288	156	0.5%	0.9%
43	Loire (Hte)	5002	205491	205895	206568	41	0.5%	0.3%
44	Loire-Atlantique	6815	934499	995448	1052109	154	12.6%	5.7%
45	Loiret	6813	490189	536000	580601	85	18.4%	8.3%
46	Lot	5217	150778	154533	155934	30	3.4%	0.9%
47	Lot-et-Garonne	5361	292696	298522	305989	57	4.5%	2.5%
48	Lozère	5180	74825	74294	72825	14	-2.7%	-2.0%
49	Maine-et-Loire	7165	629849	675321	705406	98	12.0%	4.5%
50	Manche	5938	451662	565948	479636	81	6.2%	-15.3%

51	Marne	8196	530399	543627	558217	68	5.2%	2.7%
52	Marne (Hte)	6210	212304	210670	204067	33	-3.9%	-3.1%
53	Mayenne	5175	261789	271784	278037	54	6.2%	2.3%
54	Meurthe-et-Mos	5241	722588	716846	711822	136	-1.5%	-0.7%
55	Meuse	6216	203904	200101	196344	32	-3.7%	-1.9%
56	Morbihan	6823	563388	590889	619838	91	10.0%	4.9%
57	Moselle	6216	1006373	1007189	1011302	163	0.5%	0.4%
58	Nièvre	6816	245212	239635	233278	34	-4.9%	-2.7%
59	Nord	5742	2511478	2512900	2532589	441	0.8%	0.8%
60	Oise	5860		661781	725690	124		9.7%
61	Orne	6143	293523	295472	293336	48	-0.1%	-0.7%
62	Pas-de-Calais	6672	1402295	1412413	1433203	215	2.2%	1.5%
63	Puy-de-Dôme	7954	577347	594365	598213	75	3.6%	0.6%
64	Pyrénées Atlant	7645	524748	555696	578516	76	10.2%	4.1%
65	Pyrénées (Htes)	4464	227222	227922	224885	50	-1.0%	-1.3%
66	Pyrénées-Orient	4141	299506	334557	363558	88	21.4%	8.7%
67	Rhin (Bas)	4755	882121	915676	953053	200	8.0%	4.1%
68	Rhin (Haut)	3525		650372	671334	190		3.2%
69	Rhône	3214	1429647	1445208	1508967	469	5.5%	4.4%
70	Saône (Hte)	5360	222254	231962	229650	43	3.3%	-1.0%
71	Saône-et-Loire	8575	569810	571852	559413	65	-1.8%	-2.2%
72	Sarthe	6210	490385	504768	513614	83	4.7%	1.8%
73	Savoie	6035	305118	323675	343314	57	12.5%	6.1%
74	Savoie (Hte)	4838	447795	494505	568256	117	26.9%	14.9%
76	Seine-Maritime	6295	1172743	1193108	1223882	194	4.4%	2.6%
77	Seine-et-Marne	5915	755762	887112	1078145	182	42.7%	21.5%
78	Yvelines	2284		1196111	1307567	572		9.3%
79	Sèvres (Deux)	6054	335829	342812	346173	57	3.1%	1.0%
80	Somme	6170	538432	544570	547930	89	1.8%	0.6%
81	Tarn	5780	338024	339345	342700	59	1.4%	1.0%
82	Tarn-et-Garonne	3730	183314	190485	200200	54	9.2%	5.1%
83	Var	5973		708331	816120	137		15.2%
84	Vaucluse	3578		427343	467075	131		9.3%
85	Vendée	6720	450641	483027	509293	76	13.0%	5.4%
86	Vienne	6990	357366	371428	380005	54	6.3%	2.3%
87	Vienne (Hte)	5520	352149	355737	353593	64	0.4%	-0.6%
88	Vosges	5874	397957	395769	386258	66	-2.9%	-2.4%
89	Yonne	7424	299851	311019	323096	44	7.8%	3.9%
90	Territoire de Bel	610	128125	131999	134097	220	4.7%	1.6%
75	Paris	104	2299830	2176243	2152423	20696	-6.4%	-1.1%
91	Essonne	1804	923061	987988	1085108	602	17.6%	9.8%
92	Hauts-de-Seine	175	1438930	1387039	1391658	7952	-3.3%	0.3%
93	Seine-St-Denis	236	1322127	1324301	1382364	5857	4.6%	4.4%
94	Val-de-Marne	245	1215674	1193655	1215538	4961	0.0%	1.8%
95	Val-d'Oise	1245	840885	920598	1049598	843	24.8%	14.0%


Densité par départements
densité
350
300
250
200
150
100
50
0
-50
1
4
7
10
13
16
19
22
25
28
31
34
37
40
43
départements
Dens 90
Evol. 90/82


Densité par départements
densité
600
500
400
300
200
100
0
-100
46
49
52
55
58
61
64
67
70
73
77
80
83
86
89
départements
Dens 90
Evol. 90/82


Densité par départements
600
500
400
300
200
100
0
-100
Dens 90
Evol. 90/82

L'OBSERVATION DE LA VOUTE CELESTE

- La pollution lumineuse et photographies grand champ
Alain MAURY - Observatoire de la Côte d'Azur

- Astronomie en site urbain - Est-ce possible ?
Christian BUIL - CNES / Association T60

- Dégradation du site de Jolimont
SAP

ALAIN MAURY
OBSERVATOIRE DE LA CÔTE D'AZUR

1) Pollution lumineuse :

- situation à Caussols

Alain Maury / Observatoire de la Côte d'Azur

2) L'astronomie professionnelle :

- Des différences avec l'astronomie amateur et de l'importance du traitement de texte.

- Activités théoriques, moyens de calcul, simulation, activités spatiales, observations dans les sites privilégiés.

- Observations depuis le territoire national : Bordeaux, le Pic, Haute-Provence, Caussols.

3) L'observatoire de la Côte d'Azur :

- Les 3 sites, leur historique
- Le site de Caussols et ses instruments

4) Le télescope de Schmidt :

- L'instrument et ses programmes
- Le coût du télescope
- Classe de détection
- Utilisation photographique
- Utilisation CCD

5) Des us et des coutumes

- Modes de vie, ou cosmologie appliquée
- Du côté des USA
- L'importance de l'information
- L'importance des lobbies

CHRISTIAN BUIL
ASSOCIATION T60

1) Astronomie en milieu urbain

Est-ce possible ?

2) Oui !!!

A condition de s'adapter

3) Adapter son projet d'observation

- Renoncer à l'image d'artiste
  par exemple photo grand champ

- A part cela tout est possible ou presque :
  Astrométrie
  Photométrie différentielle
  Survey
  ...

4) Adapter son matériel d'observation

CCD indispensable
- télescope peu ouvert (f/d : 6 ===> 15)
- bien bafflé
- instrument de type Schmidt-Cassegrain ou lunette

5) Adapter ses techniques d'observation

- Poses courtes et compositage intensif
- Décalage des images
- Flat Field très, très soigné
- Pointer près du zénith

6) Exemple

- Ramonville Saint Agne
- Résidence avec éclairage de pelouse
- Pas de lampadaire direct
- Magnitude limite visuelle entre 2 et 3

7) Technique de prise de vue

- Lunette de 128 mm fluorite, f/d : 8, réducteur de focale f/d :6
- Caméra CCD, pixels de 9 µm, 768 * 512
- 2,4 "/pixel
  champ 31' * 18'

Poses individuelles de 3 à 4 mn
Compositage de 3 à 9 poses
Pas de filtres

8) Résultats

- Pose individuelle, magnitude limite entre 15 et 16
- Après compositage :
  Magnitude limite de 16 à 18,5
  Détecter des supernovae vers M=17
  Photométrie jusqu'à 15,16

9) Au travail

L'IMAGERIE DU CIEL PROFOND

La qualité du site d'observation :

Pointez n'importe quel télescope équipé d'une caméra CCD vers le ciel et c'est la révélation : tous les objets habituels de l'astrophotographe sont saisis avec une facilité déconcertante. Un télescope de 200 mm sous un ciel normal permet d'atteindre pratiquement la magnitude stellaire de 19 en posant un petit quart d'heure. A ce niveau de détectivité, la galaxie d'Andromède commence à être résolue en étoiles. Avec un télescope de 300 mm et une pose de 30 minutes, des étoiles de magnitude 21 sont perceptibles. En s'acharnant un petit peu, la magnitude 22 est atteinte. Tous les objets figurant dans le célèbre "Sky Survey" du Mont Palomar sont donc visibles. Il n'y aura que l'embarras du choix, pour diriger son télescope tant le ciel paraît subitement immense. Du reste, c'est très bien ainsi, car une caméra CCD au foyer d'un télescope donne une folle envie d'observer.

Ces performances sont réalisées sans l'usage de filtres devant le CCD. Dans ces conditions, le terme de magnitude doit être pris avec quelques précautions. La comparaison avec des résultats professionnels, nécessite l'emploi de filtres de type VRI. Grosso modo, un filtre R fait perdre trois magnitudes, soit une magnitude limite de 18 en posant une demi-heure avec un télescope de 300 mm.

Pendant ce temps, le télescope CFH sur son sommet de Hawaï enregistre des étoiles de magnitude 27, soit 9 magnitudes d'écart. En considérant que ce télescope a un diamètre de 3,60 m, qu'il est situé dans un site bénéficiant d'une transparence exceptionnelle (gain de deux magnitudes par rapport au ciel dont peuvent disposer la plupart des amateurs) et que le CCD et l'électronique associée ont fait l'objet d'un choix tout particulier, la performance réalisée par l'amateur est loin d'être déshonorante.

La qualité du site d'observation est évidemment cruciale lorsque l'on travaille avec d'aussi faibles niveaux de flux. Un ciel bien noir limite les problèmes liés à une correction imparfaite de la non-uniformité résiduelle de l'ordre du pourcent peut être suffisante pour rendre invisibles de faibles nébulosités. Il faut se rappeler aussi qu'un fond de ciel trop brillant introduit du bruit dans l'image (bruit de photon).

Il est indispensable que la turbulence soit faible. On gagne 1,5 magnitude en concentrant sur un pixel le flux dilué sur quatre pixels sous l'effet de la turbulence.

En résumé, un fond de ciel bien noir dans un site à faible turbulence sont des conditions à réunir pour accèder à des objets très faibles. Ce n'est pas pour rien que les astronomes professionnels installent leurs télescopes sur de hautes montagnes, loin de toutes lumières parasites.

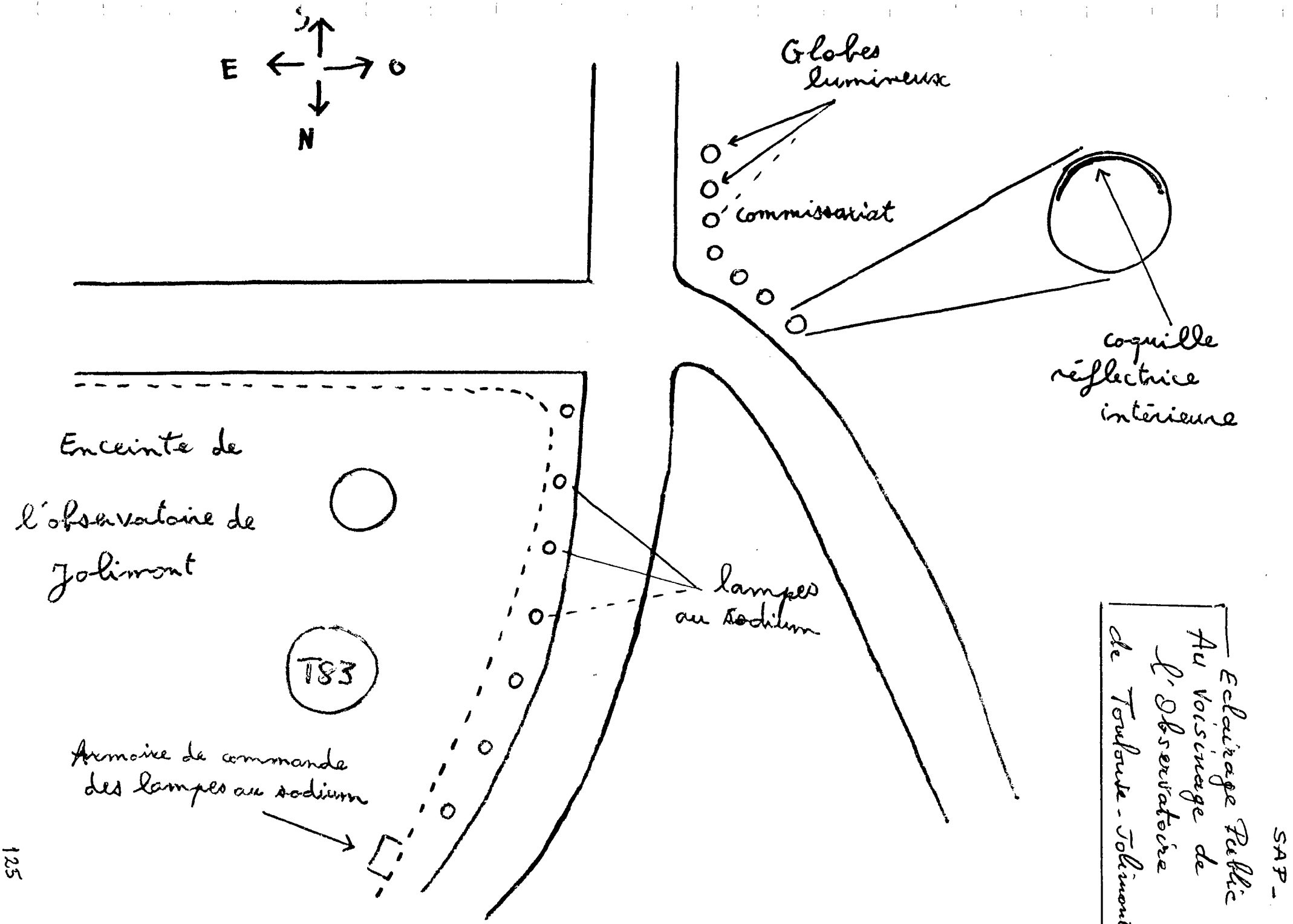
Des images profondes sont pourtant réalisables dans des sites peu favorisés, telles que les banlieues urbaines. Un petit exemple pour comprendre : supposons un ciel brillant qui donne un fond continu de 500 pas codeurs en intégrant 60 secondes. L'étoile à détecter produit dans le même laps de temps un stimulus égal à seulement un pas de quantification. L'image stellaire sera dans ce cas, quasiment indétectable car noyée dans le fond de ciel. En posant 5 fois plus, l'étoile émerge du fond de ciel de 5 pas de quantification. Le fond de ciel se trouve alors au niveau 2500, ce qui est tolérable compte tenu de la grande dynamique du CCD. Dans

les mêmes conditions d'utilisation, un film photographique serait immanquablement saturé, empêchant ainsi la détection des étoiles faibles. Avec un télescope de 200 mm, nous avons atteint la magnitude 19 (sans filtre) dans un lieu entouré de lampadaires distants d'une cinquantaine de mètres alors que la magnitude limite à l'oeil nu était de 3 seulement.

Comme quoi même, au sein de nos cités modernes, il y a encore de la place pour une astronomie efficace. Le ciel profond peut être observé en période de forte lune à condition d'interposer un filtre rouge du type W25 devant le CCD (filtre du type passe-haut éliminant tout ce qui a une longueur d'onde inférieure à 0,65 micron). Avec le filtre rouge, le ciel s'assombrit beaucoup plus vite que les étoiles car la lumière de la lune diffuse avec les molécules de l'air (diffusion de Rayleigh), d'où une dominante bleutée dans la couleur du ciel. La perte en magnitude est de l'ordre de 0,7 par rapport à une combinaison sans filtre. On notera que la brillance du fond de ciel remonte au-delà de 9500 Å (voir le tableau de la page 265). Ceci n'est cependant pas trop gênant en raison de la coupure naturelle de la réponse du CCD dans cette région du spectre.

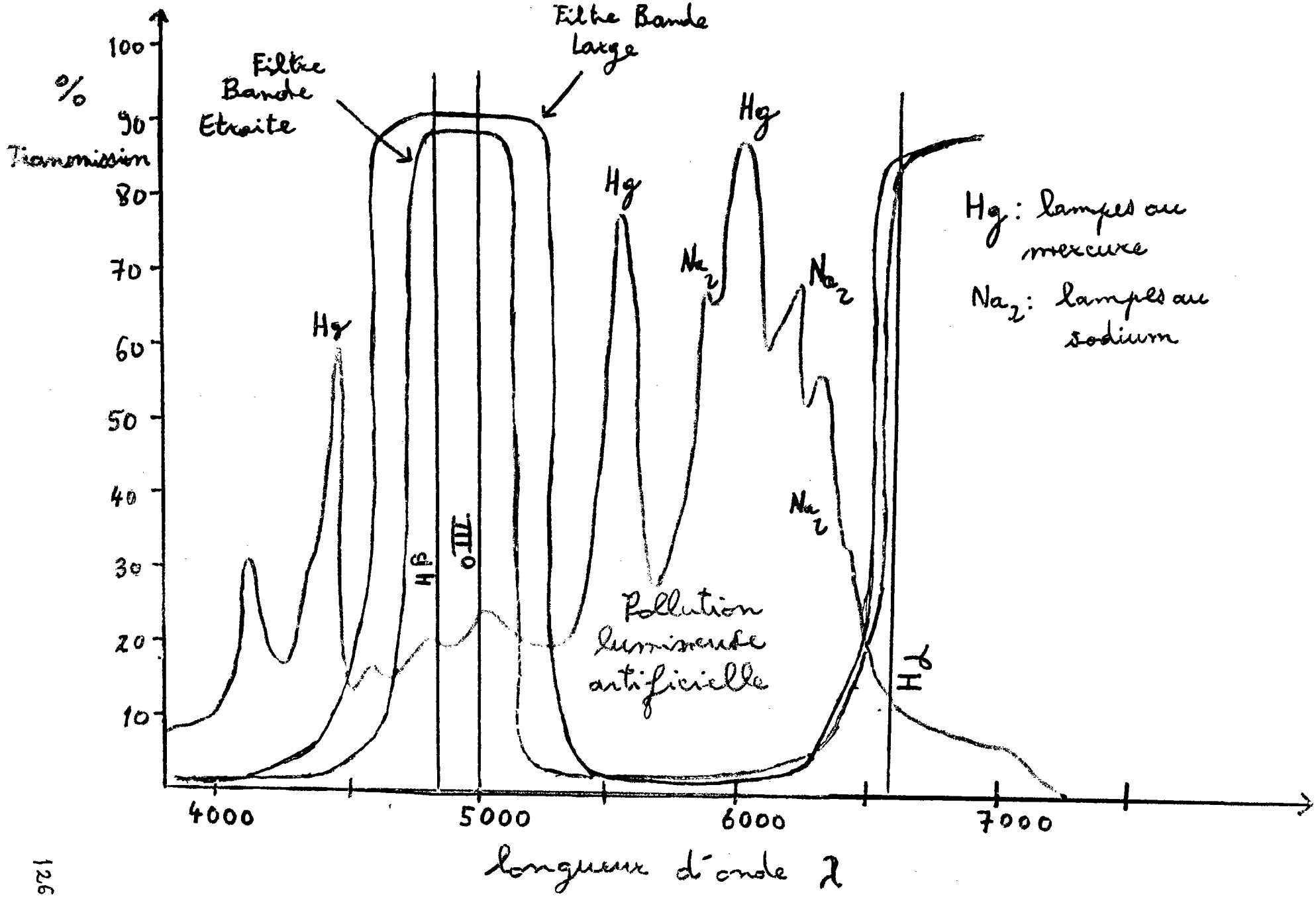
Entre le premier quartier et le dernier quartier, il est conseillé de prolonger le tube des télescopes d'un pare-lumière, un pare-lune, pourrait-on dire, afin d'éviter des reflets parasites.

Christian BUIL
Extrait du livre "Astronomie CCD " (SAP édition)

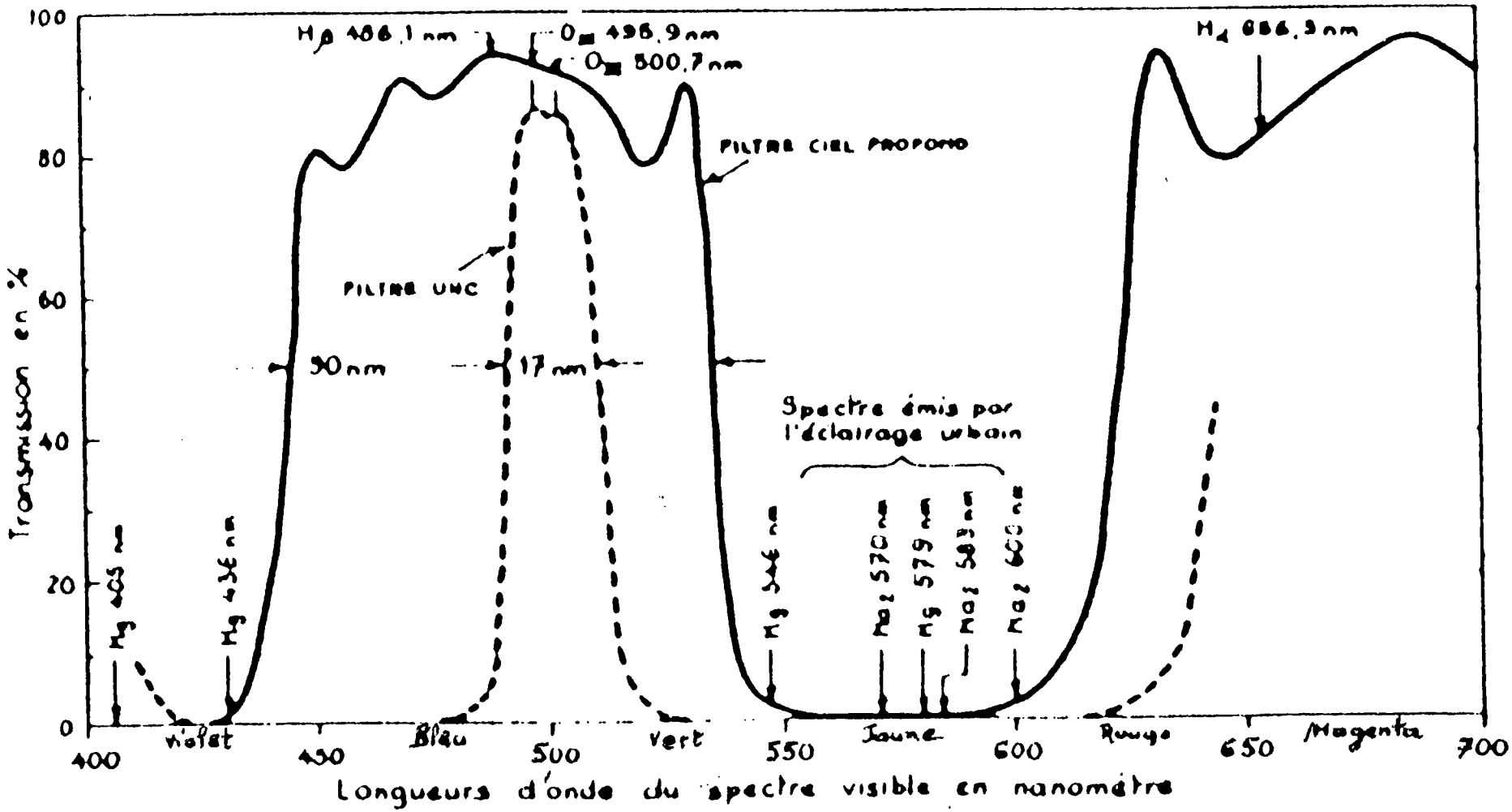


SAP -

Eclairage Public
Au Voisinage de
l'Observatoire
de Toulouse - Jolimont


Filtre Bande Large
Filtre Bande Etroite
%
Transmission
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
Hg
Hg
Hg
Na2
Na2
Na2
Hβ
IIIo
Pollution lumineuse artificielle
Hg : lampes au mercure
Na2 : lampes au sodium
4000
5000
6000
7000
longueur d'onde λ

TRANSMISSION SPECTRALE DES FILTRES LUMICON



COMMISSION JURIDIQUE

DROIT DE L'ENVIRONNEMENT
Discussion - débat : GUY HOFFER / CPCN

DISCUSSION-DEBAT
SUR LE DROIT DE L'ENVIRONNEMENT EN FRANCE VIS À VIS DE L'ORGANISATION DE L'ÉCLAIRAGE EXTÉRIEUR. PROPOSITIONS D'ACTIONS.

Animateurs : M.BONAVITACOLA, G.HOFFER, M. GUYADER (CPCN)

CONSTAT SUR L'ETAT DES LIEUX :

La législation actuelle ne fait pas référence au ciel nocturne comme un élément du patrimoine aux sens culturel, esthétique et scientifique.
Il existe toutefois un texte qui sous-entend ce concept : il s'agit de la circulaire 94.88 du 21.11.1994 de Monsieur Michel Barnier, dans laquelle il parle de "réalités immatérielles relevant de la perception sensible, en particulier visuelle...".
Le seul cas où l'illumination du ciel nocturne est réglementée est celui des faisceaux - projecteurs, lasers dans la mesure où il peut y avoir distraction des conducteurs de véhicules mais non parce qu'ils gênent les observations de ciel.
Bien que de nombreux foyers lumineux soient puissants et très dispersants sur le plan photométrique, donc par là-même une gêne pour les conducteurs et les riverains, le législateur ne fait rien. Dès lors, pourquoi donc notre ciel nocturne devrait-il être protégé par un texte de loi ?
Les catalogues des fournisseurs en matériels d'éclairage présentent cependant des luminaires apportant une réponse rationnelle aux éxigences principales de la vie nocturne à savoir la sécurité, le guidage et la mise en valeur de certaines architectures.
Il existe des réglements obligeant les municipalités et les particuliers à n'éclairer que le sol dans l'axe d'approche des pistes d'aéroports. L'emploi de foyers lumineux défilés (dont l'intensité à l'horizontale n'excède pas 1% du maximum de l'éclairement) constitue une réponse aux exigences précitées.

ASPECT JURIDIQUE DE LA SITUATION ACTUELLE. NOTRE ACTION

Le CPCN, association "loi 1901" n'est pas encore agréé car n'ayant pas trois années d'existence. Il devra donc s'appuyer sur des associations déjà agréées, à défaut de ne pouvoir être associé, comme elles, à un "projet de directive paysagère" tel que défini dans l'article premier de la loi du 8 janvier 1993 (voir annexe 1). ou d'exercer les droits reconnus à la partie civile selon la loi du 31 décembre 1976 (voir annexe 2), etc...

Cependant, la prise en compte du ciel nocturne comme élément du patrimoine à préserver, doit se voir attribuer un caractère d'urgence au point de vue des démarches à engager, car le droit de l'environnement est un droit en formation qu'il sera de plus en plus difficile de faire évoluer.
La porte d'une action puissante et permanente s'ouvrirait à nous si le ciel nocturne faisait désormais partie des textes de loi.
Bien que des "chartes pour l'environnement" aient vu le jour depuis 1992 et qu'elles aient donné lieu à de nombreux "plans municipaux et départementaux d'environnement" en milieu urbain et bien qu'EDF se soit engagée en une gestion déléguée dans le cadre de son opération "maîtrise de la demande d'énergie", ceci par le biais de sa filiale CITELUM, on voit toujours s'implanter des candélabres équipés de foyers lumineux trop puissants visibles de trop loin et de très haut.

Un congressite fait observer que la valeur relative bien modeste du coût de l'éclairage extérieur ne doit pas être seule prise en compte car, dans l'absolu, cette énergie peut représenter par an, pour une agglomération comme celle de Toulouse, environ douze millions de kWh soit deux jours de fonctionnement à pleine charge de la centrale thermique d'Albi,

c'est-à-dire une énergie primaire de 5000 tonnes de charbon dont la combustion nous laissera environ 1000 tonnes de cendres.
A partir de cet exemple, il est facile d'extrapoler pour d'autres villes et d'imaginer les économies réalisables : ces économies ne sont-elle pas l'équivalent d'un gisement ?
La production d'électricité, quelle que soit son origine, thermique, charbon, fuel, nucléaire, gaz ou de haut fourneau... produit des déchets, des effluents, qui seront, selon le cas, des imbrûlés solides, des poussières, des déchets radio-actifs, des oxydés gazeux de carbone, de soufre et d'azote et enfin, de la chaleur évacuée dans les rivières, les mers et l'air, et son corolaire, la vapeur d'eau. Toutes ces nuisances valent la peine d'une prise de conscience collective, au moins pour la raison qui nous préoccupe ici : l'éclairage extérieur.
A noter que la chaleur et la vapeur d'eau sont des causes de perturbation des observations bien connues des astronomes.

Dans le domaine des projets d'équipements en éclairages extérieurs, les grands chantiers font l'objet d'études d'impact définies lors des enquêtes publiques (voir la loi du 12 juillet 1983) et les "projets d'intérêt général" constituent un cadre législatif (voir annexe 3) d'où les débordements sont problématiques; les associations de défense de l'environnement y jouent un rôle modérateur par la discussion, voire la contestation que la loi leur permet d'exercer.
En revanche les chantiers sans impact notable comme n'étant pas engagés sur des lieux prestigieux, historiques ou protégés, peuvent avoir au sujet de la qualité du ciel nocturne, des conséquences déplorables en raison de la dilution des foyers lumineux sur une zone étendue.
La vigilance de nos associations doit être permanente à leur sujet.
Les préfets et les maires possèdent des pouvoirs étendus sur la protection des sites dans le cadre de la loi du 2 mai 1930 (voir annexe 4), de même que les services départementaux de l'architecture (voir annexe 5) , la commission des sites (voir annexe 6) ainsi que les Conseils départementaux et comités régionaux de l'environnement (voir annexe 7).

La protection des sites est encadrée par la loi nr 83.8 du 7 janvier 1983 qui a notamment créé au sein de la région, auprès du représentant de l'Etat, un "collège du patrimoine et des sites"; ces mêmes sites étant désignés dans la loi du 2 mai 1930 comme "les monuments naturels et les sites dont la conservation ou la préservation présente au point de vue artistique, historique, scientifique, légendaire ou pittoresque, un intérêt général".
Malheureusement ces lois ne font pas référence à la protection du ciel nocturne.

Le ciel, et ce serait une originalité, ne pourrait-il pas être reconnu et classé comme étant le plus grand site paysager de notre environnement, aussi bien naturel qu'urbain ?
Un bon terrain d'expression destiné au "conseil pour le droit des générations futures", institution créée par décret n° 93.298 du 8 mars 1993 (Journal Officiel du 10 mars 1993 page 3716).
Comme on le voit, nos associations ne manquent pas de points d'appui.
Il en est un : la loi du 10 juillet 1976 qui précise (article 1er; code rural, nouveau livre II, article L.200.1) : "Il est du devoir de chacun de veiller à la sauvegarde du patrimoine naturel dans lequel il vit. Les activités publiques ou privées d'aménagement, d'équipement et de production doivent se conformer aux mêmes exigences". Le même article indique aussi : "Les espaces, ressources et milieux naturels, les sites et paysages, les espèces animales et végétales, la diversité et les équilibres biologiques auxquels ils participent, font partie du patrimoine commun de la nation".

Il est difficile dans le cadre restreint de ce rapport de citer le grand nombre de points singuliers des textes existants sur lesquels un juriste avisé pourrait fonder l'édifice de son argumentation en notre faveur.
La publicité lumineuse fait l'objet d'une réglementation sévère au travers de la loi du 29 décembre 1979. Pour ce qui nous concerne, on y lit :
- l'interdiction de toute publicité dans les sites classés, les monuments naturels, les parcs nationaux et les réserves naturelles.

- la subordination des faisceaux laser à l'autorisation du préfet.

Toutefois, on y relève aussi qu'en agglomération, "des zones de publicité élargie" peuvent déroger à titre exceptionnel à cette loi "lorsque la publicité est un élément déterminant de l'animation des lieux considérés".

Voilà donc une porte largement ouverte à certains excès.

Les congressistes s'accordent à privilégier l'intérêt de contacter ceux, qui, dans le passé, ont eu à lutter pour la même cause et cela afin de profiter de la richesse de leur expérience et éviter des erreurs face à la complexité des juridictions.

Dans cet ordre d'idées, le nom de Madame Nicole DUBIEFF est cité pour le travail considérable qu'elle a présenté dans un dossier consacré à la sauvegarde des sites astronomiques professionnels. Son absence au congrès est regrettée pour sa compétence en ce domaine.

Ces compétences pourraient aussi se trouver auprès de chercheurs du CNRS, des associations de défense des monuments historiques en péril, des astronomes professionnels qui ont eu à engager des actions lors de situations difficiles (sources de lumières intenses, poussières venant de carrières), l'Institut de France pour ses travaux de mise au point de projets de servitudes dans le voisinage des observatoires et ses études approfondies des facteurs de gêne des observations et enfin, des juristes de Dublin qui ont gagné un procès au plan européen pour un cas de détérioration de l'environnement.

Par ailleurs, des informations constructives devraient pouvoir être décelées, quant à la procédure utilisée, auprès des radio-astronomes ayant résolu certaines de leurs difficultés.

La liste des sources de renseignements n'est pas limitative, mais les actions nécessitent une concertation et une coordination bien orchestrées.

Une structure d'action efficace pourrait se composer de professionnels de la technologie de l'éclairage et de l'association française de l'éclairage en charge des recommandations, ainsi que de juristes, spécialistes de l'environnement, ces derniers, bénévoles le cas échéant, pouvant appartenir au corps enseignant.

Des références juridiques sont aussi à rechercher auprès des instances européennes, certains de nos partenaires ayant adhéré à des conventions en matière d'environnement.

Beaucoup de bonnes volontés devront être déployées pour ébranler un état d'esprit qui s'enracine chaque jour plus profondément dans l'indifférence; notre cause devra être étayée sur une proposition de loi parfaite sur le fond et dans sa forme juridique.

Cependant une action concertée ne doit pas faire oublier la séparation des lignes de forces de notre démarche à savoir :

- la reconnaissance du ciel nocturne comme élément du patrimoine tel que défini dans la loi du 10 juillet 1976,
- la création de normes, ayant force de loi, visant à rationaliser les éclairages extérieurs publics et privés dans les domaines de la protection du ciel nocturne, de la préservation du confort visuel des usagers et de la lutte pour les économies d'énergie.

1) DROITS DE LA PARTIE CIVILE
Loi du 31 décembre 1976

Toute association, reconnue d'utilité publique, régulièrement déclarée depuis trois ans au moins et agréée, se proposant par ses statuts d'agir pour la protection et l'aménagement du cadre de vie et de l'environnement, peut exercer les droits reconnus à la partie civile en ce qui concerne les faits constituant une infraction aux alinéas premier et deuxième (1) du présent article et portant un préjudice direct ou indirect aux intérêts collectifs qu'elle a pour objet de défendre.

(1)Ces alinéas visent les cas d'infraction aux prescriptions architecturales, à la protection des espaces naturels sensibles, ou aux règles édictées dans une zone d'environnement protégé.

2) PROJET D'INTERET GENERAL
Code de l'urbanisme
Art 121.13 Décret n°83.811 du 9 septembre 1983

Constitue un projet d'intérêt général, tout projet d'ouvrage, de travaux ou de protection présentant un caractère d'utilité publique, destiné à la protection du patrimoine naturel ou culturel, et à la mise en valeur des ressources naturelles, ...

Nota : la "mise à disposition du public" ne nécessite pas une enquête publique mais une simple publication par voie de presse et la possibilité de consultation par les administrés.

3) POUVOIRS DES PREFETS ET DES MAIRES
Loi du 2 mai 1930

3-1) Les préfets :

Les préfets ont de nombreuses attributions en matière de sites. Ils préparent les zones de protection avec l'indication des servitudes à imposer. Ils poursuivent les infractions, veillent à la remise en état des lieux; ils président la "commission départementale des sites".

3-2) Les maires

Les maires disposent de pouvoirs non négligeables soit par application des régles d'urbanisme soit par application de législations spécifiques.

4) SERVICES DEPARTEMENTAUX ET REGIONAUX DE L'ARCHITECTURE
Loi du 2 mai 1930

Dans chaque région, un délégué régional à l'architecture et à l'environnement est chargé de veiller à l'application de la législation concernant les sites. Dans chaque département, il existe un service départemental de l'architecture ayant des attributions correspondantes.
Une circulaire n°80-51 du 15 avril 1980 (environnement et cadre de vie) précise la responsabilité des délégués régionaux à l'architecture et à l'environnement en matière de protection des sites.

5) COMMISSION DES SITES , PERSPECTIVES ET PAYSAGES

Loi du 2 mai 1930

La commission a pour mission de veiller sur les sites , d'étudier et de proposer toutes mesures propres à assurer la conservation des monuments naturels et des aspects du paysage urbain et rural, de susciter et d'entretenir dans l'opinion publique un état d'esprit favorable à la défense des sites du département, et d'une façon générale, de délibérer sur toutes les questions dont l'examen lui est confié par les dispositions législatives ou réglementaires.
La commission comprend entre autres ....., deux représentants des associations qui ont pour objet d'assurer la conservation ou de favoriser le protection esthétique du cadre de vie urbain ou rural.

Commentaires :
On notera l'importance du texte ci-dessus eu égard aux démarches que nos associations vont entreprendre, ainsi que l'importance que la loi du 2 mai 1930 accorde à la commission des sites.

Depuis l'élaboration de cette loi, l'évolution est allée dans le bon sens pour la protection des sites; en effet, le décret n°77-1301 du 25 novembre 1977 pris pour l'application de la loi du 10 juillet 1976 relative à la protection de la nature a étendu la compétence et la composition de la commission départementale des sites.
Il est à noter, pour l'intérêt que cela présente, que depuis le 2 novembre 1945, l'ordonnance n°45-2633 a modifié la loi du 2 mai 1930 en institutant une "commission supérieure des sites, perspectives et paysages". Ses attributions ont fait l'objet du décret du 31 mars 1970 qui demeure applicable actuellement.

6) CONSEIL DEPARTEMENTAL, COMITE REGIONAL DE L'ENVIRONNEMENT

Loi n°95-101 du 2 février 1995 (Titre I - Chapitre III)

6-1) Conseil départemental de l'environnement

Il est institué dans chaque département, un conseil départemental de l'environnement. Ce conseil est composé notamment de membres de la commission des sites, perspectives et paysages. Il est présidé par le préfet ou par son réprésentant. Il peut être saisi pour avis par le préfet ou le président du Conseil Général sur toute question relative à l'environnement ou au cadre de vie du département... .

6-2) Comité régional de l'environnement

Il peut être institué, dans chaque région, un comité régional de l'environnement.
Présidé par le président du Conseil Régional ou par son représentant, ce comité est composé de conseillers régionaux, et à parité, de représentants des associations agréées de protection de l'environnement... .
Il est chargé par le président du Conseil Régional ou par le président du Conseil Economique et Social régional d'une mission de réflexion, de proposition et de conciliation sur tout sujet ou projet d'intérêt régional ayant trait à l'environnement.
A ce titre, il peut établir, en liaison avec les départements concernés, un inventaire du patrimoine paysager de la région.

COMMISSION RECHERCHE ET DEVELOPPEMENT

LA DIFFUSION

OBSERVATION DES OBJETS ETENDUS

NOTION DE CLIMATOLOGIE URBAINE

LA STATION MIR

LE FILTRAGE

LE PROGRAMME THOT

PRESENTATION D'IMAGES NUMERIQUES
MICHEL BONAVITACOLA / CPCN

1) Image de nuit de l'horizon Est du Pic du Midi

Cette image a été "scannée" à partir d'un compositage de deux photographies prises par Arnaud Pignolo (Club de Cugnaux).

Le fichier résultat est stocké sur une disquette fournie avec le rapport du congrès.

L' avantage par rapport à une image est appréciable. On peut y appliquer toute la panoplie du traitement d'images ; faire facilement des repérages, des mesures et l'imprimer sans difficulté. D'autre part, une analyse fine de l'image (zoom...) peut être entreprise.

Les caractéristiques sont :

- date : 2 février 1995 (en soirée)
- objectif 28 mm ouvert à 2,8
- pose 15 à 30 secondes
- pellicule EKTAR 1000 ASA

Détail intéressant : remarquez les nuages d'altitude au-dessus de Toulouse située à 100 km de là ainsi que le magnifique effet de miroir engendré.

2) L'Europe vue la nuit depuis un satellite

Cette image est une photo "scannée" comme la précédente ; l'avantage est évident ; la fonction zoom révèle une grande richesse de détails malgré la mauvaise qualité du document initial.

Vous pouvez facilement reconnaître l'endroit où vous demeurez. Ce document figure, lui aussi, sur la disquette fournie avec le rapport du congrès.

Nous avons commenté auparavant cette vue lors de la présentation du congrès et dans la commission "aménagement du territoire".

La numérisation des images apporte un plus incontestable à notre discipline. Et cela surtout dans l'optique d'une couverture aérienne de notre territoire, ce dont nous parlerons plus tard, car non seulement ces données pourront se compléter, s'additionner, se retrancher mais elles pourront être directement comparées à des simulations et modèles. Toute cette activité demande à être "travaillée" et approfondie ; aussi la disquette, au-delà de cette image, propose au sein du programme THOT 0.1 une première tentative de modélisation (carte) que j'ai réalisée en ce sens. Je précise que ce montage simulé n'est qu'un essai à développer plus tard.

3) Remarques diverses suite à l'exposé de M. BURY à propos de la Mission MIR

M. MARTINEZ, éminent astronome amateur, directeur des études à SUP' AERO (Toulouse) nous signale qu'un petit avion affrêté de nuit suffit et donne des résultats moins aléatoires qu'une mission spatiale (je pense ici à la couverture nuageuse). Le dépouillement est immédiat et rectifiable à souhait.

Note de Monsieur BONAVITACOLA (ingénieur aérospatiale) : des prises de vues obtenues d'avion à 10 000 m d'altitude peuvent, sans conteste, être intéressantes. Le seul problème en est le coût très élévé. La solution possible serait un partenariat avec un organisme ou un

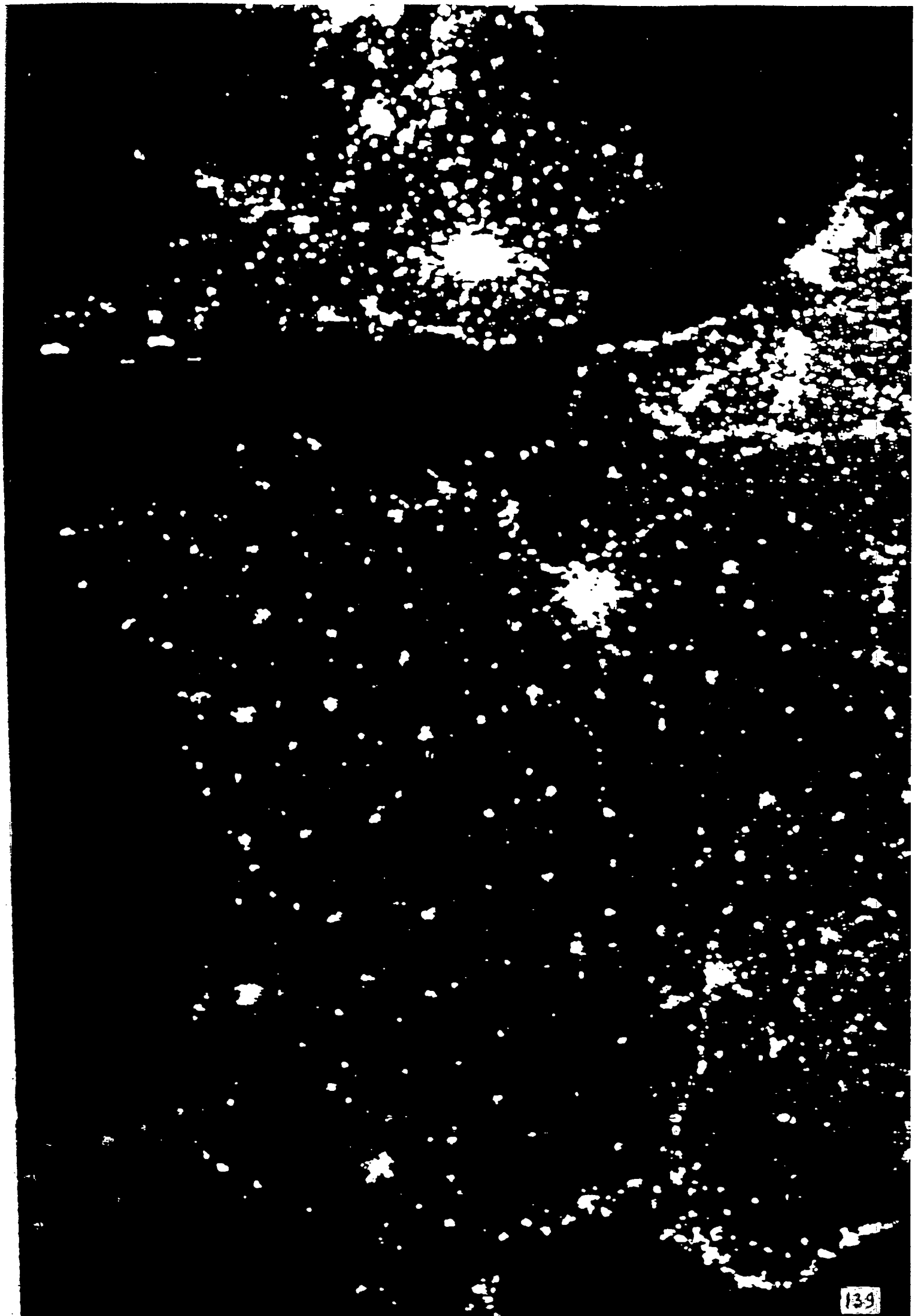
industriel pour réaliser ces prises de vues lors des vols de réception d'avions de ligne. C'est un problème d'accord : actuellement, les consignes d'embarquement sont extrêmement strictes.

Une autre possibilité consisterait en des vols de nuit sur des avions disposant d'une trappe sous le fuselage - ce programme restant à financer - car ce type d'avion existe déjà chez IGN (Institut Géographique National).

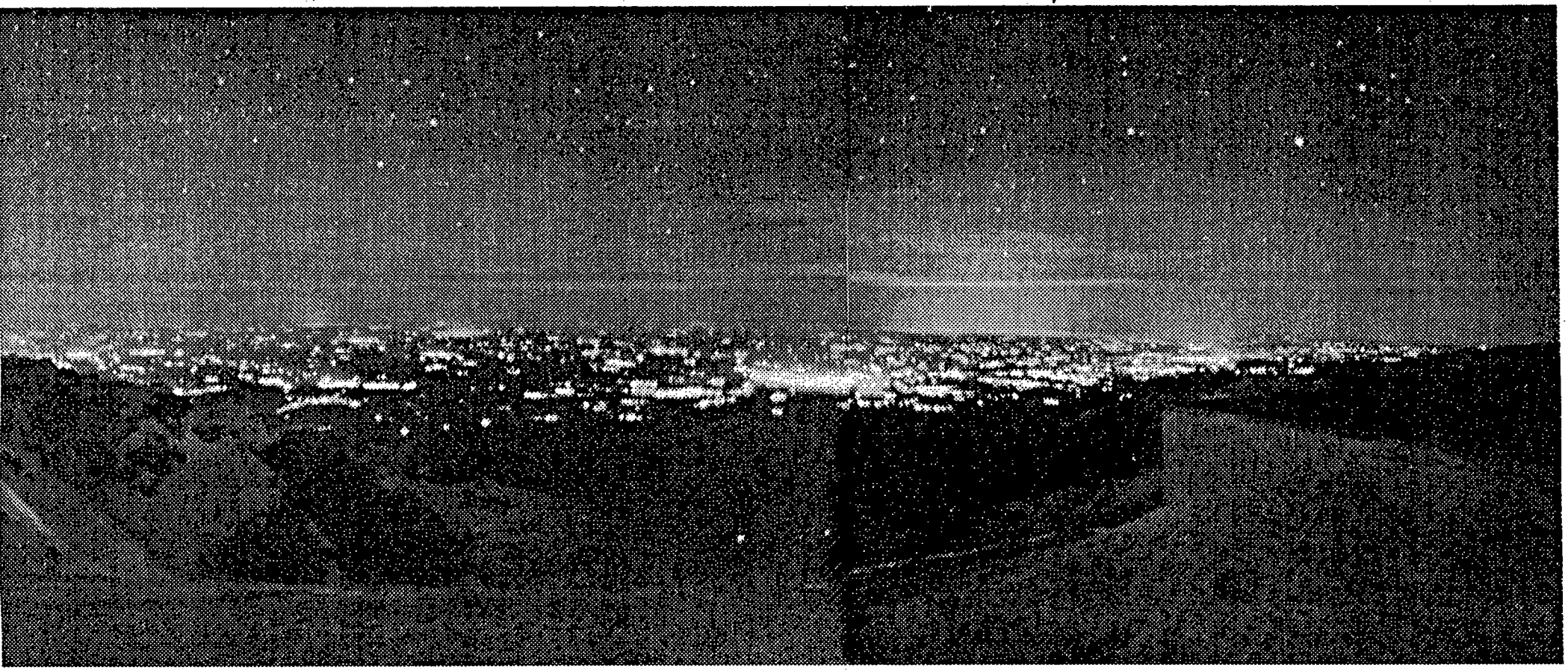
Je crois d'ailleurs que la "corvette" réalisant actuellement des prises de vues pour le compte d'Airbus Industries est équipée d'une verrière placée sous le fuselage. Tout cela peut se résoudre par une question financière, à négocier.

Nouvelle possibilité : le système vidéo équipant certains airbus A340. Celui-ci permet aux passagers d'observer la paysage sur écran, en temps réel, depuis leur siège. Il est actuellement développé par la Société Latécoère à Toulouse. Peut-être serait-il possible sur des vols de ligne, de stocker ces vues sur cassettes vidéo pour les analyser ensuite...

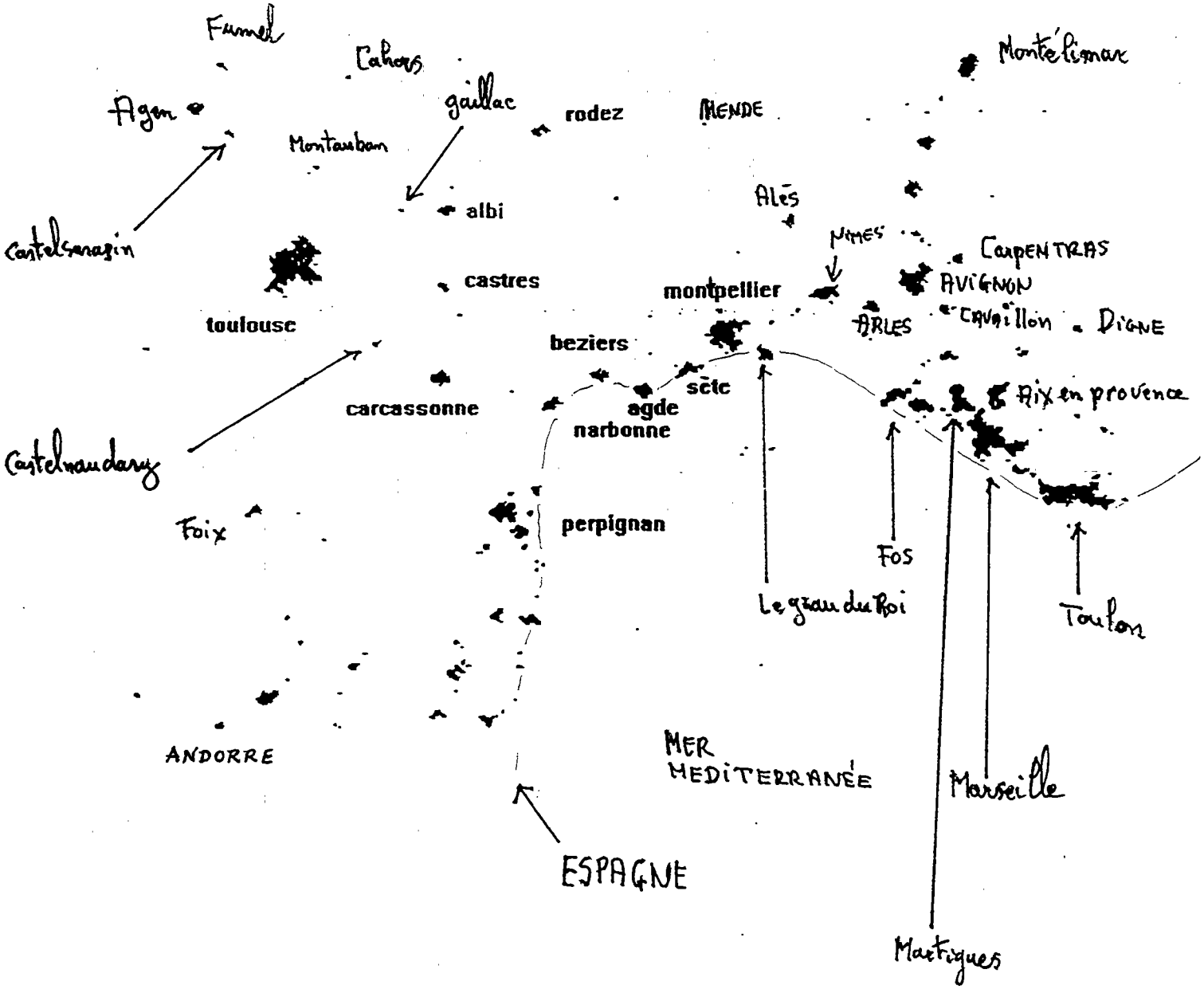
Cela constituerait un superbe projet pour les élèves d'une école d'ingénieurs, en aéronautique (Sup'aéro, Ensica, Enac).



Halo lumineux de Toulouse...



vu depuis le Pic du Midi
situé à 110 km de là.



REGION MIDI - PYRÉNÉES + LANGUEDOC - ROUSSILLON

IMAGE SATELLITE (GÉOSTATIONNAIRE) : TRAITEMENT

SUD DE LA FRANCE VU DE NUIT

- IMAGE INITIALE : PHOTO NOIR ET BLANC
- NUMÉRISATION GRACE AU SCANNER (IBMPC) (1Mo)
- INVERSION DE L'IMAGE puis ZOOM (Cpng FT COLOR - IBMPC) (source CPCN)
- Imprimante ou visualisation
- Nombreux traitements possibles

- Cette image complète les estimations faites à partir des lois de WALKER (logiciel DARK-SKY)

LE TBM 700 BON POUR LA PHOTO AERIENNE

En coopération avec l'IGN, la Socata a validé les qualités de son TBM 700 pour la photo aérienne.

Dans la recherche de nouveaux marchés pour son monomoteur à turbine TBM 700, la Socata a proposé et développé une option photographie aérienne verticale. Cette option consiste en l'adaptation d'un kit permettant de monter les caméras de prises de vue aériennes verticales les plus modernes disponibles sur le marché. C'est en collaboration avec l'IGN, l'Institut géographique national, que la Socata a validé, sur fonds propres, les qualités du binôme avion-caméras.

Un TBM 700 équipé d'une caméra Leica RC30 a effectué, aux mains d'un pilote et avec un photographe de l'IGN, un vol de prises de vues aériennes qui a confirmé les excellentes aptitudes de l'avion à ce type de mission, au point de vue opérationnel et pour la stabilité, ce dernier point étant particulièrement important pour les spécialistes de la topographie.

Les spécialistes de l'IGN - qui rappelons-le, exploite une flotte composée de biréacteurs Mystère 20, de bimoteurs Beech King Air et de Fokker 27 - constatent que "le résultat des calculs de l'aérotriangulation sur les trois axes de prise de vue a mis en évidence que les composantes angulaires de la verticalité de l'axe, ainsi que l'angle de dérive sont largement au-dessus de la moyenne des paramètres d'une prise de vue standard." Par ailleurs, "la netteté, le contraste et l'absence de filé caractérisent également la bonne synergie de l'avion et de sa caméra".

Pour arriver à ce résultat, le TBM 700 a été équipé d'un pilote automatique, qui lui permet de maintenir parfaitement le vol rectiligne et horizontal à une altitude normale de travail comprise entre le niveau de la mer et 9.000 m. A cet effet, les équipages de l'IGN ont apprécié la stabilité de l'appareil, qu'ils considèrent comme particulièrement bien adapté à ce genre de mission.

Les modifications apportées à la cellule de l'avion par Socata concernent principalement la structure du fuselage et l'adaptation d'une trappe photo équipée d'une fenêtre vitrée de prise de vue. La transparence de la vitre et l'absence d'écoulement de gaz chauds sous le fuselage procurent une qualité optique fidèle à la réalité.

Le port du Havre photographié par le TBM 700 équipé d'une caméra de prises de vue verticale sLeica RC30. On notera l'extraordinaire qualité du document, promise par l'excellente stabilité de l'appareil. Photo IGN

Le kit de montage d'une caméra verticale Leica installée par la Socata sur le monomoteur à turbine TBM 700 pour le transformer en appareil de prise de vues aérienne. Photo Socata

La place de l'opérateur de prise de vue, à l'arrière de la cabine, permet de contrôler avec efficacité le fonctionnement de la caméra, la navigation et le recouvrement des clichés. Le volume offert par la cabine du TBM 700 est suffisant pour stocker plusieurs magasins à film en réserve.

Pratiquement toutes les caméras de prises de vue verticale, (Leica RC30, RC9, RC10 et RC20, ainsi que Zeiss) peuvent être montées sur le TBM 700.

Les coûts d'exploitation du TBM 700 sont faibles et ses performances lui donnent la capacité d'aller rapidement d'un point à un autre. Ces qualités permettent aux responsables de la Socata d'estimer le marché potentiel entre 50 et 100 appareils dans le monde. Une niche sur laquelle peu de constructeurs se précipitent, mais que la Socata, avec son TBM 700, espère occuper. ■ **ANDRE BREAND**

MODELISATION DES HALOS LUMINEUX
LE PROGRAMME THOT 0.1
MICHEL BONAVITACOLA / CPCN

Le programme que j'ai l'honneur de vous exposer ici se présente sous la forme d'une aide destinée aux personnes intéressées par la pollution lumineuse, ainsi qu'une assistance aux astronomes amateurs. C'est un outil de formation à même de relever physiquement les paramètres régissant ces phénomènes.
Cela permet de mieux maîtriser leur site d'observation, de le choisir avec plus de discernement.
La version présentée ici n'est qu'une version de travail. Elle vous sera remise avec le compte-rendu du congrès.
Cela s'étendra à d'autres options. Notamment, nous sommes en mesure de développer plusieurs options, entre autres : carte de France situant le niveau de la pollution lumineuse ainsi que je l'ai présenté dans la commission "aménagement du territoire", et une autre option sera une banque de données des villes et agglomérations de France (villes de plus de 1000 habitants) .
Autre option à venir un calcul de la perte de contraste des objets étendus pour un site convenu et des conditions données.
J'ai auparavant évoqué les fondements et bases du programme ; je ne préciserai que les idées de bases pour vous parler par la suite de leur utilisation.

POLLUTION LUMINEUSE

1) Méthodologie :

L'astronome amateur est généralement un citadin. Il subit son site. A la campagne le ciel est plus pur.

Les villes grandissent de ce fait la puissance rayonnée dans le ciel augmente ; d'autre part, dans le futur, le ciel va se dégrader à la ville comme à la campagne.

Comment, de combien, cela suivant les sites ?

Analyse globale :

Il est possible de réduire les variables du problème en :

- paramètres principaux : (loi de Walker)

L'énergie rayonnée est fonction de la population, de la distance de la ville au site d'observation.

- paramètres aggravants :
  - pollution de l'air (particules)
  - humidité
  - types d'éclairages
  - micro climat urbain

L'intérêt de ce programme n'est pas la détermination absolue du niveau de dégradation d'un site mais plutôt la comparaison d'une situation ou d'un site astronomique.

MODELE DE WALKER

La base de la théorie est exposée dans le rapport de l'Académie des Sciences, écrit par Jean Kovalevsky, président d'honneur du CNPPCN, sous le titre "Protection des observatoires astronomiques et géodésiques".

Elle est issue de l'expérience et s'exprime comme suit :

I = accroissement relatif de l'éclat du fond de ciel par rapport à la luminosité du ciel naturel à 45 degrés au-dessus de l'horizon dans la direction de la ville.

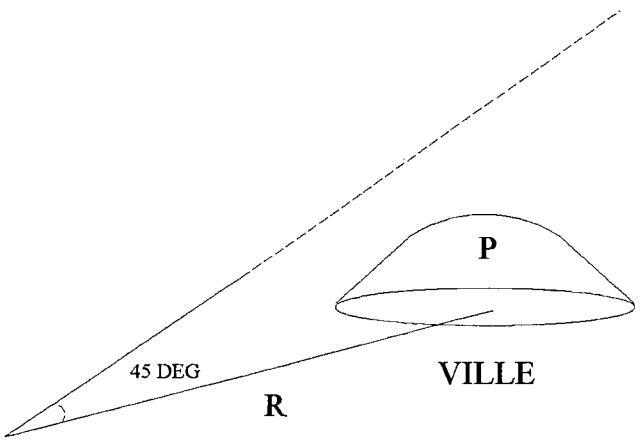
R = distance en kilomètre de l'agglomération

P = population en millier d'habitants

$$I = K \times P / (R^{2.5})$$

Soit :

$$\log I = 3 - 2.5 \times \log (R) + \log (P)$$



SITE

2) Description des options :

Ce programme fonctionne sur PC uniquement.
Il a été développé par votre serviteur et Laurent CORP ici présent.

MENU GENERAL

Calcul de l'augmentation relative de la luminosité du fond du ciel à 45 degrés au-dessus de l'horizon

OPTION

1 - influence de la distance à population donnée

2 - influence de la population à distance donnée

3- carte de pollution d'un site donné (type IGN)

4 - carte de pollution d'un site donné (coordonnées polaires)

5 - utilisation de la banque de données des villes françaises

6 - utilisation de la banque de données des départements français

7 - catalogue des objets étendus visibles à l'oeil nu

Nota : les magnitudes évoquées dans les différentes options correspondent à des brillances surfaciques, à savoir un éclairement divisé par sa surface.
En aucun cas ce ne sera une magnitude stellaire (ponctuelle) même si l'on peut s'en rapprocher.

OPTION 1 :
influence de la distance par rapport à une population donnée

Il s'agit d'adapter à une population donnée (nombre d'habitants), la distance du site d'observation choisi.

Exemple : commune de Toulouse

référence du fond de ciel : 21.6 magnitude par seconde de degré carré

distance minimale (km) = 10 distance maximale (km) = 50 "pas"de calcul (km) = 2

population habitants	distance km	delta fond de ciel %	delta magnitude	magnitude fond ciel (/sec^2 d'arc)
385 000	10 00	1217.5	2.8	18.8
385 000	12.00	771.8	2.4	19.2
385 000	14.00	525.0	2.0	19.6
385 000	16.00	376.0	1.7	19.9
385 000	18.00	280.1	1.4	20.2
385 000	20.00	215.2	1.2	20.4
385 000	22.00	169.6	1.1	20.5
385 000	24.00	136.4	0.9	20.7
385 000	26.00	111.7	0.8	20.8
385 000	28.00	92.8	0.7	20.9
385 000	30.00	78.1	0.6	21.0
385 000	32.00	66.5	0.6	21.0
385 000	34.00	57.1	0.5	21.1
385 000	36.00	49.5	0.4	21.2
385 000	38.00	43.3	0.4	21.2
385 000	40.00	38.0	0.4	21.2
385 000	42.00	33.7	0.3	21.3
385 000	44.00	30.0	0.3	21.3
385 000	46.00	26.8	0.3	21.3
385 000	48.00	24.1	0.2	21.4
385 000	50.00	21.8	0.2	21.4

A l'aide de ces paramètres, l'observateur peut déterminer rapidement un lieu idéal lui permettant les meilleures observations possibles du ciel, faisant fi de la perte de magnitude due à l'éclairage des villes.
Plus on s'éloigne de la ville de Toulouse, moins le ciel est limbé de lumière. Il devient acceptable à 20 km et correct à 50 km.

OPTION 2
Incidence de l'augmentation de la population d'une ville à partir d'un site donné

an 0 = 1994
an 20 = 2014

Augmentation annuelle de la population 5%

a) Exemple : mon domicile de Saint Geniès-Bellevue ; distance : 10 km de Toulouse.

Population initiale (*1000 hab)	distance (km)	croissance (%)
385	10	5

an	population habitants	delta fond de ciel %	delta magnitude	magn fond de ciel
0	385 000	1217.5	2.80	18.8
2	424 000	1339.2	2.90	18.7
4	462 000	1461.0	2.98	18.6
6	501 000	1582.7	3.07	18.5
8	539 000	1704.5	3.14	18.5
10	578 000	1826.2	3.21	18.4
12	616 000	1948.0	3.28	18.3
14	655 000	2069.7	3.34	18.3
16	693 000	2191.5	3.40	18.2
18	732 000	2313.2	3.46	18.1

b) Autre exemple : l'observatoire de Rabastens à 50 km de Toulouse

Population initiale (*1000 hab)	distance (km)	croissance (%)
385	50	5

0	385 000	21.8	0.21	21.4
2	424 000	24.0	0.23	21.4
4	462 000	26.1	0.25	21.3
6	501 000	28.3	0.27	21.3
8	539 000	30.5	0.29	21.3
10	578 000	32.7	0.31	21.3
12	616 000	34.8	0.32	21.3
14	655 000	37.0	0.34	21.3
16	693 000	39.2	0.36	21.2
18	732 000	41.4	0.38	21.2

Cette option permet de prévoir la dégradation d'un site (ou d'un futur site) en fonction de l'évolution démographique d'une ville ou agglomération. La distance est figée alors que la population évolue au fil des ans.

OPTIONS 3 et 4

Les options 3 et 4 permettent de déterminer pour un site donné la qualité du lieu. Elle permet ainsi que le montre la planche 1 d'estimer le niveau de dégradation du ciel (à 45° au-dessus de l'horizon) et selon l'azimut.

Pour cela il suffit de connaître la population des villes entourant ce site, leur position géographique et la situation du lieu d'observation. On peut déterminer cet horizon de deux manières différentes , à savoir :

- les villes sont connues par leurs coordonnées (longitude, latitude) - [option 3]
- à partir des coordonnées polaires. Pour cela rien de plus simple : prendre une carte, une règle, un rapporteur d'angles et faites fonctionner votre cerveau. [option 4].

Ne négligez pas l'annuaire des Postes donnant des indications sur la population des villes.

En fait, l'option 3 va disparaître dans les futures versions. Elle sera implicitement calculée à partir de la banque de données. En effet, la banque de données comporte les coordonnées géographiques des villes. Un exemple "manuel" a été effectué par Monsieur Mosser pour son site de Pibrac en Haute-Garonne (à l'ouest de Toulouse).

Les calculs mécanographiques correspondent à mon propre site d'observation (situé à Saint Genies Bellevue). Sans se déplacer, l'on peut ainsi comparer nos deux sites (qui sont visiblement complémentaires : est et ouest de Toulouse).

Le programme nous donne ces résultats sous forme de tableaux et particulièrement sous une forme graphique avec un code de couleur pour égayer le texte.

Comme vous le voyez, rien n'est plus simple ; chacun peut en faire autant.

Mais au fait, qui est THOT ? Ce sont mes fils (11 ans chacun) qui ont trouvé ce nom. Thot était, au temps des pharaons, le dieu des scribes, donc le dieu du savoir. Depuis ces temps lointains, on l'a quelque peu oublié ... comme notre voie lactée invisible de l'intérieur des villes ... Pourtant, elle est bien là et, de même que Thot, elle nous rappelle à un peu de sagesse.

Sur la version livrée, d'autres paramètres apparaissent :

- La puissance rayonnée par la ville (avec l'hypothèse de 500 lumen/ habitant (résultat d'observation) - voir, en annexe dans la partie technique, le rapport de l'Académie des Sciences.

- L'obstruction angulaire de la ville vue du site d'observation : ce paramètre a été obtenu à partir d'une loi de densité empirique déterminée statistiquement. La population étant connue, l'on estime alors une densité standard, d'où une surface s'apparentant à un diamètre. L'obstruction est tout simplement l'angle correspondant à ce diamètre et cela vu depuis le site d'observation. C'est l'angle d'obstruction de la ville relevé depuis le site d'observation.
- Une nouvelle procédure a été mise au point (option 8) pour permettre de mieux interpréter les images satellites ; une carte de France s'affiche avec les principales villes.

Pour les personnes ne disposant pas d'ordinateur IBM PC ou compatible, j'ai développé des tables donnant les mêmes calculs que le programme mais avec un minimum de manipulations.

Planche 2 : décrément du fond de ciel en magnitude surfacique à 45° au-dessus de l'horizon.

3) Recoupements et vérifications du modèle :

Il y a plusieurs manières de vérifier et donc de compléter ce programme. La première consiste en des images de la Terre prises de nuit depuis le ciel ; elles permettent d'identifier, de mesurer le flux lumineux émis par les sources. L'autre se pratique en observant les objets étendus accessibles. Une troisième méthode consiste à rechercher les magnitudes limites.

3-1 Images de la Terre depuis le ciel :

Notre modèle ne comprend que les zones habitées. Par contre, elle exclut les zones industrielles et autres sources de lumière sans lien direct avec la présence d'une population. Pour l'identification de ces zones inhabitées mais toutefois gênantes, le satellite nous sera d'une aide précieuse ; tout cela devrait être initié lors des prochains rendez-vous de la station MIR.

3-2 Observation du ciel :

Lors de vos observations, par une belle nuit il vous suffira de les compléter par des tests simples à réaliser : premier avantage pour vous, mieux connaître votre site ; second avantage pour notre étude, cela permettra de valider notre modèle et de le faire évoluer en l'améliorant. Avantage également pour les débutants, leur proposer une manipulation qui leur apprendra à mieux connaître le ciel.

But : repérer le plus faible objet étendu visible.
Nous vous proposons une série d'observations à l'oeil nu. Option 7.

3-3 Magnitude limite :

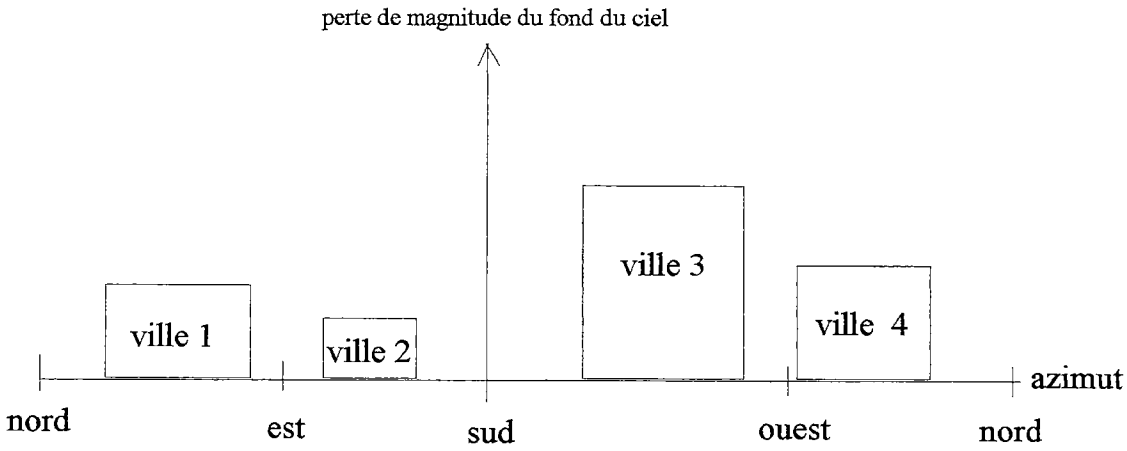
On peut parallélement estimer la magnitude limite. Pour cela on exécute le même travail qu'un variabiliste. A l'aide de cartes proposées (ici la petite ourse) et en s'aidant des magnitudes indiquées, l'on détermine la plus faible étoile. Il faut garder à l'esprit que le modèle développé n'est valable qu'à 45° au-dessus de l'horizon.

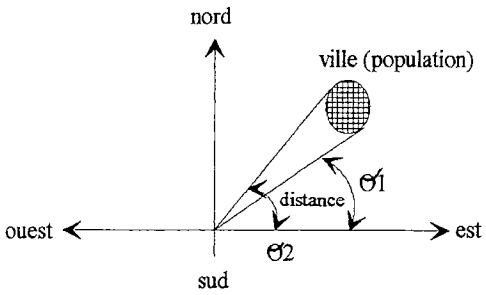
Ces deux indications peuvent donner une très bonne idée de la qualité d'un site tout en sachant que cette qualité est variable d'un jour à l'autre (voire même d'une heure à l'autre).
Notre démarche toute théorique peut aussi être pratique.
Les indications ainsi recueillies, si elles nous étaient transmises, seraient utiles à tous.

3-4 Banque de données

Dernière option et non moins intéressante. C'est une option que j'ai développée de concert avec mes enfants.
Elle consiste simplement à détailler toutes les villes de plus de 1 000 habitants (population croissant suivant les années et localisation par leurs coordonnées). C'est un travail intense mais passionnant et surtout très utile car nous aurons pour la première fois une couverture réelle et fidèle du territoire français. Cette option devrait aider grandement tous ceux qui recherchent un site d'observation ou un ciel clément et pur pour leurs vacances.
Elle permettra aussi de mieux cibler nos actions et valoriser le patrimoine existant.

OPTION DU PROGRAMME THOT



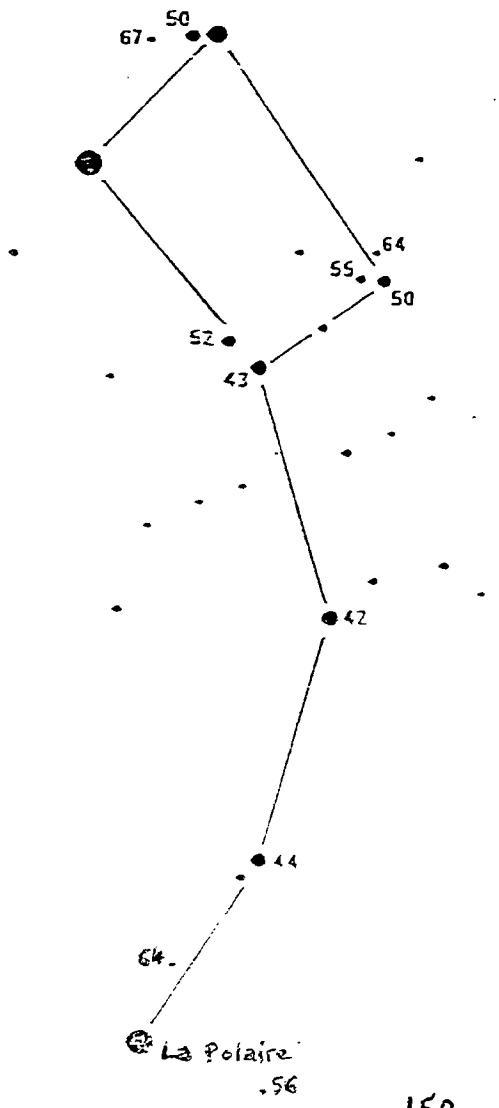


	Azimut		Δm	
Ville 1	Θ_{11}	Θ_{12}	Δm1	
Ville 2	Θ_{21}	Θ_{22}	Δm2	
				Coeff de site f (ε; Θ_i ; Δm_i)
Ville 3	Θ_{31}	Θ_{32}	Δm3	
Ville 4	Θ_{41}	Θ_{42}	Δm4	

1) OBJETS ETENDUS VISIBLES A L'OEIL NU

- liste des objets visibles à l'oeil nu
- échelle des sites issue de la revue des constellations
- visibilité de la voie lactée
- médiocre : voie lactée non reconnaissable
- moyenne : principaux nuages galactiques identifiables
- bonne : voie lactée bien dessinée, M31 visible
- excellente : voie lactée frappante par son éclat et la structure de ses nuages
  M31 reconnaissable sur 30 mn d'arc

objet	mv	constellation	diamètre	type	oeil nu	qualité du site pour voir l'objet
M3	6.4	cvn	9.8	AG	limite	excellent
M13	5.9	hercule	10	AG	faible	bon
M92	6.5	hercule	8.3	AG	limite	excellent
M29	6.1	cygne	12	AG	visible	correct
NGC7000		cygne	100*120	ND	limite	excellent
M39	5.5	cygne	30	A0	visible	correct
M31	3.4	andromède	160*40	SP	facile	moyen
XetH	4.0	persee	30	AO	facile	moyen
M34	5.8	persee	30	AO	faible	bon
M5	5.8	cocher	24	AO	faible	bon
M37	5.9	serpent	13	AO	faible	bon
M16	6.0	serpent	25	AOND	faible	bon
NGC6633		ophiucus	20	AO	limite	excellent
M11	6.5	ecu sobievky	10	AO	limite	tres bon
M15	6.4	pegase	7.4	AG	limite	excellent
les hyades		taureau	13	AO	facile	moyen
M45		taureau	100	AO	évident	passable
M42	4.0	orion	66*60	ND	facile	moyen
M35	5.6	gémeaux	30	AO	visible	bon
M44	6.5	le cancer	90	AO	facile	correct
ngc2548	5.5	l'hydre	30	AO	faible	bon
ngc6231		scorpion	15	AO	faible	bon
M6	4.2	scorpion	25	AO	faible	bon
M7	6.4	scorpion	60	AO	faible	bon
M8	5.0	sagittaire	50*35	AOND	facile	moyen
M24	4.0	sagittaire	60	NG	facile	correct
M41	5.0	grand chien	30	AO	facile	correct
ngc2422		la poupe	25	AO	visible	bon
M33		triangle			limite	excellent
M20	6.3	sagittaire			limite	excellent
M22	5.1	sagittaire			limite	excellent



2) MAGNITUDE LIMITE : étoiles

3) COMPTE RENDU D'OBSERVATION

Site : longitude/latitude/remarques, altitude
jour : heure - turbulence
observateur : - transparence
objet : mv, ϕ, BS, azimut, déclinaison
Atmosphère : température, pression, humidité

CPCN EVALUATION DU CIEL NOCTURNE Résultats chiffrés

Communes	milliers d'habitants	R(dist.en km)	log de P	log de R	log de I	I en %	baisse de magn	azimuts en degrès
Aurillac	33	22	1,52	1,34	1,17	14,8	0,15	280°
Brommat	0,9	8	-0,0457	0,9	0,704	5,53	0,05	200°
Brommes	0,1	3,5	-1	0,544	0,64	4,36	0,04	260°
Cantoin	0,12	10	-0,921	1	-0,421	0,38	0,04	130°
Douzalbats	0,1	1	-1	0	2	100	0,75	35°
Feyssergues	0,1	3	-1	0,477	0,8075	6,41	0,07	340°
La Capelle Barrez	0,1	4	-1	0,602	0,495	3,12	non significatif	10°
La Croix de Barrez	0,6	14	-0,222	1,146	-0,087	0,818	non significatif	210°
Ladinhac	0,1	2	-1	0,301	1,2475	17,68	0,18	170°
Marnhac	0,15	6	-0,824	0,778	0,231	1,702	non significatif	55°
Mur de Barrez	1,2	7	0,079	0,845	0,966	9,257	0,1	220°
Murat	2,7	27	0,431	1,431	-0,146	0,714	non significatif	30°
Nigresserre	0,1	2	-1	0,301	1,247	17,68	0,18	215°
Pierrefort	1,1	10	0,041	1	0,541	3,475	non significatif	75°
Raulhac	0,4	4,5	0,398	0,653	0,969	9,322	0,1	275°
St flour	7,4	34	0,869	1,53	0,044	1,107	non significatif	65°
St Martin-sous-Vigouroux	0,1	7	-1	0,845	-0,112	0,772	non significatif	70°
Ste Geneviève / Argence	0,4	9	-0,398	0,954	0,217	1,648	non significatif	160°
Thérondels	0,5	3,5	-0,301	0,544	1,339	21,83	0,22	90°
Vic/cère	2	12	0,301	1,079	0,603	4,013	non significatif	325°
Vines	0,1	9	-1	0,954	-0,385	0,412	non significatif	120°

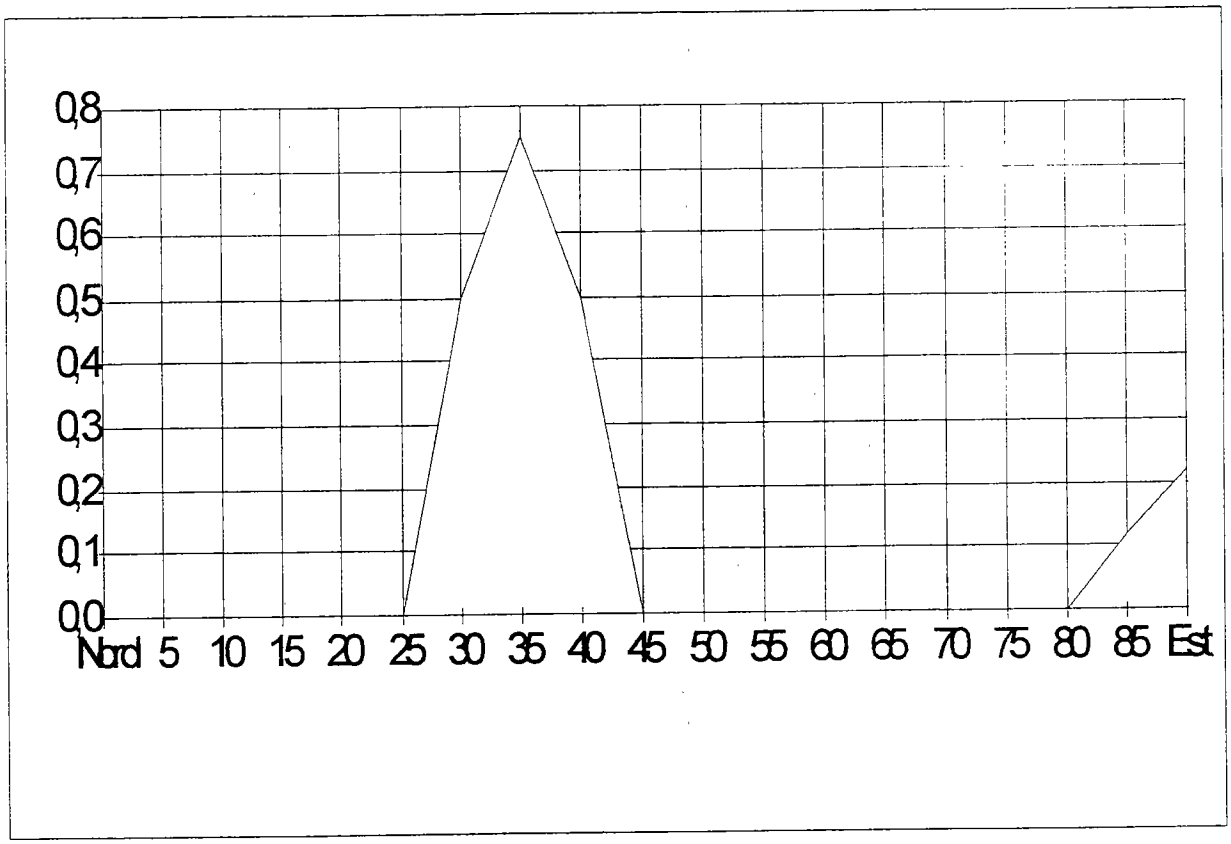
ÉVALUATION DU CIEL DE NIGRESSERRE (CANTAL)
- G. HOFFER -
Voir présentation (Aménagement du territoire)
- SUD DU PLOMB DU CANTAL -

CENTRE DE PROTECTION DU CIEL NOCTURNE

SITE DE NIGRESSERRE - EVALUATION DU CIEL

1er quart Nord-Est

GRAPHIQUE



LEGENDE

1- Axe des abscisses: rappel de l'azimut des localités

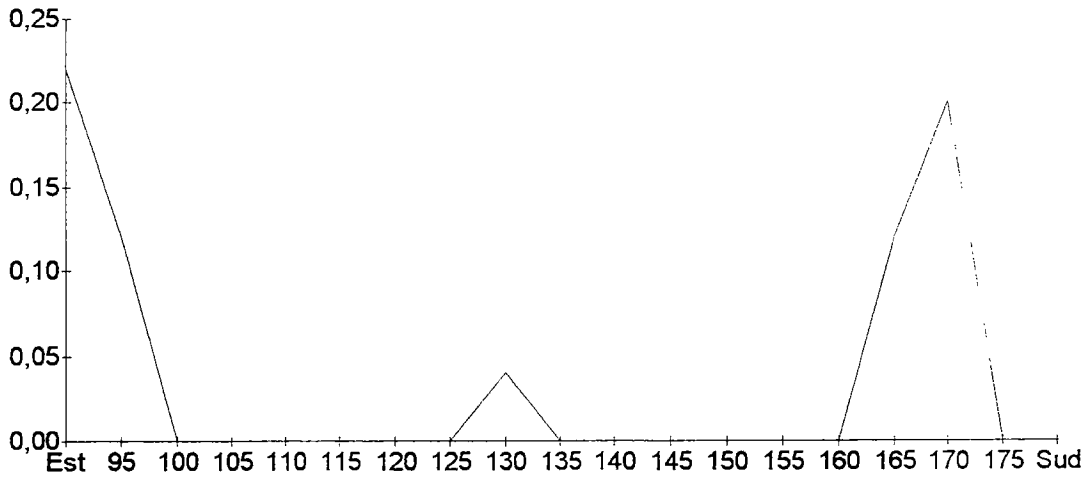
La Capelle-Barrez: 10°
Murat: 30°
Douzalbats: 35°
Marnhac: 55°
St-Flour: 65°
St Martin sous Vigouroux: 70°
Pierrefort: 75°
Thérondels: 90°

2- Axe des ordonnées:

Points de magnitude visuelle perdus à 45° au dessus de l'horizon

CENTRE DE PROTECTION DU CIEL NOCTURNE
SITE DE NIGRESSERRE - EVALUATION DU CIEL
2ième Quart Sud-Est

GRAPHIQUE



LEGENDE

1: Axe des abscisses - rappel de l'azimut des localités

Thérondel: 90°

Vines: 120°

Cantoin: 130°

Ste Geneviève / Argence: 160°

Ladinhac: 170°

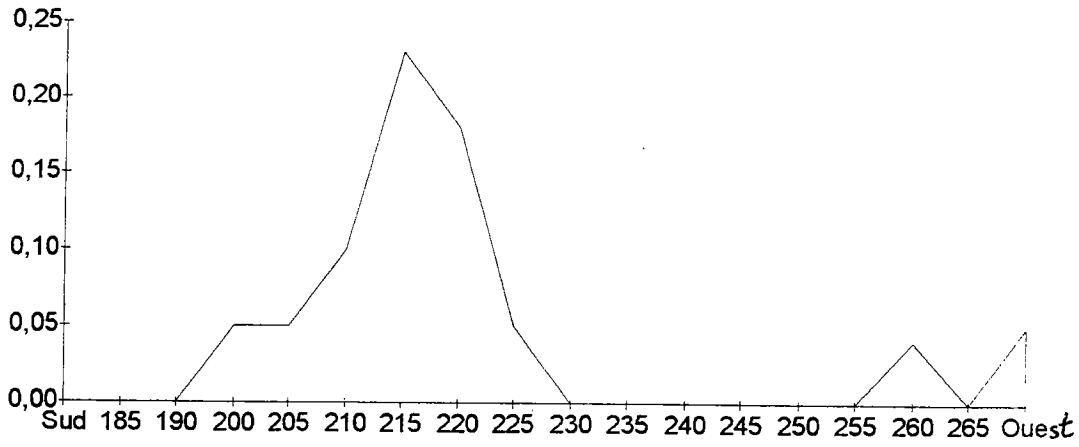
2: Axe des ordonnées:

Points de magnitude visuelle perdus à 45° au dessus de l'horizon

CENTRE DE PROTECTION DU CIEL NOCTURNE
SITE DE NIGRESSERRE - EVALUATION DU CIEL

3ième quart Sud-Ouest

GRAPHIQUE



LEGENDE

1: Axe des abscisses - rappel de l'azimut des localités

Brommat: 200°
La Croix de Barrez: 210°
Nigresserre: 210°
Mur de Barrez: 220°
Brommes: 260°
Raulhac: 275°

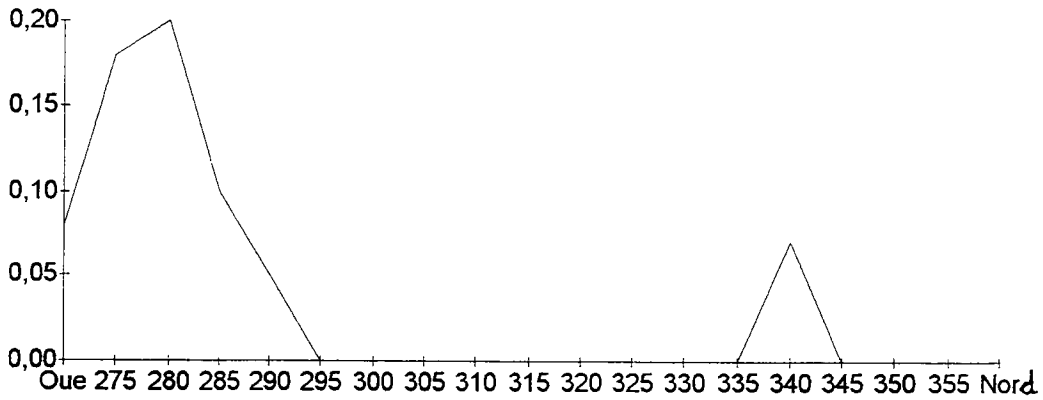
2: Axe des ordonnées

Points de magnitude visuelle perdus à 45° au dessus de l'horizon

CENTRE DE PROTECTION DU CIEL NOCTURNE
SITE DE NIGRESSERRE - EVALUATION DU CIEL

4ième quart Nord - Ouest

GRAPHIQUE



LEGENDE

Axe des abscisses - rappel de l'azimut des localités

Raulhac 275°
Aurillac 280°
Vic / Cère 325°
Feyssergues 340°

Axe des ordonnées

points de magnitude visuelle perdus à 45° au dessus de l'horizon

DECREMENT DU FOND DE CIEL EN MAGNITUDE SURFACIQUE (Mv / SEC ** 2)

* DISTANCE ZHENITALE = 45 DEGRES * CIEL SANS LUNE M.BONAVITACOLA (20/12/95)

POPULATION (NOMBRE D'HABITANTS)

DISTANCE (KM)	1000.	2000.	3000.	4000.	5000.	6000.	7000.	8000.	9000.	10000.
3.00	.54	.90	1.17	1.38	1.56	1.71	1.86	1.97	2.08	2.18
4.00	.30	.53	.72	.88	1.02	1.15	1.26	1.36	1.45	1.54
5.00	.18	.33	.47	.59	.69	.79	.88	.96	1.04	1.11
6.00	.12	.22	.32	.41	.49	.56	.63	.70	.76	.82
7.00	.08	.16	.23	.29	.35	.41	.47	.52	.57	.62
8.00	.06	.11	.17	.22	.26	.31	.35	.40	.44	.48
9.00	.04	.09	.13	.17	.20	.24	.27	.31	.34	.37
10.00	.03	.07	.10	.13	.16	.19	.22	.24	.27	.30
11.00	.03	.05	.08	.10	.13	.15	.17	.20	.22	.24
12.00	.02	.04	.06	.08	.10	.12	.14	.16	.18	.20
13.00	.02	.04	.05	.07	.09	.10	.12	.13	.15	.16
14.00	.01	.03	.04	.06	.07	.09	.10	.11	.13	.14
15.00	.01	.02	.04	.05	.06	.07	.08	.10	.11	.12
16.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09	.10
17.00	.01	.02	.03	.04	.04	.05	.06	.07	.08	.09
18.00	.01	.02	.02	.03	.04	.05	.05	.06	.07	.08
19.00	.01	.01	.02	.03	.03	.04	.05	.05	.06	.07
20.00	.01	.01	.02	.02	.03	.04	.04	.05	.05	.06

	15000.	20000.	25000.	50000.	75000.	100000.	125000.	150000.	175000.	200000.
10.00	.42	.53	.63	1.03	1.32	1.55	1.74	1.90	2.04	2.16
15.00	.17	.22	.27	.49	.67	.83	.97	1.09	1.20	1.29
20.00	.09	.12	.14	.27	.38	.48	.58	.66	.74	.81
25.00	.05	.07	.08	.16	.23	.30	.37	.43	.48	.54
30.00	.03	.04	.05	.10	.15	.20	.25	.29	.33	.37
35.00	.02	.03	.04	.07	.11	.14	.17	.20	.23	.26
40.00	.02	.02	.03	.05	.08	.10	.13	.15	.17	.20
45.00	.01	.02	.02	.04	.06	.08	.10	.11	.13	.15
50.00	.01	.01	.02	.03	.05	.06	.07	.09	.10	.12
55.00	.01	.01	.01	.02	.04	.05	.06	.07	.08	.09
60.00	.01	.01	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08

DISTANCE	225000.	250000.	275000.	300000.	325000.	350000.	3750000.	400000.	425000.	450000.
10.00	2.27	2.37	2.47	2.55	2.63	2.70	2.77	2.84	2.90	2.96
15.00	1.39	1.47	1.55	1.62	1.69	1.75	1.81	1.87	1.92	1.97
20.00	.88	.95	1.01	1.07	1.12	1.18	1.23	1.28	1.32	1.36
25.00	.59	.64	.69	.73	.77	.82	.86	.89	.93	.97
30.00	.41	.45	.48	.52	.55	.58	.61	.65	.68	.70
35.00	.29	.32	.35	.38	.40	.43	.45	.48	.50	.52
40.00	.22	.24	.26	.28	.30	.32	.34	.36	.38	.40
45.00	.17	.18	.20	.22	.23	.25	.26	.28	.30	.31
50.00	.13	.14	.16	.17	.18	.20	.21	.22	.23	.25
55.00	.10	.11	.13	.14	.15	.16	.17	.18	.19	.20
60.00	.08	.09	.10	.11	.12	.13	.14	.15	.15	.16
65.00	.07	.08	.08	.09	.10	.11	.11	.12	.13	.13
70.00	.06	.06	.07	.08	.08	.09	.10	.10	.11	.11
75.00	.05	.05	.06	.06	.07	.08	.08	.09	.09	.10
80.00	.04	.05	.05	.06	.06	.06	.07	.07	.08	.08
85.00	.04	.04	.04	.05	.05	.06	.06	.06	.07	.07
90.00	.03	.03	.04	.04	.04	.05	.05	.06	.06	.06
95.00	.03	.03	.03	.04	.04	.04	.05	.05	.05	.05
100.00	.02	.03	.03	.03	.03	.04	.04	.04	.05	.05

DECREMENT DU FOND DE CIEL EN MAGNITUDE SURFACIQUE (MV / SEC ** 2)

POPULATION (NOMBRE D'HABITANTS)

DISTANCE (KM)	450000.	550000	650000.	750000.	850000.	950000.	1050000.	1150000.	1650000.	2150000.
10.00	2.96	3.16	3.33	3.48	3.61	3.73	3.84	3.93	4.31	4.60
15.00	1.97	2.16	2.32	2.46	2.58	2.69	2.79	2.88	3.25	3.52
20.00	1.36	1.53	1.66	1.79	1.90	2.00	2.09	2.18	2.52	2.79
25.00	.97	1.10	1.22	1.33	1.43	1.52	1.60	1.68	1.99	2.24
30.00	.70	.81	.91	1.00	1.09	1.17	1.24	1.31	1.60	1.82
35.00	.52	.61	.70	.77	.84	.91	.97	1.03	1.29	1.50
40.00	.40	.47	.54	.60	.66	.72	.77	.82	1.05	1.24
45.00	.31	.37	.42	.48	.53	.58	.62	.67	.86	1.03
50.00	.25	.29	.34	.38	.43	.47	.51	.54	.72	.86
55.00	.20	.24	.28	.31	.35	.38	.42	.45	.60	.73
60.00	.16	.20	.23	.26	.29	.32	.35	.37	.50	.62
65.00	.13	.16	.19	.22	.24	.27	.29	.32	.43	.53
70.00	.11	.14	.16	.18	.20	.23	.25	.27	.37	.46
75.00	.10	.12	.14	.16	.17	.19	.21	.23	.32	.40
80.00	.08	.10	.12	.13	.15	.17	.18	.20	.27	.35
85.00	.07	.09	.10	.12	.13	.14	.16	.17	.24	.30
90.00	.06	.08	.09	.10	.11	.13	.14	.15	.21	.27
95.00	.05	.07	.08	.09	.10	.11	.12	.13	.19	.24
100.00	.05	.06	.07	.08	.09	.10	.11	.12	.17	.21

	7650000.	8150000.	8650000.	9150000.	9650000.	10150000.	10650000.	11150000.	1650000.	12150000.
50.00	1.82	1.87	1.93	1.98	2.03	2.07	2.12	2.16	2.20	2.24
60.00	1.43	1.48	1.53	1.58	1.62	1.67	1.71	1.75	1.79	1.82
70.00	1.14	1.19	1.23	1.27	1.31	1.35	1.39	1.43	1.46	1.50
80.00	.92	.96	1.00	1.04	1.07	1.11	1.14	1.17	1.21	1.24
90.00	.75	.78	.82	.85	.88	.91	.94	.97	1.00	1.03
100.00	.62	.65	.68	.71	.73	.76	.79	.81	.84	.86
110.00	.51	.54	.56	.59	.61	.64	.66	.68	.71	.73
120.00	.43	.45	.47	.50	.52	.54	.56	.58	.60	.62
130.00	.36	.38	.40	.42	.44	.46	.48	.50	.51	.53
140.00	.31	.33	.34	.36	.38	.39	.41	.43	.44	.46
150.00	.27	.28	.30	.31	.33	.34	.35	.37	.38	.40
160.00	.23	.24	.26	.27	.28	.30	.31	.32	.33	.35
170.00	.20	.21	.22	.24	.25	.26	.27	.28	.29	.30
180.00	.18	.19	.20	.21	.22	.23	.24	.25	.26	.27
190.00	.16	.16	.17	.18	.19	.20	.21	.22	.23	.24
200.00	.14	.15	.15	.16	.17	.18	.19	.20	.20	.21
210.00	.12	.13	.14	.15	.15	.16	.17	.17	.18	.19
220.00	.11	.12	.12	.13	.14	.14	.15	.16	.16	.17
230.00	.10	.11	.11	.12	.12	.13	.14	.14	.15	.15
240.00	.09	.09	.10	.11	.11	.12	.12	.13	.13	.14
250.00	.08	.09	.09	.10	.10	.11	.11	.12	.12	.13
260.00	.07	.08	.08	.09	.09	.10	.10	.11	.11	.11
270.00	.07	.07	.08	.08	.08	.09	.09	.10	.10	.10
280.00	.06	.07	.07	.07	.08	.08	.08	.09	.09	.10
290.00	.06	.06	.06	.07	.07	.07	.08	.08	.08	.09
300.00	.05	.06	.06	.06	.07	.07	.07	.08	.08	.08

LA MISSION CASSIOPEE
PATRICK BURY / ANSTJ - OBSERVATOIRE DE LA CÔTE D'AZUR

Expérience proposée à emporter sur la mission Cassiopée (MIR)

1) Orbite de nuit

Pollution lumineuse
Mission Cassiopée
Vol cosmonaute Français (e)

Du 5 au 21 juin 1996

2) Vue de l'Europe

3) Vue des U.S.A

4) Buts

- Etude et mesure de la pollution lumineuse
- Depuis la station spatiale MIR
- Couverture du territoire Français

5) Moyens techniques

- Appareil photo 24x36
- Pellicule couleur haute sensibilité
- Objectif de 50 mm

6) La prise de vue

- Résolution au sol : 1 km
- Champ de prise de vue : 300 km
- Temps de pose : 1/15 s

7) Rôle du cosmonaute

- Prendre des photos de nuit
- Pendant plusieurs survols
- De toute la France, et de l'Europe

8) Moyens humains

- Des clubs d'astronomie amateur
- Des clubs Espace
- Les écoles, collèges et lycées
- Quelques bénévoles intéressés

9) Quelques clubs participants

- Commission Pollution Lumineuse de la SAF
- Centre de Protection du Ciel Nocturne
  - . Saint Génies Bellevue
  - . Aérospatiale Toulouse
  - . Cugnaux
  - . Pibrac

10) Déroulement pratique

- Un PC Course à la Cité des Sciences
- Liaison régulière avec la station
  - . via le centre de contrôle du CNES
  - . via un canal radio-amateur

11) Planning pré-vol

- Rentrée 95 : envoi de documents aux clubs
- Rentrée 95 : envoi de documents aux écoles
- Présentation de la mission à la presse
- Avril 96 : préparation des expériences de jeunes
- Juin 96 : réalisation d'un documentaire grand public

12) La mission

Du 5 au 21 juin 1996
- Proposition des meilleurs moments de prise de vue

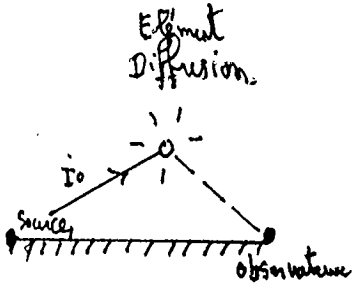
13) Planning Post-vol

- Mai 97 : exploitation par les clubs
- Mai 97 : exploitation par les écoles
- Juin 97 : Congrès des clubs participants

14) Vos interlocuteurs

- Le permanent Astro de l'ANSTJ
- Michel Maignan
- Patrick BURY

ANSTJ
17 Bd Gambetta
91130 Ris Orangis



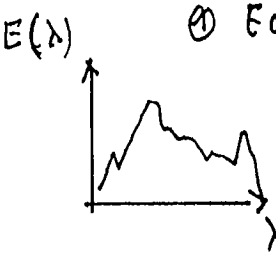
DIFFUSION
AXES DE RECHERCHE

SOURCE :
ECLAIRAGE URBAIN

ATMOSPHÈRE :
(Milieu Trouble)
ELEMENT DIFFUSANT

RECEPTEUR :
OBSERVATEUR

	SOURCE	ATMOSPHÈRE	RECEPTEUR
PARAMETRE PRINCIPAL	- PUISSANCE EMMISE PAR LA SOURCE (POPULATION) - Repartition spectrale et spaciale	- PARAMÈTRES THERMODYNAMIQUES - Nombre de molécules diffusantes et dimensions	- DISTANCE OBSERVATEUR / SOURCE - LIGNE DE VISÉE (AZIMUT DECLINAISON)



① Eclairage direct
- Nombre de lampes
- Répartition géographique
- Technologie des lampes et lampadaires
- Répartition du flux dans l'espace, et λ

② Reflexion :
- ALBEDO ($\alpha(\lambda)$, et incidence)
- Matériaux

③ Variation fct (heure)

Etat de l'atmosphère :
DIMENSION des molécules

① $d < 0{,}2\lambda$: Diffusion moléculaire

Diffusion de Rayleigh

$$I = I_0 \times \frac{k\,(n-1)^2}{\lambda^4 \times N}$$

⇒ pour gaz parfait fct (altitude, température, ΔISA, heure, ...)

② $d > 0{,}2\lambda$

EX : pollution, Humidité importante, nuages ....

⇒ parfois mélange des 2

③ I_0 = Intensité incidente
Voir rubrique SOURCE

Efficacité

- oeil :

- SITE :
  - localisation géographique
    - * obstruction (Horizons disponibles)
    - * réalité du site :
      - éclairages directs
      - proximité et azimut des centres urbains
    - * conditions d'observation :
      - HEURE
      - Direction de visée

LA DIFFUSION DE LA LUMIERE
- INITIATION -

MICHEL BONAVITACOLA / CPCN

INTRODUCTION

La nuit, le ciel est sombre. Le jour, le ciel est bleu. Pourquoi ?
Depuis des milliers d'années, l'être humain est devant un mystère. Il se doutait que la raison en était la lumière du soleil. Mais sous quelle forme ?
La lumière du soleil est blanche or le ciel est bleu. Lord Rayleigh émet une idée de génie mais ne la démontre pas. Nous baignons dans une atmosphère et sous l'action de la lumière solaire, chaque partie (molécule) de l'atmosphère réagit comme un oscillateur et réémet une lumière dont l'intensité est de la forme $1/4\lambda$ (λ étant la longueur d'onde), et de même fréquence que l'onde incidente.

La lumière blanche est ainsi composée de toutes les couleurs de l'arc en ciel, rouge, vert ... jusqu'au bleu, violet. Le rouge pénétre mieux dans l'atmosphère alors que le bleu est diffusé dans toutes les directions. La couleur rouge correspond aux ondes longues alors que le bleu est émis sur de courtes longueurs d'ondes.
La preuve, le coucher du soleil est à dominante rouge : à quoi cela est-il dû ?
Le bleu a disparu. Où ? Réponse : par diffusion dans l'atmosphère ; c'est génial et simple.

L'histoire de l'explication du bleu du ciel est passionnante ; elle nous conduit très loin, par exemple la détermination pour les spécialistes du nombre d'avogardo (1) ; les plus grands noms s'y sont intéressés jusque tout récemment Friedmann et Albert Einstein. Elle cache en son sein la structure des intéractions entre la matière et la lumière.

Aujourd'hui nous nous intéressons à un aspect plus restreint qui est la diffusion de la lumière par l'atmosphère.

Nous allons étudier deux types d'atmosphères : la première est l'atmosphère sèche et non polluée, sans particule grasse ni vapeur d'eau. Ce type d'atmosphère correspond tout à fait aux études menées par Rayleigh.
Le deuxième type est l'atmosphère contenant de l'humidité en quantité non négligeable ou des particules en suspension (milieu troublé). Et là, tout est différent.
L'atmosphère urbaine est un milieu extrêmement complexe et variable d'une heure à l'autre surtout à basse altitude (<1000 m). Cette présentation n'a pour but que de vous résumer le problème afin que certains de nous s'intéressent à ce filtre qu'est l'atmosphère, et maîtrisent mieux ce paramètre.

Nous ne voulons pas développer ici les éléments de la théorie de la diffusion mais vous faire sentir l'aspect physique du phénomène.

1) La diffusion moléculaire (dite de Rayleigh)

L'atmosphère en première approximation est homogène, isotrope et, même si elle est troublée, ne contient que des molécules petites en taille par rapport à la longueur incidente ($d<0,2\lambda$). C'est une condition observée notamment dans les sites d'altitude (3000 m). On peut d'ailleurs noter la nuance suivante (A. Einstein) : tout milieu, lorsqu'il est regardé de très près, contient naturellement des fluctuations de densité dues notamment à l'agitation moléculaire (dit mouvement Brownien).

De fait, tout milieu, même pur optiquement, diffuse.

(1) nombre d'avogardo : nombre de molécules renfermées dans une molécule-gramme

Un rayonnement monochromatique d'intensité I traversant un milieu de longueur d'onde dl subit une extinction de la forme :

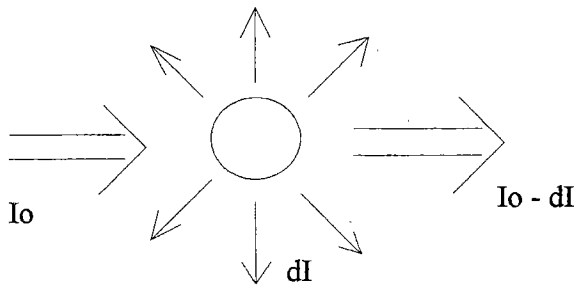
$$dI = -x\,Idl$$

dI = variation de l'intensité
x = coefficient d'extinction par unité de volume

Le plus souvent, ce coefficient est une fonction simple de la densité locale. Globalement, on peut en déduire que l'absorption est fonction de la masse d'air traversée.
(loi de Beer) $\text{Log}\frac{I}{Io} = -kM$

En cela, le rayonnement n'est pas seulement monochromatique et cette loi reste valable pour un étroit domaine spectral et notamment l'extinction par la diffusion de l'atmosphère (si toutefois l'on ne va pas trop vers les courtes longueurs d'ondes).
Il serait trop long de dissocier ici les différents types d'extinctions (variation en fonction de la distance zénithale, absorption suivant la longueur d'onde...). Concentrons-nous uniquement sur la diffusion du rayonnement visible par les molécules d'air.

Il est un fait que la diffusion s'applique à toutes les longueurs d'ondes. Si nous observons un rayon arrivant sur une molécule, celui-ci est diffusé dans toutes les directions :



Le coefficient d'extinction (par l'utilisation des logarithmes Népériens) peut se traduire par :

$$x = \frac{32\,\pi^3\,(n-1)^2}{3\,N\,\lambda\,4}$$

(relation (1))

avec : N = nombre de molécules par unité de volume
λ = longueur d'onde incidente
n = indice de réfraction du milieu

Dans une zone éclairée par une lumière incidente, la source se comporte elle-même comme émétrice d'une radiation de même fréquence mais d'intensité très faible. La répartition selon les fréquences (ou longueur d'ondes λ) est la suivante :
Exemple au sol , conditions standards (N = 2.705 x 10^{19} par m3)

λ en μ	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	1,0	2,0
x (10 E-7/cm)	14,8	4,36	1,75	0,83	0,446	0,106	0,0066

Le bleu se situe aux alentours de 0,4 μ
Le rouge aux alentours de 0,6 μ
Donc, le bleu est 5 fois plus diffusé que le rouge.

On voit ici que la colorimétrie initiale n'est pas respectée.
Notre raisonnement, avec les flux lumineux diffusés procède de la même démarche.
Si l'on s'intéresse au flux résultant après passage d'un flux incident au travers d'une couche atmosphérique d'épaisseur z, un flux φo incident, il se décrit alors sous forme exponentielle décroissante :

$$\phi = \phi_o e^{-xz}$$

On peut ainsi estimer φ connaissant φo

Remarque : en fait si l'on veut être plus précis, il faut tenir compte des positions spatiales des différents protagonistes.
Si Θ désigne l'angle du rayon diffusé par rapport au rayon incident (voir planche) la répartition de l'intensité se fait sous la forme 1 + $\cos^2$ Θ (pour la loi de Rayleigh).
A noter que cette fonction est maximale pour Θ = o , minimale pour 90°
Θ = o est un phénomène de halo autour de la lune et du soleil par temps de brume.

2) diffusion par une atmosphère contenant des particules de dimensions non négligeables par rapport à la longueur d'onde

Le phénomène est ici plus complexe pour les sites de basse altitude et surtout là où l' atmosphère est de type urbaine. La composition de l'atmosphère est variable dans le temps (voire aléatoirement variable) et les paramètres physiques ne varient plus.
L'extinction observée est très supérieure à celle prévue par la loi de Rayleigh. La diffusion est maintenant due aux particules et non plus aux molécules.

Nous distinguerons deux catégories d'atmosphères :
Les atmosphères du type rural chargées en vapeur d'eau mais pures et les atmosphères urbaines plus aléatoires et chargées en vapeur d'eau, de composés complexes (pollutions) variables non seulement dans le temps mais localement (voir l'initiation à la climatologie urbaine).

D'une manière générale, la diffusion dépend toujours du nombre de particules par unité de volume, de leur dimension, de leur indice de réfraction, mais aussi en plus de leur forme. Le problème est simplifié avec des particules de formes sphériques (théorie de Mie). En fait, ces particules sont mal connues, variables et aléatoires.

Globalement, ce qui est admis est la loi de diffusion avec un coefficient d'extinction en $1/\lambda$. Contrairement à la diffusion moléculaire (en $1/\lambda 4$), la répartition colorimétrique est relativement bien respectée. Exemple : la lumière blanche du soleil éclairant un nuage ; ici la lumière est diffusée par les particules du nuage ; ainsi, il nous apparaît alors de couleur blanche. Par contre, si la densité du nuage augmente (ex : nuages d'orage), le nuage devient opaque, car des particules tenues diffractent le faisceau incident, le réfléchissent, le réfractent et "le diffusent". L'enchaînement de tous ces processus crée un véritable écran. Plus rien ne passe. Le nuage est alors très obscur, de couleur ardoise (presque noir). Toutefois, le cas qui nous intéresse est celui d'un ciel dégagé comportant malgré tout une humidité non négligeable et par là-même une atmosphère polluée.

Pour être plus précis, le coefficient d'extinction ($3N\lambda 4$), relation (1), lorsque la dimension de la particule d'eau est de l'ordre de grandeur λ fait intervenir la forme de la particule, son nombre par unité de volume, son orientation par rapport à l'observateur et au faisceau incident et surtout le rapport $\alpha = R/\lambda$ rayon de la particule à la longueur d'onde. Pour les particules sphériques transparentes et pour une dimension importante $\alpha > 5$ les équations se simplifient. Les particules deviennent des dioptres (1) sphériques auxquelles on peut appliquer les lois de l'optique géométrique.

Exemple : pour un nuage, R équivaut environ à 5 µ.

Il faut ajouter à ce phénomène la diffraction causée par les bords de chaque goutte ; ici le contour fonctionne comme celui d'un écran opaque.

En première approximation, pour vous donner un ordre de grandeur, le flux occulté par chaque goutte est de forme suivante :

$$\phi = 2E\pi R^2$$

E = éclairement incident au niveau de la goutte.

Le coefficient d'absorption a pour expression : $K = 2\,n\,\pi R^2$

où n = nombre de gouttelettes par cm3.

Ici pas de relation avec la longueur d'onde.

Autre exemple : si l'on prend 300 gouttes par cm3 et R = 5 µ, on obtient une absorption 1000 fois plus importante que la diffusion moléculaire ($k = 4.7 \times 10^{-4}$)

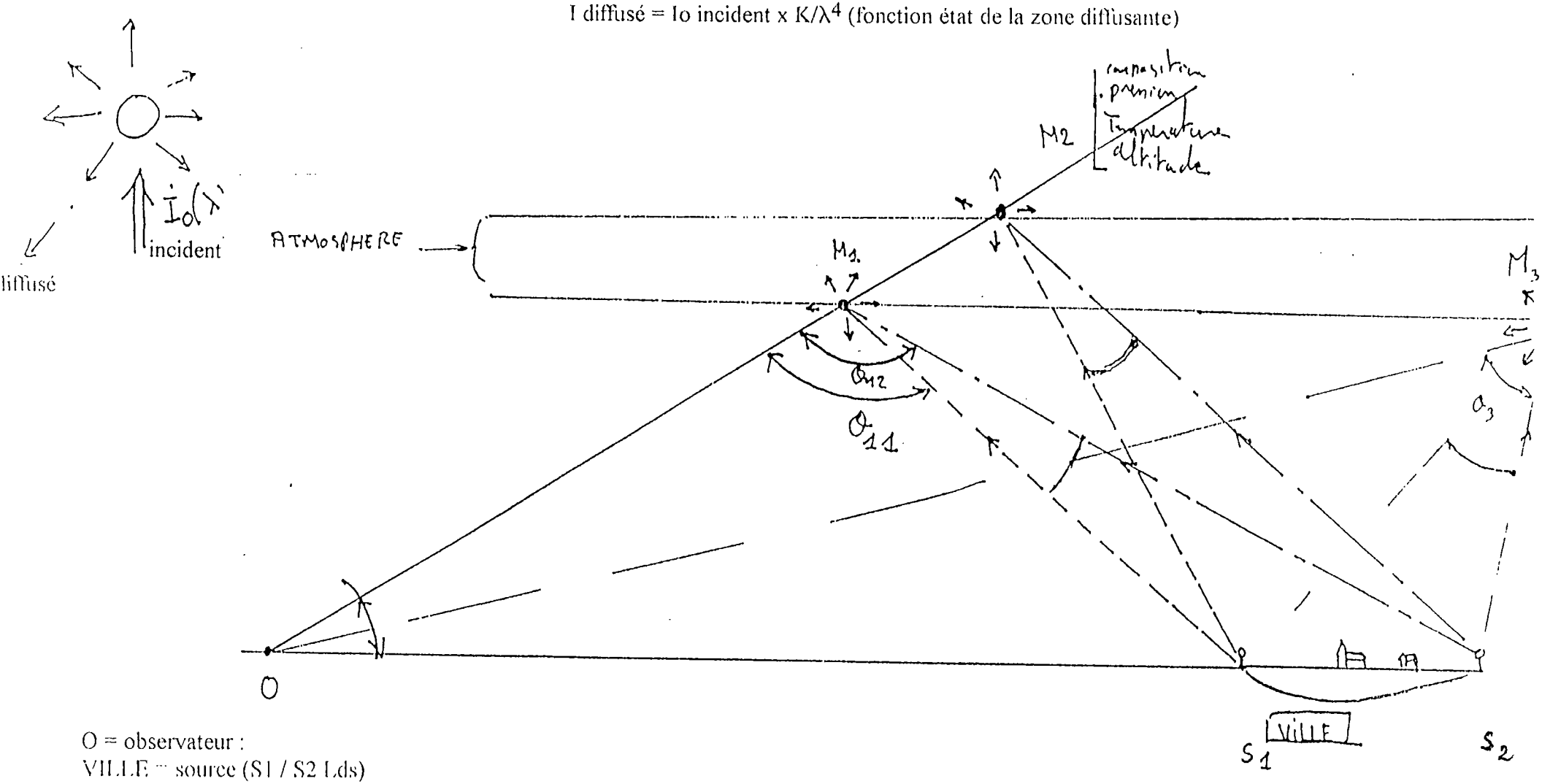
Avec des particules de 10 µ on obtient une absorption 4 fois plus importante.

Notez que le seul moyen d'augmenter la transparence serait d'augmenter la longueur d'onde. Moyen bien connu dans l'aviation où pour localiser la piste malgré la brume, l'on utilise des longueurs d'onde telles que $\lambda > 5d$.

(1) dioptre : cf glossaire

DIFFUSION D'UN ECLAIRAGE PAR L'ATMOSPHERE

I diffusé = Io incident x K/λ^4 (fonction état de la zone diffusante)



O = observateur :
VILLE = source (S1 / S2 Lds)

pour une longueur d'onde λ

M1 est éclairé par la ville ==> la zone du point M1 rayonne vers O ==> Io 11 = Io1 x $1/\lambda^4$ x fct (état de l'atmosphère en M1)
M2 est éclairé par la ville ==> la zone du point M2 rayonne vers O ==> Io 12 = Io2 x $1/\lambda^4$ x fct (état de l'atmosphère en M2)
M3 est éclairé par la ville ==> la zone du point M3 rayonne vers O ==> Io3 = Io3 x $1/\lambda^4$ x fct (état de l'atmosphère en M3)

NOTIONS DE CLIMATOLOGIE URBAINE

MICHEL BONAVITACOLA / CPCN

---

1 - Modification des paramètres physiques de l'atmosphère en milieu urbain

2 - Composition de l'atmosphère urbaine

3 - Température de l'air

4 - Humidité de l'air

5 - Albédo (bilan radiatif)

6 - Emission lumineuse des centres urbains (bilan global)

7 - Poussières et aérosols

AVANT PROPOS

Pourquoi parler de la climatologie urbaine au sein de ce congrès ? La plupart des personnes qui scrutent le ciel sont des citadins. Les modèles classiques d'atmosphère développés notamment par la NASA (en 1962), documents que tous les scientifiques connaissent bien, sont des atmosphères dites "moyennes". Cela signifie relevées en grande partie hors des villes. Or nous nous situons en ville et dans ce cas le résultat est sensiblement différent.

La deuxième raison est que si l'on veut comprendre et utiliser correctement "son" ciel, le mieux est de tenter de comprendre ses fondements. En clair, pourquoi certains préfèrent-ils observer tôt le matin plutôt que le soir ? Y-a-t-il une raison à cela ? Le ciel est-il vraiment meilleur ? Ne serait-il pas plus utile de trouver des recettes simples et compréhensives pour tout le monde. Surtout en ce qui concerne les citadins que nous sommes.

De plus, si l'on complète cette étude avec des relevés de consommation d'électricité et un modèle même sommaire de diffusion de la lumière je suis convaincu que l'on peut trouver un ensemble de solutions touchant tout le monde. Il me paraît important que nous développions ce genre de démarches car la tendance (et je le déplore) en est à "l'univers concentrationnaire" avec une dégradation rapide de notre filtre naturel : l'atmosphère.

1) Modification des paramètres physiques de l'atmosphère en milieu urbain

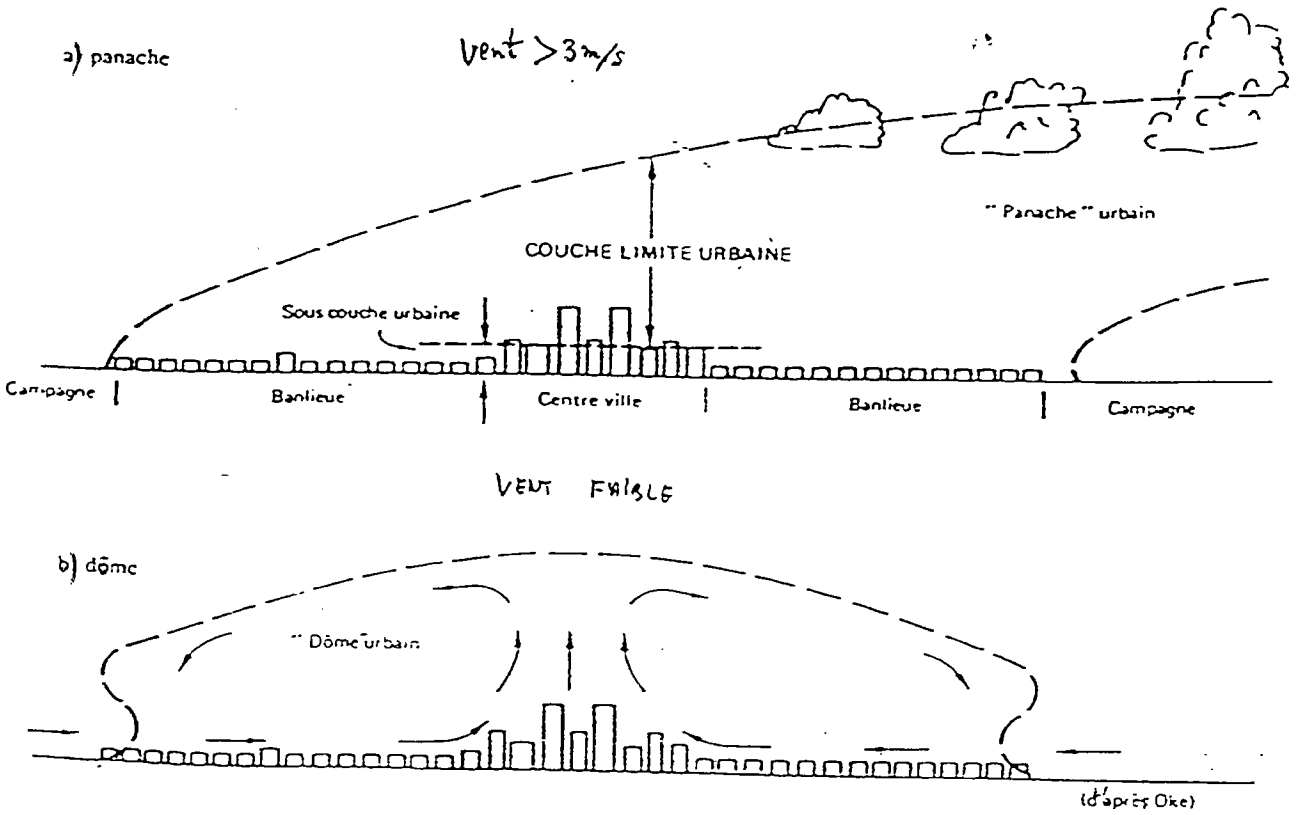
La basse atmosphère (< 1000 m) se décompose naturellement en deux parties.

- Un flux général dépendant de conditions uniquement génératrices (pression, température, bilan radiatif, humidité) quasiment indépendant du sol.

- Très près du sol, ce flux est influencé par les conditions limites que représente la surface du sol.

Dans le premier cas, les vitesses des vents sont cohérentes : le flux est globalement laminaire, c'est-à-dire qu'entre deux points proches, les vecteurs vitesse sont approximativement parallèles. Là, tout est clair (si l'on peut dire). Ce sont les modèles classiques météorologiques développés pour du court et moyen terme.

Plus subtile est la couche limite qui se développe près des obstacles (villes, reliefs etc). C'est tout autre chose ! Cela est beaucoup plus complexe. Un grand nombre de paramètres entrent en ligne de compte. A tel point que seules des maquettes en soufflerie permettront de s'y retrouver. Un exemple simple est possible avec les figures suivantes : suivant la vitesse du vent, du type d'obstacles, des conditions génératrices de l'atmosphère, il peut se produire, comme pour les fumées d'usine, un panache (vent > 3 m/s) ou par vent plus faible, un dôme dans lequel l'air de la ville est emprisonné (chauffé par le sol, l'air se refroidit, devient plus "lourd" et par là-même retombe et recircule).



Formes caractéristiques de la couche limite urbaine

On mesure facilement les conséquences de ces dômes notamment sur la pollution de l'air, et par là même sur la diffusion nocturne de l'atmosphère. La modification de la couche limite a lieu d'un point de vue dynamique et thermique.
Ces paramètres aggravés par le béton des constructions, la combustion des gaz, le bitume de la voirie, tout ceci crée des distorsions locales dans le bilan radiatif global et engendre des gradients de température et de pressions non négligeables.

Un autre facteur s'y ajoute : l'imperméabilité du sol en milieu urbain apporte un peu d'entropie au système (comme si cela ne suffisait pas). Le bilan radiatif et hydrographique d'un ensemble urbain est très complexe.

Je vous sens fébrile. Pas de panique ; un peu de méthode et vous verrez que dans un moment cela ira beaucoup mieux.

2) Composition de l'atmosphère en milieu urbain

Que ce soit en ville ou à la campagne, la composition de base est la même.

En volume, on relève environ :

Air sec : 78,08% azote
20,95% oxygène
0,93 % argon
0, 01% autres gaz

Il existe un élément variable : la vapeur d'eau qui oscille en gros de 0,1% à 0,5%.

Pourtant cette composition peut être notamment modifiée en milieu urbain et plus particulièrement dans les grandes agglomérations.
En ce cas, lorsque la densité de population augmente, l'activité perturbe la composition de l'air notamment au niveau des transports, des zones industrielles, des chauffages urbains...
La pollution augmente fortement et peut atteindre des valeurs dangereuses pour la santé des individus. Ceci peut être accentué par les climats saisonniers, les conditions climatiques locales, la nature et la configuration du terrain.

La modification se traduit, et, cela n'a rien d'étonnant , par une augmentation des particules en suspension dans l'air et pour nous, astronomes, un changement de nature potentielle de la diffusion de l'éclairage urbain vers de la réflexion (voire même un mélange des deux phénomènes).
Toute tentative de modélisation devient inextricable (mais pas forcément impossible).

A titre d'exemple, voici pour vous fixer les idées, un tableau résumant le problème :

composants	atmosphère pure	atmosphère polluée
particules solides	0.01 à 0.02 mg/m3	0.07 à 0.7 mg/m3
SO2	0.001 à 0.01 ppm	0.02 à 2 ppm
CO2	310 à 330 ppm	350 à 700 ppm
CO	< 1 ppm	5 à 200 ppm
NO, NO2	0.001 à 0.01 ppm	0.01 à 0.1 ppm

ppm = parties pour millions
SO_2, CO_2, CO, NO et NO_2 sont respectivement des oxydes simples ou multiples de soufre (S), de carbone (C) et d'azote (N).

A titre d'exemple, les valeurs trouvées pour Paris sont en moyenne (d'après J. Dettwiller - 1970) :

Poussières 10 000 à 15 000 tonnes retombent sur le sol par année.

Fumées 130 - 160 µg/m3 en saison froide (octobre-avril)
55 µg/m3 en saison chaude (mai-septembre)

SO_2 220 µg/m3 en saison froide
50µg/m3 en saison chaude

CO_2 380 ppm en saison froide
340 ppm en saison chaude

Ces quantités varient avec la taille des villes. Voici, toujours à titre d'exemple les valeurs des rapports entre les quantites mesurées dans des villes américaines (1969-1970) et celles mesurées sur un site non pollué (d'après T.J.Chandler - 1976).

taille des villes	particules solides	SO2	NO2
site non pollué	1	1	1
25 000 hab	3.5	1.5	2
100 000 hab	3.8	2.5	3.5
400 000 hab	4.0	2.8	4.0
1 000 000 hab	5.5	7.0	5.0

En effet pour compléter cette description des modifications de l'atmosphère urbaine, il faut noter l'augmentation très importante du nombre de bactéries par rapport à un site non pollué ; ainsi par exemple, on a :

Pointe du raz	jusqu'à	8 bactéries / m3
Parc Montsouris	jusqu'à	800 bactéries / m3
Place de la Concorde	jusqu'à	90 000 bactéries / m3

Ces chiffres varient avec la saison et avec l'heure.

Conclusion : une situation relativement complexe qui s'aggrave avec la taille de la ville.

Rappelons que l'influence des poussières et aérosols sur la luminosité du fond du ciel et sur sa réponse spectrale est loin d'être négligeable.
Les poussières renvoient globalement tout le spectre, c'est-à-dire toutes les longueurs d'ondes émises par l'éclairage urbain. Il nous est difficile de filtrer le fond de ciel de manière sélective.

D'autre part, le rapport de l'Académie des Sciences fixe un ordre de grandeur pour la perte de luminosité du fond du ciel (I). Plus la dimension (d) des particules et aérosols est importante, plus le ciel est dégradé. A titre indicatif, une étude effectuée au CERGA fixe l'ordre de grandeur :

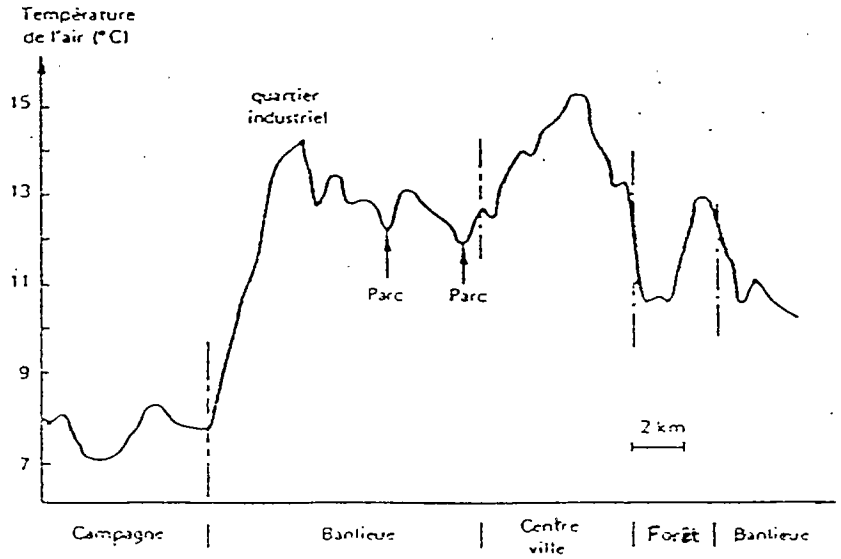
$$\log I = 0{,}8\, d - 0{,}2$$

3) La température de l'air (ilôt de chaleur des villes)

C'est un phénomène que vous connaissez tous. En hiver, par exemple, il est indispensable de dégivrer les pare-brises alors qu'en ville ce problème est atténué. La température est de loin le paramètre le plus influencé par le phénomène concentrationnaire.
On parle ici "d'ilôt de chaleur urbain".
Il fait plus chaud en centre ville que dans la campagne environnante.

Cet ilôt de chaleur se fait non seulement sentir au sol mais également en altitude dans la couche limite urbaine. En effet, en raison de la convection thermique et dynamique causée par la ville, on constate une diminution importante de l'intensité et de la fréquence des inversions en zone urbaine par rapport à la campagne environnante : il se constitue au-dessus de la ville une couche de mélange où la stabilité tend à être de type adiabatique (1).
La hauteur de cette couche de mélange va varier en fonction des conditions atmosphériques (importance de l'écoulement régional, couverture nuageuse, gradient vertical de température de la campagne environnante) et de la période de la journée. Ainsi par exemple, par ciel clair et en l'absence d'un écoulement local important, l'épaisseur de cette couche sera de 300 m environ la nuit et augmentera très rapidement en début d'après-midi pour atteindre 1 500 m et parfois plus. L'extension horizontale de cette couche de mélange peut présenter les deux structures caractéristiques que nous avons indiquées.

L'étendue, la forme et l'intensité de l'ilôt de chaleur vont varier en fonction des caractéristiques du site, de la zone urbaine considérée et des conditions météorologiques.



Variation de la température de l'air au niveau du sol à Vancouver en septembre 1973 par vent faible et ciel dégagé (d'après Oke - 1975).

(1) adiabatique : cf glossaire

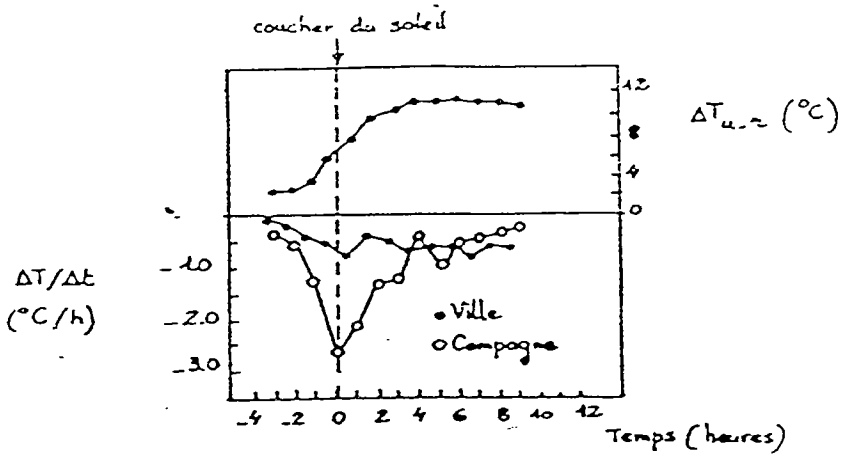
Localement il y a variations des paramètres atmosphériques. A titre d'exemple, on peut établir une carte de ce phénomène (voir ci-dessous).
Le phénomène devient très complexe car la couche d'air du dessus varie non pas dans un plan mais en volume. En clair, il faudrait réaliser ce type d'étude au sol, mais également à différentes altitudes, au-dessus des points considérés. Ceci est parfaitement réalisable, ne serait-ce que pour recouper les modèles.

Pour s'amuser, l'on peut aussi faire varier le temps. A titre indicatif, voici un exemple représentatif de ce qui se produit :

- le premier graphique, celui du bas montre la variation du taux de refroidissement ; celui-ci est de manière générale plus important à la campagne. Ce résultat vous pouvez l'obtenir avec un simple thermomètre et cela au coucher du soleil, ou surtout en début de nuit.
Il serait d'ailleurs extrêment intéressant si certains d'entre vous pouvaient effectuer ce type de mesures.

On remarque que la chute de température au cours de la nuit est du même ordre de grandeur en ville et à la campagne ; l'écart est surtout important juste avant et après le coucher du soleil.
Ceci n'a rien d'étonnant lorsque l'on considère intuitivement le bilan énergétique global. Le béton, les apports d'énergies calorifiques des villes jouent en cela un rôle de régulateurs thermiques.

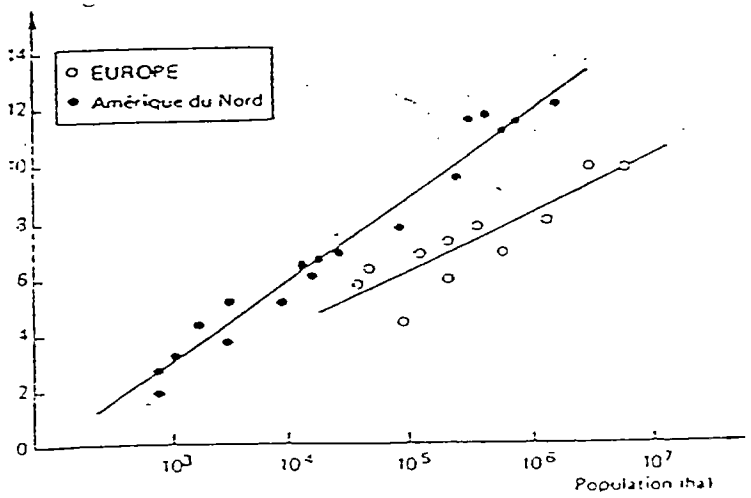
U = urbain
R = rural



Taux de refroidissement de l'air ΔT/Δt (en °C/h) et intensité de l'ilôt de chaleur urbain ΔT u-r (°C) à Montréal (d'après Oke - 1978).

Oke (1973) a également montré que l'écart maximum de température entre la ville et la campagne était proportionnel au logarithme de la population ϕ . Ce résultat est présenté ci-après :

ΔT (max) u-r en °C



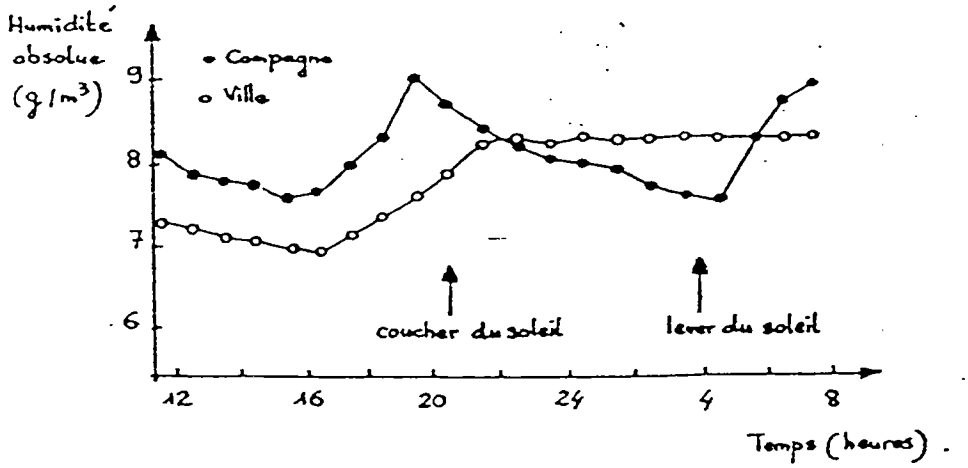
Relation entre l'intensité maximale de l'ilôt de chaleur et la population (d'après Oke - 1973).

Sur cette figure on constate un comportement différent des villes nord-américaines et des villes européennes qui est très certainement dû à la différence de structure de ces villes : les villes américaines ont un noyau très dense de bâtiments très élevés et une zone bâtie très étendue ce qui, pour une même population, provoque un écart de température ΔT u-r plus élevé. On remarque également sur cette figure que même pour des petites villes de 1 000 habitants il peut y avoir un effet d'ilôt de chaleur.

4) Humidité de l'air

Contrairement à la température, l'effet d'une zone urbaine sur l'humidité atmosphérique est plus difficile à préciser. Les écarts obtenus avec ce qui est mesuré dans la campagne environnante sont souvent faibles. On peut cependant, à partir d'études expérimentales, noter quelques traits caratéristiques du comportement de l'humidité en zone urbaine.

En général, l'air des villes est souvent plus sec le jour et un peu plus humide la nuit : ce phénomène apparaît plus nettement en été, par beau temps. La figure ci-dessous illustre cette variation diurne de l'humidité absolue en zone urbaine.

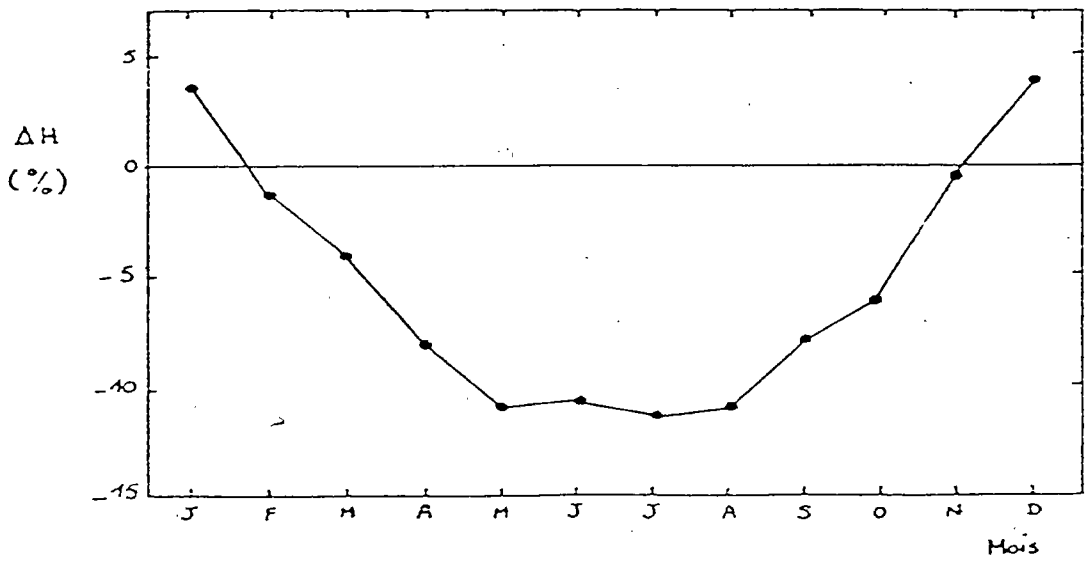


Variation diurne de l'humidité absolue entre une zone urbaine et une zone rurale en été (d'après Hage - 1975).

L'excès d'humidité nocturne se traduit par un "ilôt d'humidité", comparable à "l'ilôt de chaleur" ; comme pour celui-ci, la structure de l'ilôt d'humidité dépend étroitement de la structure de la zone urbaine, de la même façon son intensité diminue avec l'augmentation de la vitesse du vent.

En hiver par contre, l'air des villes est souvent plus humide que celui de la campagne environnante ; cela peut être dû à la diminution du pouvoir évapotranspirant de la campagne (sol gelé, absence de végétation) et à une augmentation du taux de vapeur en ville due aux processus de combustion.

L'humidité relative qui est fonction de la température et de la pression ambiante de l'air est en moyenne inférieure en ville à l'humidité relative enregistrée en rase campagne (sauf en hiver) ; cette différence peut atteindre 20 à 30% (Chandler - 1976) en valeur extrême et en moyenne pour les mois d'été 10% (Hage - 1975). Un exemple de variation annuelle de l'humidité relative est donné à la figure ci-après (données nocturnes).



$\Delta H = Hu - Hr$

Variation annuelle de la différence d'humidité relative la nuit entre une zone urbaine et une zone rurale (d'après Hage - 1975).

Peu d'informations existent sur la variation de l'humidité au-dessus de la sous-couche turbulente (dans la couche limite urbaine). Il semble que les variations observées suivent celles de la sous-couche turbulente jusqu'à une hauteur de 1 km .

La définition de l'humidité relative figure en annexe de cet exposé.

6) Albédo (1) des surfaces réfléchissantes

La partie réfléchie du rayonnement de courte longueur d'onde en zone urbaine dépend à la fois de l'albédo des surfaces réfléchissantes et de leur disposition spatiale. On donne au tableau suivant les valeurs de l'albédo α (et de l'émissivité ε) pour différents matériaux rencontrés en zone urbaine.

NATURE	ALBEDO (α)	EMISSIVITE (ε)
Routes		
asphalte	0.05-0.20	0.95
Murs		
Béton	0.10-0.35	0.71-.0.90
Brique	0.20-0.40	0.90-0.92
Pierre	0.20-0.35	0.85-0.95
Bois		0.90
Toits		
Goudron et gravier	0.08-0.18	0.92
Tuiles	0.10-.035	0.90
Ardoises	0.10	0.90
Chaume	0.15-0.20	
Tôle ondulée	0.10-0.16	0.13-0.28
Fenêtres		
Verre		
hauteur du soleil inférieure à 40°	0.08	0.87-0.94
hauteur du soleil variant de 40 à 80°	0.09-0.52	0.87-0.92
Peintures		
Blanc	0.50-0.90	0.85-0.95
Rouge, brun, vert	0.20-0.35	0.85-0.95
Noir	0.02-0.15	0.90-0.98

Ces valeurs d'albédo sont en général inférieures à celles obtenues pour les surfaces rencontrées en zone rurale : l'albédo est également diminué par le phénomène à rayonnements que constituent les rues, les cours d'une ville.

7) Conclusion

Les astronomes doivent s'intéresser aux sources mais également aux filtres et miroirs que constituent notre atmosphère.

(1) : albédo : cf glossaire

Ceci de façon à mieux comprendre ce qui se produit et à optimiser les qualités d'observation lors du minimum minimorum de la dégradation d'un site.

Nous sommes au début de cette analyse. Beaucoup de travaux ont été réalisés aux Etats-Unis. Je suis persuadé qu'une bonne partie en a été effectuée en France. Mais où et par qui ? De toutes façons, nos observatoires amateurs doivent étudier ce phénomène.

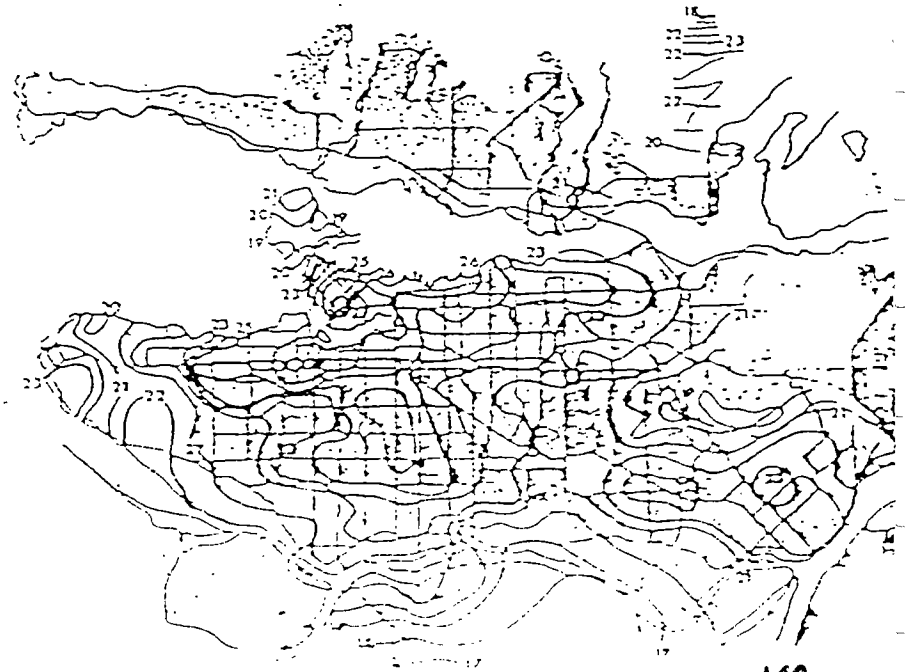
Autre pièce manquante du puzzle : la courbe de consommation électrique de l'éclairage urbain - fonction du temps - ceci donnerait un des éléments pour apprécier la variation de luminosité du fond de ciel en fonction du temps.

En l'absence de tout représentant EDF, je ne peux la réclamer (cette fonction étant variable, je l'imagine suivant l'agglomération).

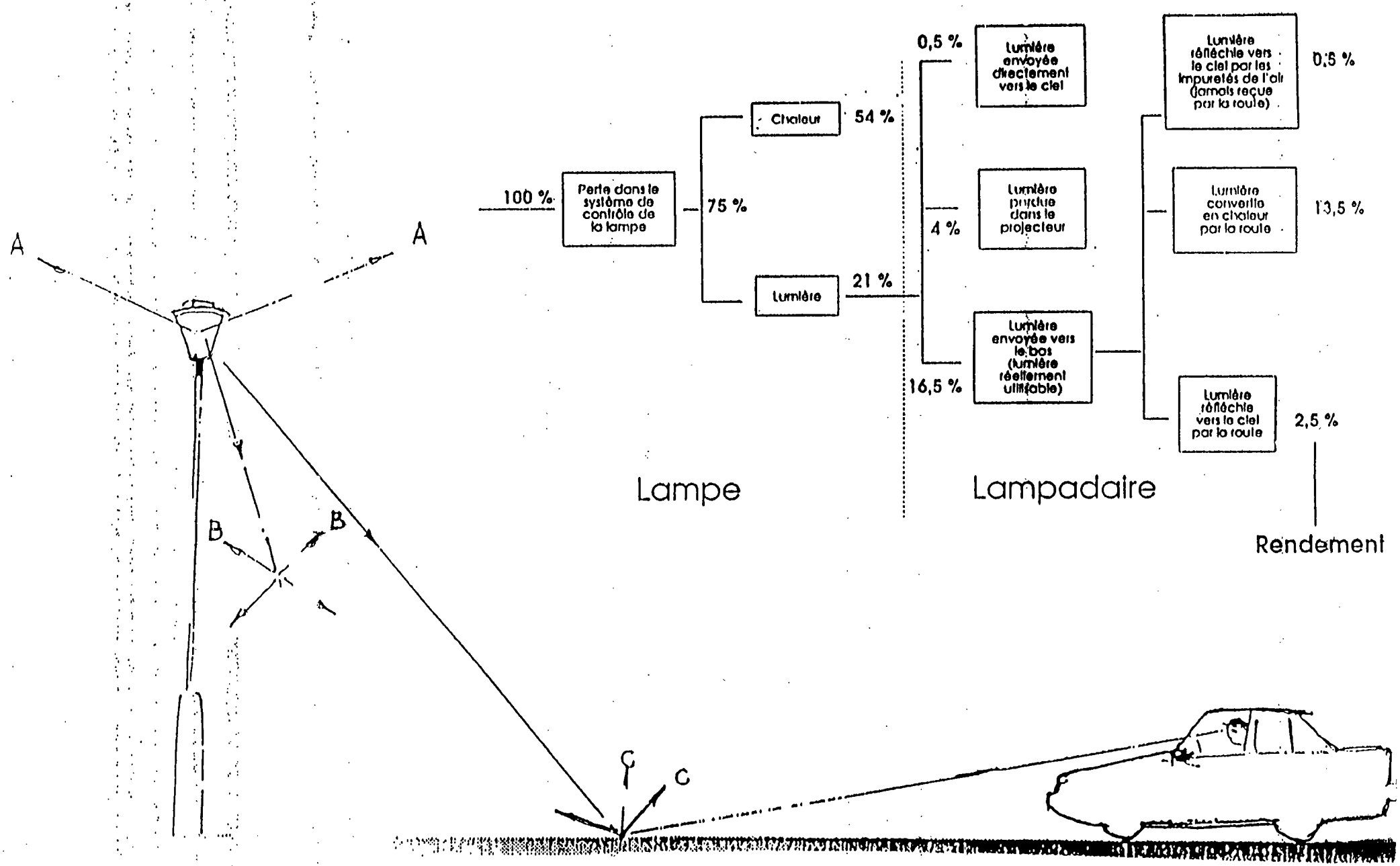
Nota : L'Agence Française de l'Eclairage possède des données valables sur ce sujet. Elle se propose de nous les fournir. Merci ,car pour nous c'est formidable !

Messieurs, je vous remercie de votre attention.

Ilot de chaleur urbain à Londres en 1959.
Température en °C et en °F entre parenthèse
(d'après Chandler 1976)



Ilot de chaleur urbain à
Vancouver en 1972
(d'après Oke 1978)



Lampadaires et rendement énergétique
(d'après Commission Internationale de l'Éclairage)

ANALYSE SPECTRALE : LES FILTRES

COMPLÉMENTS DE LA RÉDACTION À L'EXPOSÉ DE MONSIEUR LAMBOLEZ (SAP) MONSIEUR BONAVITACOLA / CPCN

Pour l'observation des objets étendus, le filtrage (1) est une parade offerte aux astronomes urbains. Suivant le type d'objets à observer, il doit être employé avec discernement. De fait et selon le cas, un filtre sera efficace ou pénalisant.
Pour cela, il faut remonter à la nature même de l'objet céleste, à son type de rayonnement et par voie de conséquence à sa colorimétrie.

Un exemple concret : on ne filtre pas une nébuleuse planétaire de la même manière qu'une galaxie spirale. Globalement, la couleur et la luminosité d'un objet sont données par la répartition des raies spectrales et le rapport des intensités de ces raies entre elles. Chaque objet est différent.

Intéressons-nous d'abord aux objets célestes, ensuite nous passerons en revue le rayonnement des éclairages publics.

(1) voir dans le glossaire un complément sur la spectrographie et la spectroscopie.

1) Raies d'émissions nébulaires :

λ (nm)	atome	élément	intensité relative dans les nébuleuses planétaires	nébuleuse ORION
ultra violet				
342,5	NeV	Néon	30	-
372,7	OII	Oxygène	30	100
386,9	NeIII	Néon	50	-
396,8	NeIII	Néon	25	20
bleue				
410,1	H I	Hydrogène	25	28
434,0 (Hα)	H I	Hydrogène	40	44
468,8	HeII	Hélium	40	-
486,1 (Hβ)	H I	Hydrogène	100	100
vert				
495,9	OIII	Oxygène	300	112
500,7	OIII	Oxygène	800	340
jaune				
587,6	HeI	Hélium	25	28
rouge				
630,0	OI	Oxygène	30	22
645,8	NII	Azote	70	15
656,3 (Hα)	HI	Hydrogène	400	300
658,4	NII	Azote	150	50

2) Spectres d'émission des galaxies

Une galaxie se compose d'un grand nombre d'étoiles. Son spectre est par conséquent proche d'une somme de plusieurs spectres s'étoiles.

Suivant les types de galaxies, le spectre d'ensemble est différent, notamment pour les galaxies spirales dont le centre est formé de vieilles étoiles rouges et dont les bras sont visibles grâce à des étoiles bleues, jeunes et massives qui la composent.

Voici une liste succincte des principales raies stellaires (fournie par Jean Faure de la SAF) :

Elément	Raie à :	Element	Raie à :
Ni	3524 A°	O+	4649 A°
Fe	3720	Fe	4668
Ca	3933 (raie H)	He+	4686
Ca	3968 (raie K)	Hβ	4861
Hε	3970	O II	4907
He	4026	O II	4925
Hδ	4102	O III	4959
He+	4200	O III	5007
Ca	4227	Na	5890
Hγ	4340	Na	5895
Fe	4384	Ca	6182
He	4472	Ca	6203
Ca	4555	Hα	6563
Ca	4593	Li	6708
N++	4640	K	7665

3) Eclairage urbain :

- *Lampe à incandescence* : spectre continu entre 500 et 600 nm environ.
- *Lampe fluorescente* : spectre continu entre 530 et 590 nm et raies variant selon le gaz, en général, raies à 435 nm et 550 nm.

- *Lampe à vapeur de mercure* : raies du mercure à 404,7 - 407,8 - 435,8 - 502, 5 - 546,1 - 577,0 - 579,0 - 615,2 - 623,4 nm.

- *Néon* : raies principales : 650,6 nm - 640,2 nm - 638,3 nm - 633,4 nm - 614,3 nm.

- *Lampe à vapeur de sodium* :
  - basse pression : 498 nm - 570 nm
  + raies principales formant un doublet à 589 et 589,6 nm.

  - haute pression : le spectre s'étale ; nous observons les mêmes raies que dans le sodium basse pression avec en plus une raie à 515 nm et un spectre continu entre 550 et 600 nm ainsi qu'un doublet en absorption.

Les filtres :

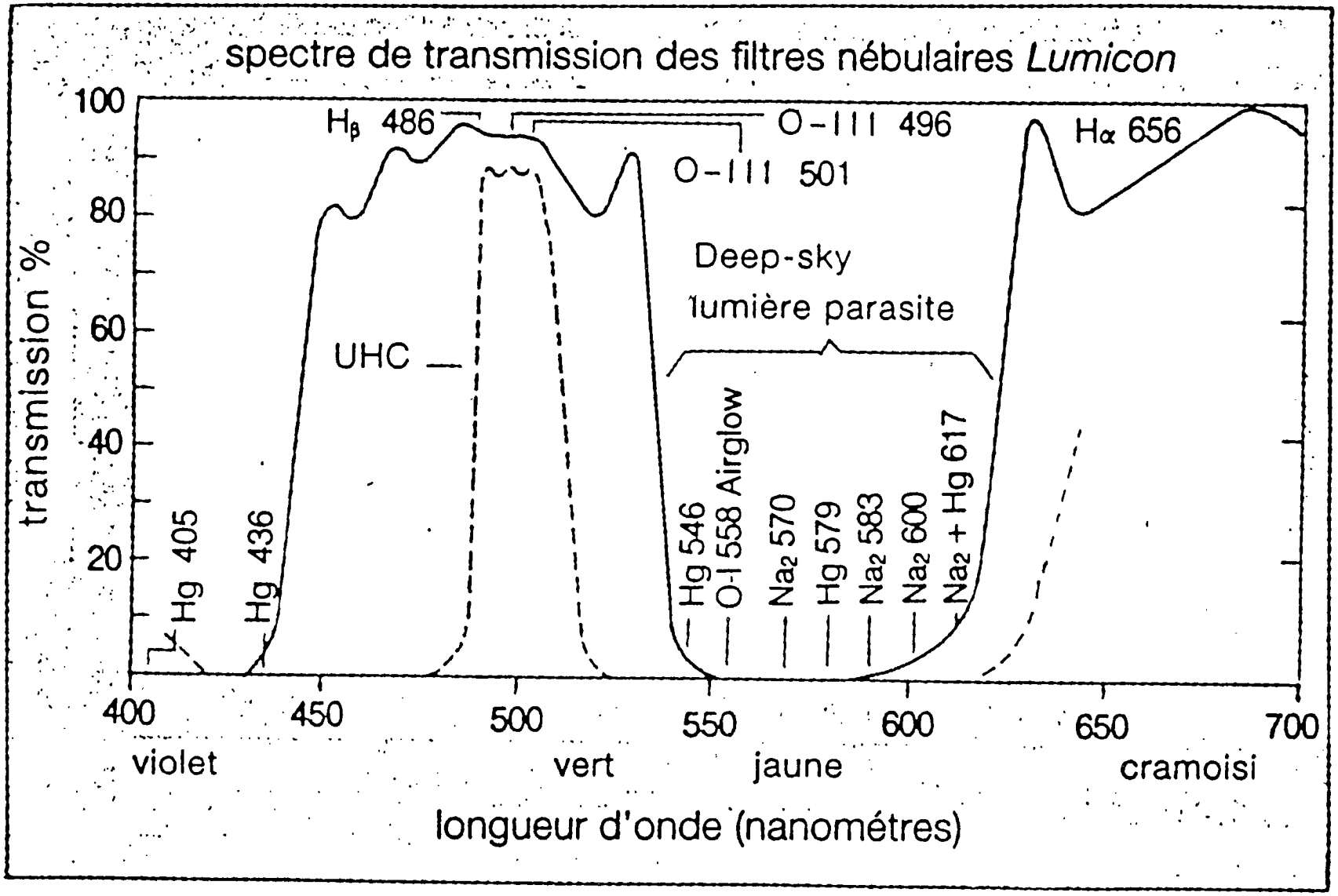
Les filtres sont conçus dans le but de supprimer les raies provenant des éclairages publics tout en respectant les raies issues des objets célestes. Ils opérent intrinséquement une absorption ; néanmoins ils réduisent les contrastes.

Il en existe de nombreux spécimens (Lumicon, O_3...) plus ou moins efficaces suivant le type d'objets observés.

Notre propos n'est pas de faire ici l'éloge de tel ou tel filtre. Laissons cela aux revues spécialisées.

La planche suivante démontre uniquement leur principe. Leur courbe d'absorption est modulée de façon à éliminer certaines raies néfastes.

Ci-dessous. Comme on peut le constater sur ce schéma, les filtres nébulaires laissent passer la radiation électromagnétique uniquement pour des fenêtres déterminées, celles dans lesquelles les nébuleuses émettent.



Les filtres.

Des filtres spéciaux dits "nébulaires" sont entrés depuis quelques années dans la panoplie de l'amateur. Ils restent d'utilisation marginale du fait d'un coût élevé, ce qui est dommage étant donné l'intérêt qu'ils présentent. Le terme "Filtre de rejet de pollution lumineuse" (Light Pollution Reject, LPR) fait croire que cet accessoire rend seulement les images moins exécrables sous un ciel pollué par les lumières urbaines. C'est occulter son utilisation, même et surtout par les nuits les plus pures, pour la détection visuelle ou photographique d'objets du ciel profond. Des nébuleuses réputées aussi faibles que la Rosette ont ainsi été vues à l'œil presque nu, c'est-à-dire sans autre accessoire qu'un filtre.

Le principe de ces filtres est d'augmenter le contraste des objets sur le fond du ciel en isolant les longueurs d'onde caractéristiques de leur spectre (voir tableau). C'est donc intéressant essentiellement pour les spectres en raies d'émission que présentent les nébuleuses diffuses et les nébuleuses planétaires, et parfois d'autres objets diffus comme les comètes et les galaxies.

Les nébuleuses par réflexion (spectre continu) peuvent être parfois mieux visibles à travers un filtre bleu (les poussières diffusant plus les courtes longueurs d'onde). Souvent proches d'une étoile brillante, leur observation est alors facilitée par un petit masque occulteur placé dans le plan focal de l'oculaire.

BANDE PASSANTE DE CERTAINS FILTRES NÉBULAIRES ET PUPILLE DE SORTIE LA PLUS SATISFAISANTE

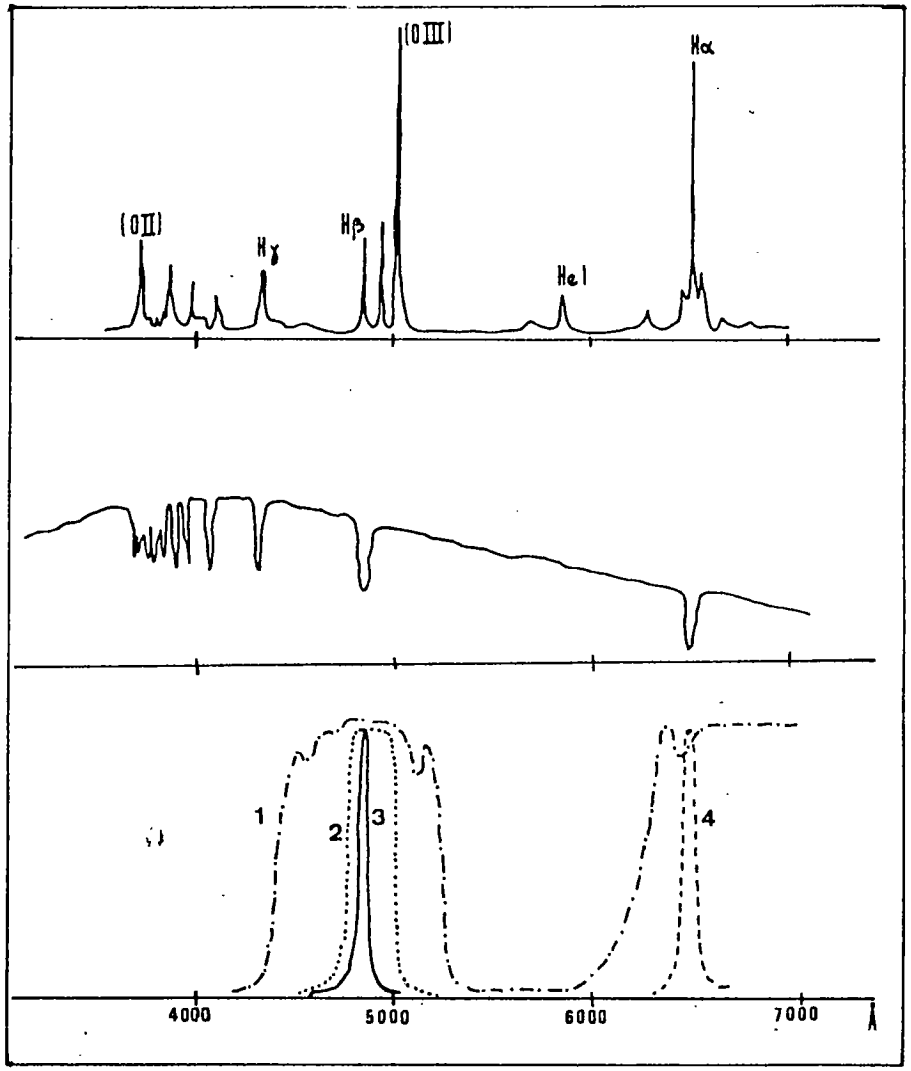
		Pupille de sortie conseillée	
filtre	bande	près de la ville	sous un ciel sombre
Deep-sky	90 nm	0,5 - 2 mm	1 - 4 mm
UHC	22-26 nm	1-4 mm	2 - 6 mm
O-III	10-12 nm	2-5 mm	3 - 7 mm
H	8-10 nm	3-7 mm	4 - 7 mm

Tableau des caractéristiques des filtres les plus courants.

Filtres	Bande passante approximative	Principales raies transmises	Utilisation Visuelle	Utilisation Photographique
Deep Sky	440 à 530 nm 640 à 700 nm	Hβ [O III] Hα	AS * G * ND ** NP **	G * ND **** N&B NP ** couleur
Ultra High Contrast	480 à 510 nm	Hβ [O III]	ND ** NP ****	ND ** N&B NP ***
H-Beta	480 à 490 nm	Hβ	ND ****	
H-Alpha Pass	656 à 657 nm	Hα		ND **** N&B

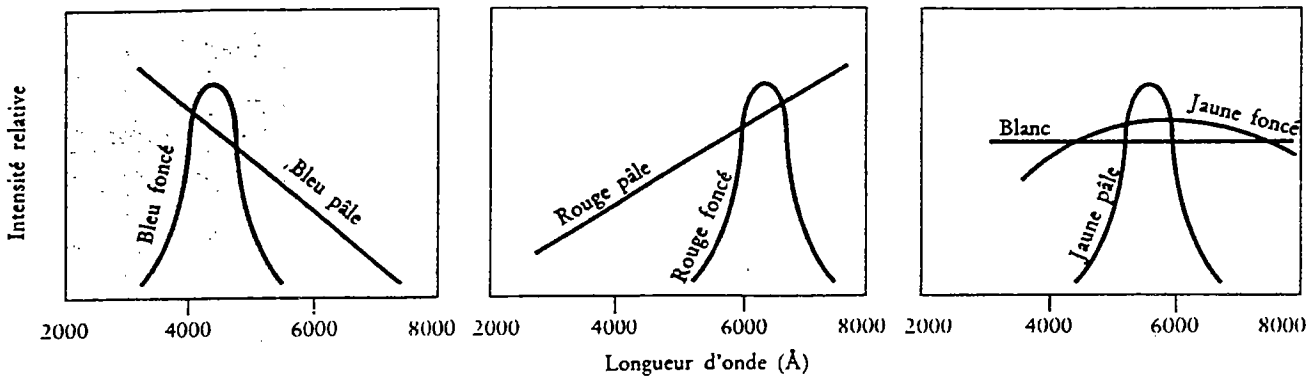
AS = amas stellaires
G = galaxies
ND = nébuleuses diffuses
NP = nébuleuses planétaires

* : légère amélioration
**** : amélioration considérable
N&B : film noir et blanc exclusivement.



Comparaison, en haut et au centre, entre un spectre de nébuleuse en raies d'émission et un spectre continu de nébuleuse par réflexion (spectre A).
Le schéma du bas compare les transmissions des filtres nébulaires étudiés dans le tableau ci-dessous, à savoir :
1 = filtre Deep Sky
2 = filtre Ultra High Contrast
3 = H-Beta
4 = H-Alpha Pass.

Extrait de la revue Pulsar



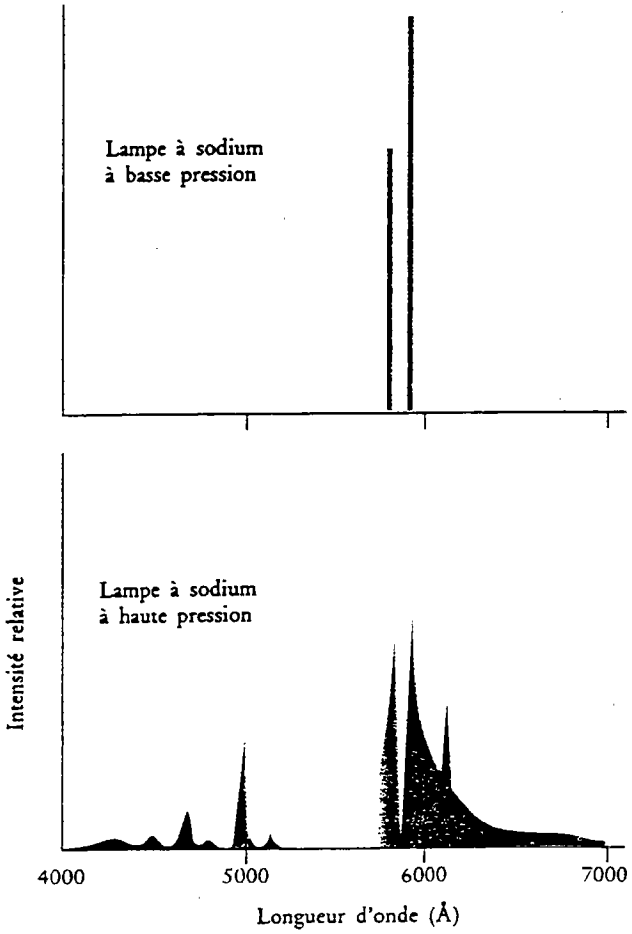
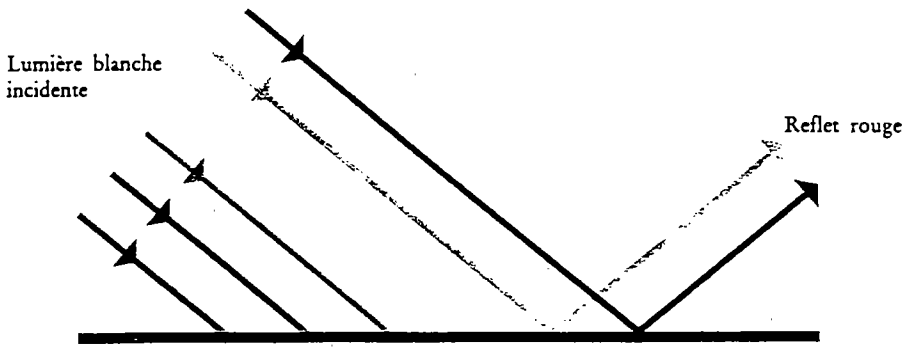


Fig. 4. (ci-dessus) *Les couleurs de spectres continus. Des parties isolées du spectre paraissent sous forme de couleurs saturées; mais des bandes plus larges de lumière sont plus pâles. Si l'intensité de la lumière dans le spectre augmente vers les longueurs d'onde les plus longues, il paraîtra rouge pâle, si elle augmente vers les ondes les plus courtes, il paraîtra bleu pâle. Un spectre plat, doté d'une répartition uniforme de la lumière, paraît blanc.*

Fig. 5. (à gauche) *Spectres d'une lampe au Sodium. Le spectre d'une lampe à basse pression est essentiellement constitué d'une paire de raies situées à 5890 et 5896 Å, de couleur orange. Lorsque la pression dans la lampe est plus élevée, les deux raies s'élargissent de part et d'autre. La couleur orange pâlit et paraît moins distincte, en fait, elle blanchit.*

Fig. 6. (ci-dessous) *Réflexion sur un tissu rouge. La lumière blanche tombe sur un morceau de tissu qui contient des colorants chimiques qui absorbent le bleu, le vert et le jaune, ne réfléchissant que le rouge et l'orange. Un tel tissu paraît rouge lorqu'il est éclairé en lumière blanche. Nous disons qu'il est rouge, bien que, si nous l'éclairions avec de la lumière dépourvue de rouge, il paraîtrait orange.*



COMMENT SE CONSTRUIRE UN SIMPLE PHOTOMETRE

Laurent CORP / CPCN

Question : Le ciel nocturne est-il noir ?

En voulant répondre à cette question combien simple, nous nous sommes aperçus que la réponse était très difficile.
Lors de la préparation du colloque, nous avons échangé des documents et un article de R.J. Neville relatait la construction très simple d'un photomètre, voici en quelques mots le contenu.

J'ai volontairement "oublié" les paragraphes de "calibration" et d"analyses" afin de constituer un projet commun.

Préambule

Le ciel nocturne est-il noir ? Bonne question (stupide, diront certains), il est difficile d'y répondre, mais si on fait de l'astrophotographie, c'est impératif de le savoir. N'importe quel appareil photo enregistre la trajectoire des étoiles à partir d'un trépied. On peut obtenir des images (avec ou sans suivi), même très bonnes avec des objectifs et des produits modernes. Mais sont-elles si bonnes que cela ? Ne pourrait-on pas mieux faire ?

Les astrophotographes admettent que la lumière du ciel nocturne impose une limite au temps d'exposition, avant que la luminosité du fond de ciel ne provoque la chute du contraste de l'image et l'augmentation du "grain", ceci réduisant considérablement la qualité de la photo.

Ce problème est très sérieux lorsqu'il s'agit de photographies du ciel profond, où les objets diffus, de luminosité très peu élevée, doivent être pris par rapport à la brillance du ciel nocturne.

Cependant, si j'ai été conduit à réaliser un photomètre, c'est parce que je voulais obtenir une meilleure image de la comète de Bradfield sur un ciel peu noir, à la fin d'un crépuscule, avant qu'elle ne soit trop basse sur l'horizon. Même lorsque les conditions se sont améliorées en novembre et décembre pendant une période de froid, les nuits claires sont apparues avec la lune au premier quartier, et la question se posait toujours "est-ce que j'expose pendant 1, 2 ou 5 minutes, le fond de ciel sera-t-il visible si j'expose de 10 à 15 minutes !!"

Une solution : prendre de nombreux clichés référencés; mais alors vous avez peu de temps devant vous, surtout si la comète disparaît derrière un arbre ou un bâtiment.

En tant que photographe diurne, je sais que la relation oeil-cerveau est tout à fait fausse s'agissant de mesurer les intensités absolues. Le problème est, quand faut-il mesurer l'éclat de la nuit, lorsque le ciel n'est pas très brillant.

Les cellules photoélectriques ordinaires sont trop peu sensibles, aussi seuls les photomultiplicateurs peuvent donner des mesures fiables à des niveaux d'intensité bas. La solution serait d'utiliser une sensibilité extrême et la capacité relative de la relation oeil-cerveau en lui en donnant le niveau de référence et l'illumination reproductible dans un simple photomètre.

Le photomètre

L'oeil regarde à travers le photomètre dans la direction du ciel devant être mesuré. Le courant électrique qui parcourt la diode électroluminescente (LED) varie jusqu'à ce que l'écran blanc s'éclaire à la même intensité que ce que l'on voit du ciel. Ensuite, l'intensité lumineuse de la LED est lentement réduite et ce que l'oeil voit change : d'un écran blanc avec deux trous noirs, l'on voit un écran noir avec deux trous blancs et ceci sur une certaine surface.

En tournant le potentiomètre en avant ou en arrière, on trouve le point d'équilibre en quelques secondes. On peut également le relever facilement à partir de quelques repères.

L'auteur remarque qu'un bouton avec une "jupe" est plus pratique dans la mesure où l'on retrouve toujours le point d'équilibre au même endroit, face à une flèche. C'est plus simple à lire.

On définit le courant maxi - de 20 milliampères par une résistance limitée à 330 Ohms. Une batterie de type PP3 de 9 volts est utilisée car la tension baisse lorsque la pile vieillit, mais cela ne perturbe pas beaucoup le courant. Le potentiomètre de 47 KOhms permet d'obtenir un courant minimum de 0,15 milliampère, et si on choisit un type logarithmique, la variation d'intensité, due à la rotation du bouton, conviendra davantage à l'interprétation photographique.

Applications

En dépit de l'aspect limité de cette méthode assez simple, je pense que le résultat peut quand même être précis s'il est appliqué à un système photo. Cela peut vous renseigner rapidement si les conditions sont meilleures ou pires que la fois précédente où vous avez essayé de saisir un objet capricieux du ciel profond et ainsi cela peut apporter une réponse à la question "dois-je fermer l'obturateur maintenant ou lui laisser encore 5 minutes pour avoir un meilleur résultat ?"
L'autre problème, c'est de photographier les météorites sous un ciel éclairé par la Lune, ou bien saisir la queue fugace d'une comète avec un pâle ciel crépusculaire.

Là, le photomètre vous permettra de choisir la meilleure exposition et vous indiquera les moindres variations de la luminosité du ciel et ainsi de faire le meilleur usage possible de ce qui n'est qu'une furtive apparition, ... surtout si vous pointez dans une région nuageuse.

Pour ceux qui sont assez chanceux pour observer une aurore, le photomètre, équipé de différentes LEDs, de couleurs différentes, peut être utilisé pour guider et prévenir des modifications de la luminosité dues à l'événement.

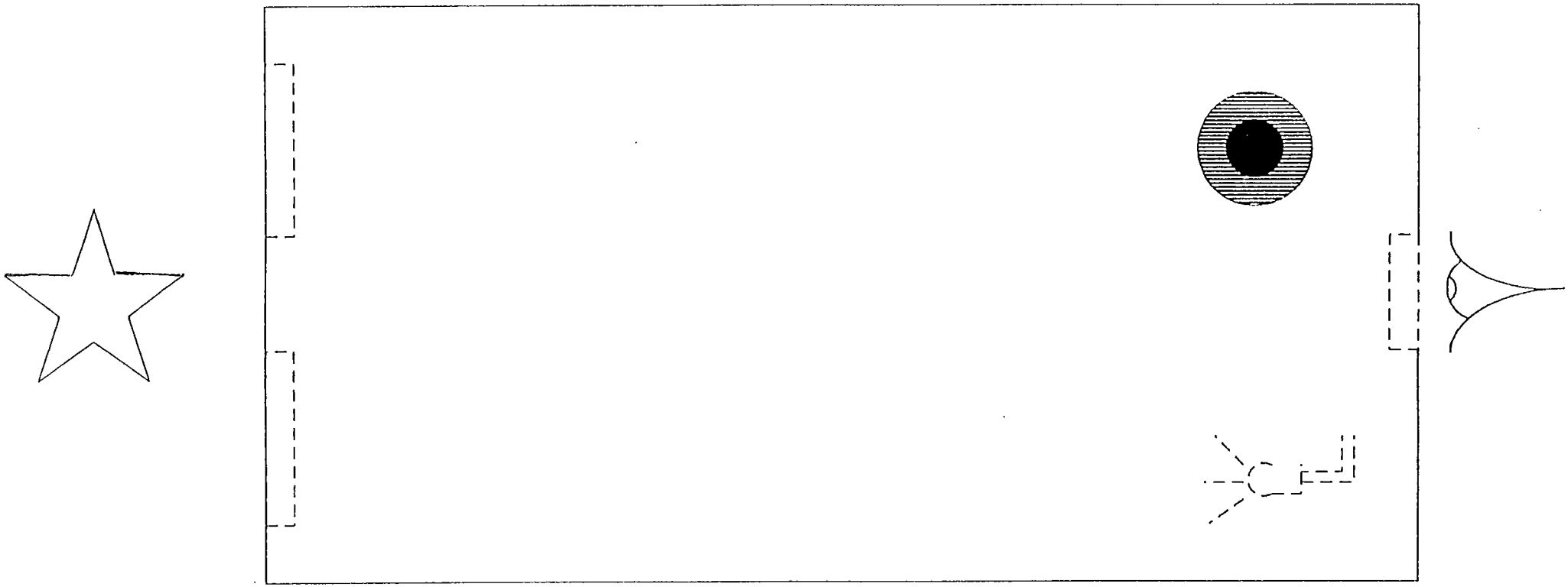
Conclusion

Pour quelques dizaines de francs, on peut se fabriquer un photomètre simple et facile à utiliser pour mesurer rapidement et de manière exacte la luminosité du ciel, pour estimer aussi les temps d'exposition, et ainsi faire de l'astrophotographie d'une façon plus fiable. Cela remplacera l'intuition photographique et vous permettra d'être plus confiant quand il s'agira d'assister ou de fixer sur la pellicule un événement astronomique au lieu de rester dans le doute.
En tout cas, vous saurez ainsi que vous aurez réalisé une photo fiable et réussie !!

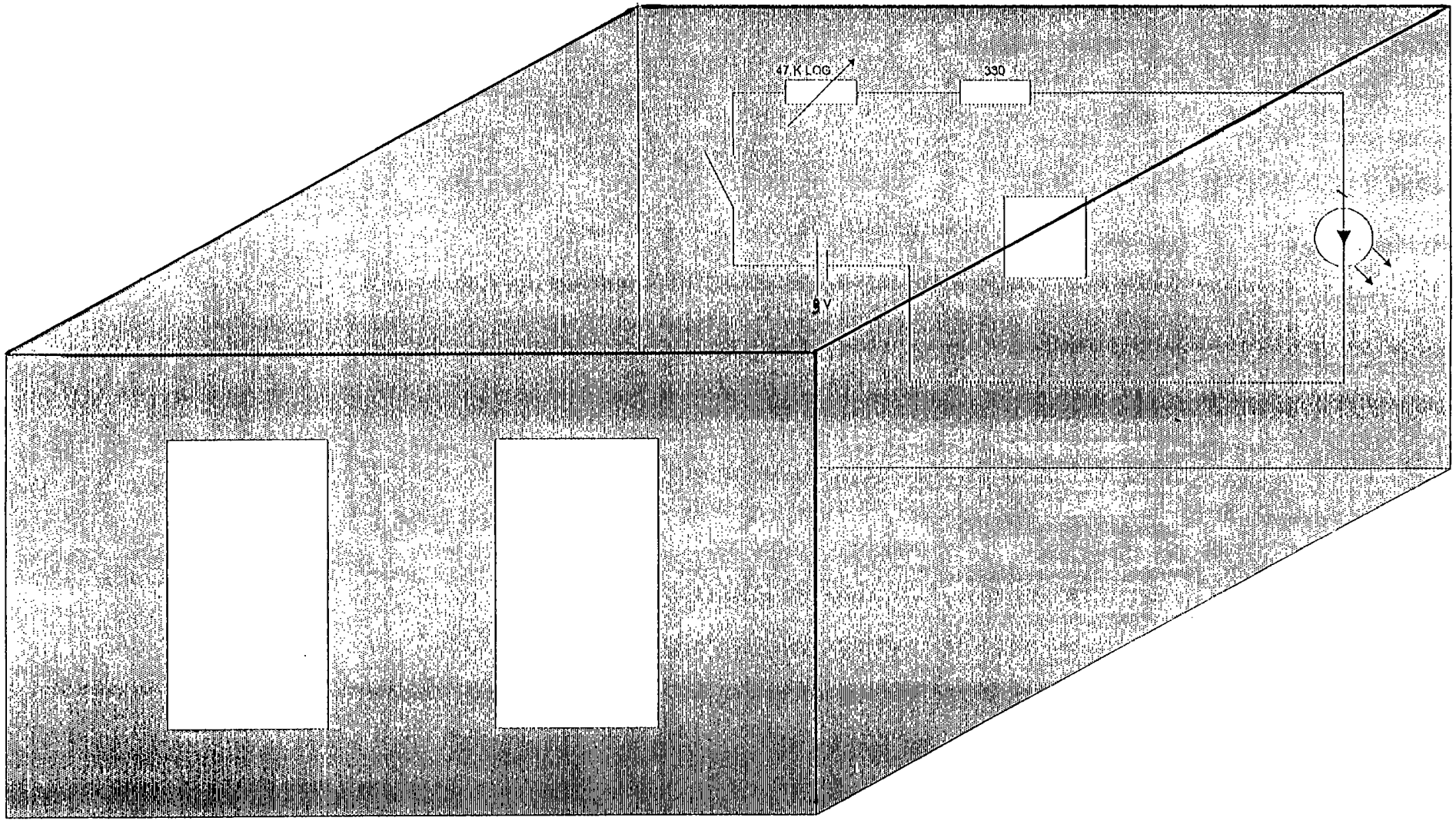
Traduction : D. FENIOU de l'article "A simple sky photometre" de RJ Neville (J. Br Astron . Assoc 100,1,1990).

Adaptation du texte : Laurent et Catherine Corp

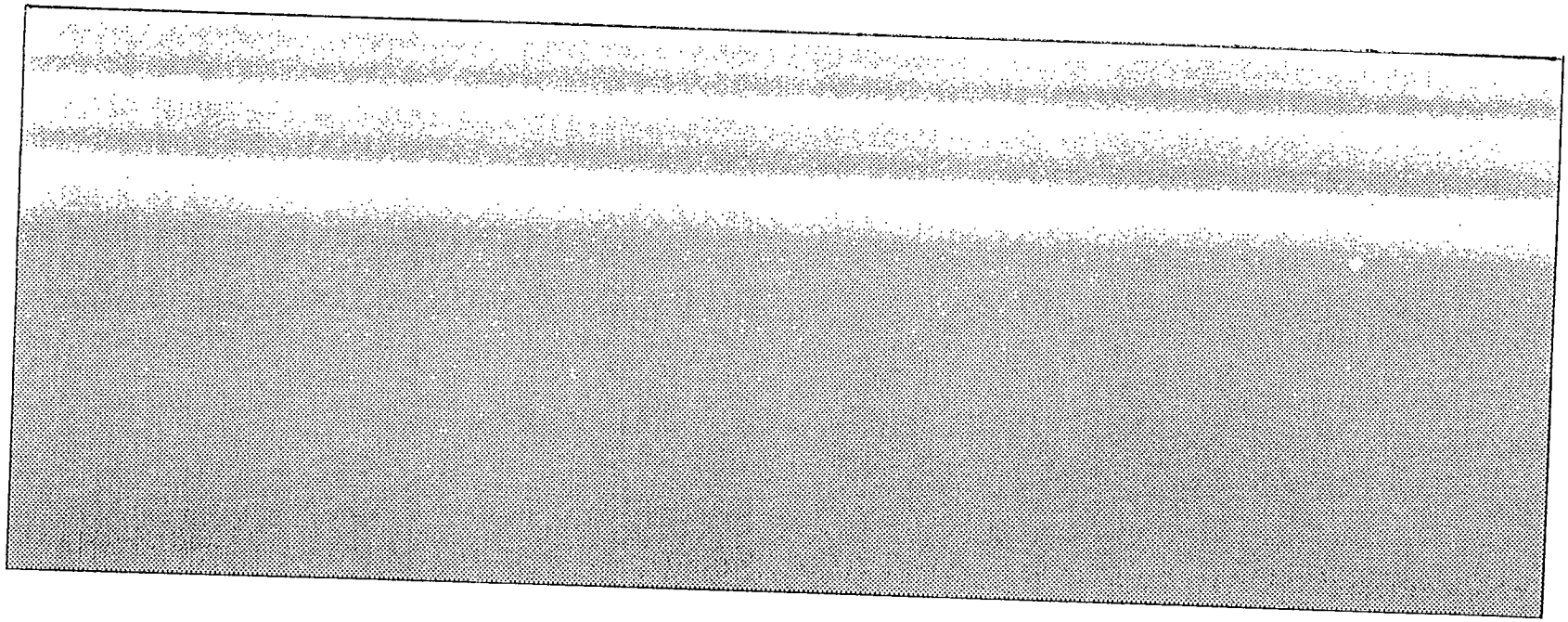
SCHEMA DE PRINCIPE DU PHOTOMETRE

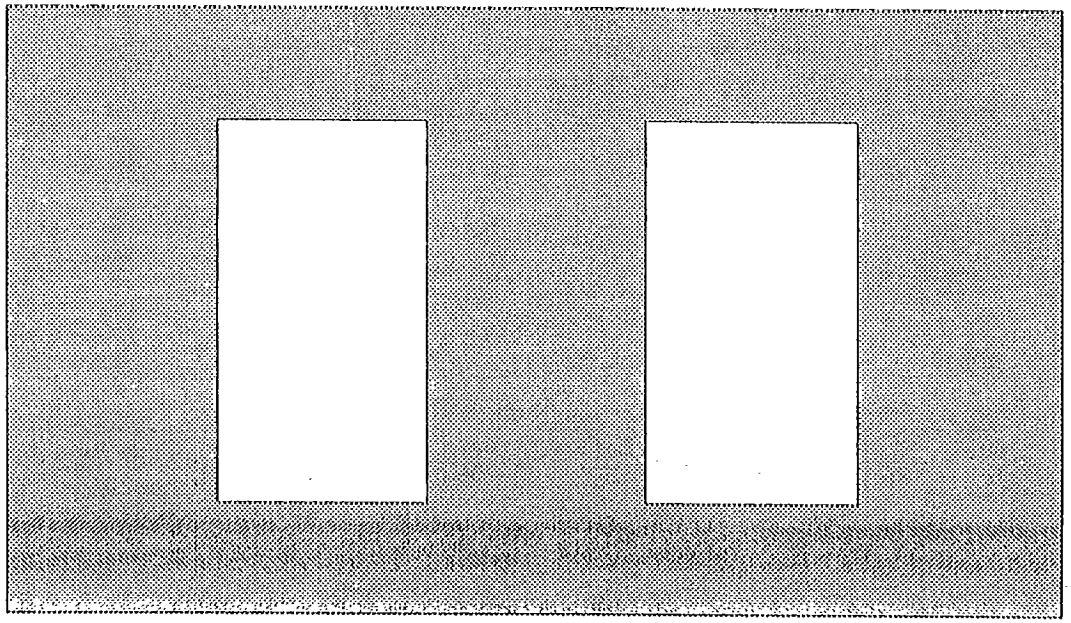


PLAN GENERAL DU PHOTOMETRE



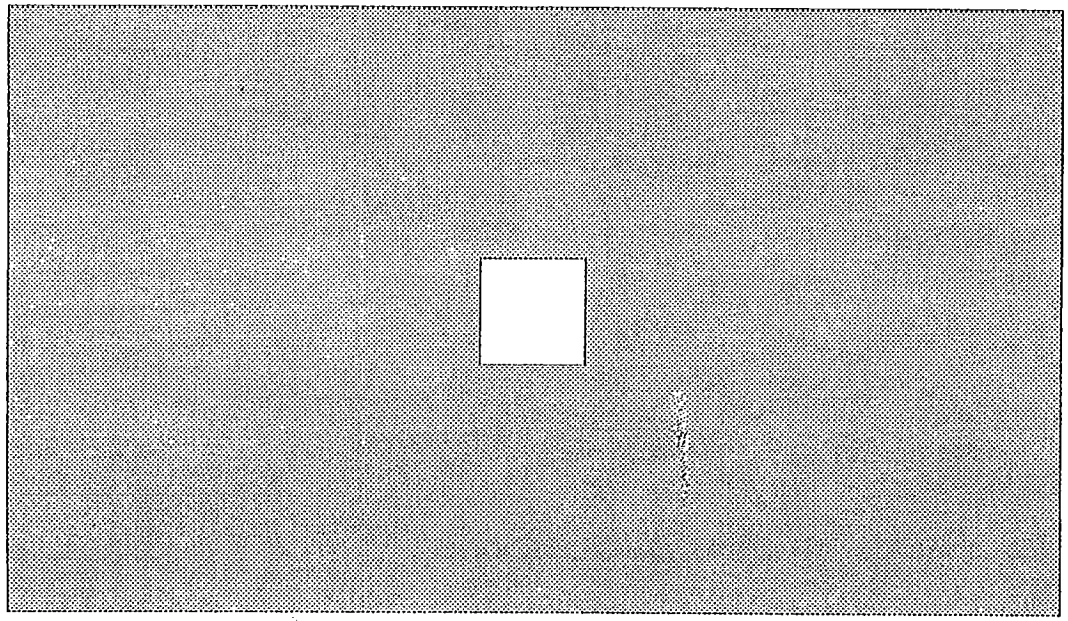
2 MORCEAUX 220 mm x 80 mm





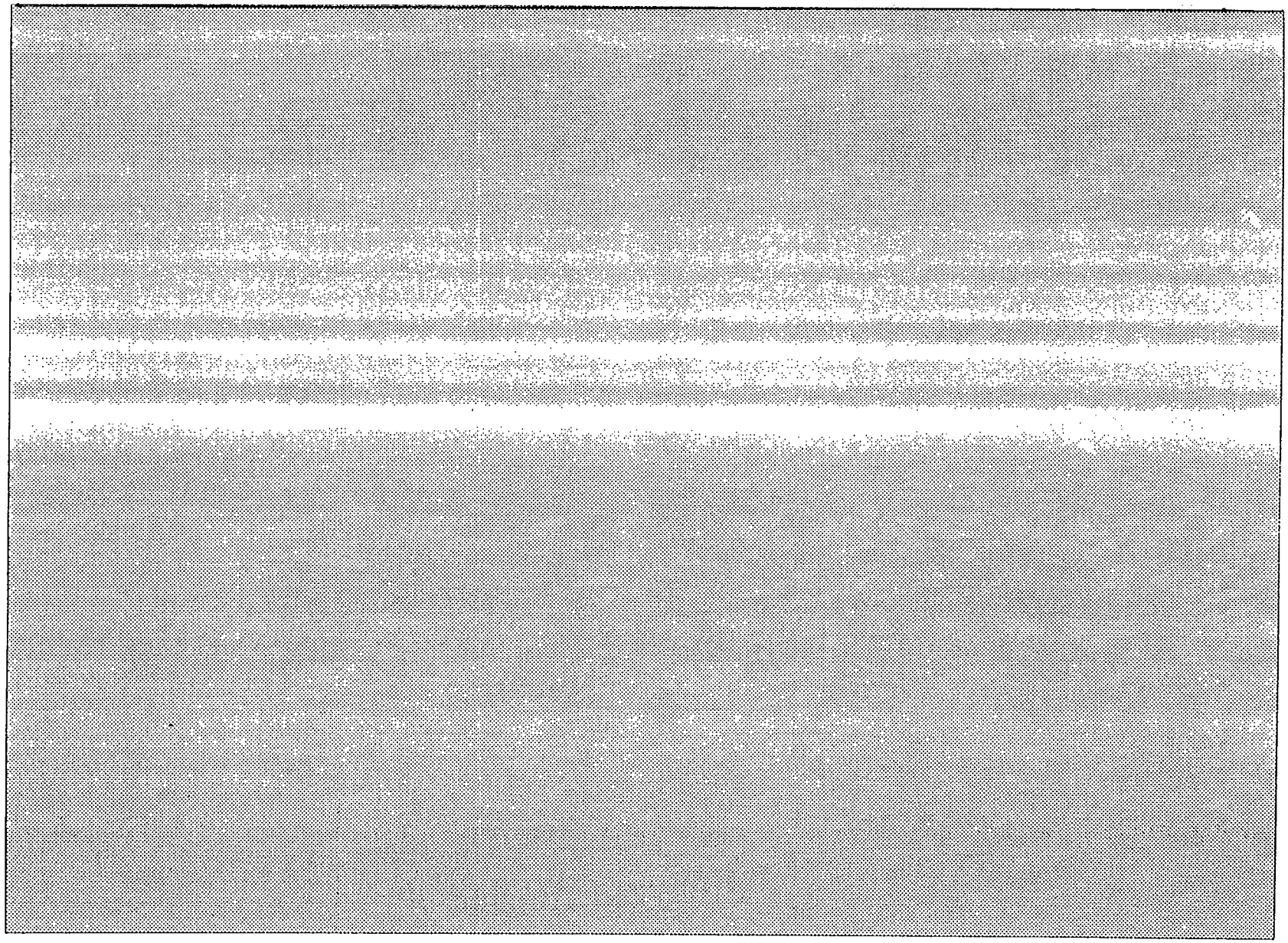
2 Trous rectangulaire de 50mm x 28 mm séparés de 28mm

2 MORCEAUX 140 mm x 80 mm

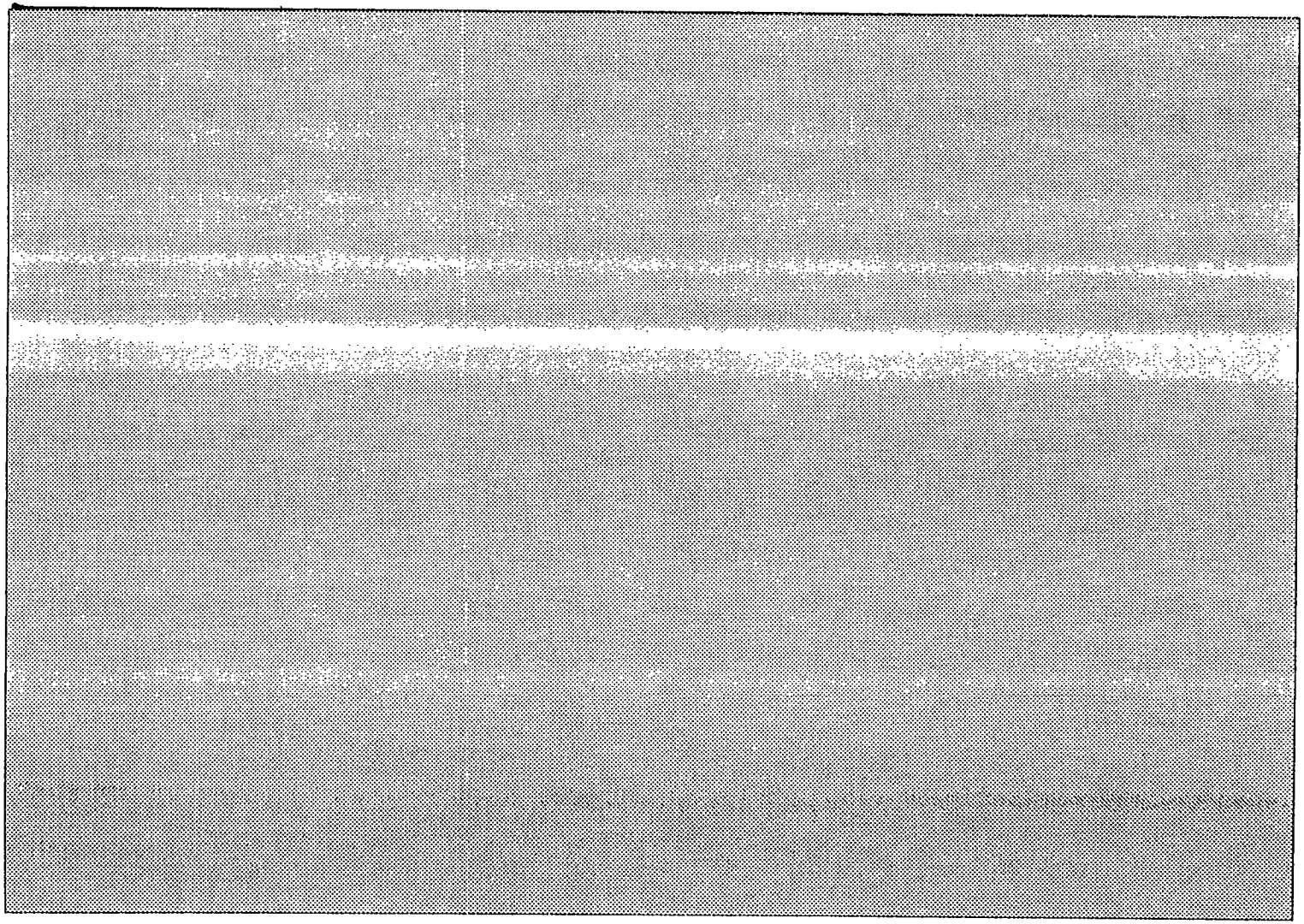


Un trou carré de 14 mm x 14 mm

1 MORCEAU 220 mm x 160 mm



1 MORCEAU 140 mm x 200 mm



Le projet

Celui-ci consiste à constituer un petit groupe de travail afin de valider ce photomètre, le rendre utilisable par tous, rendre sa construction (choix des matériaux et des revêtements le plus standard possible) et son exploitation (calibration et analyses - comparaison avec la photo) la plus fiable possible.

Après cette première étape, il faudra effectuer un très grand nombre de mesures afin d'avoir une vue partielle de l'état du ciel nocturne. Je ne pense pas que l'on couvrira tout le territoire national mais on pourra au moins vérifier les sites favorables relevés par satellites, logiciels ou autres.

En plus, tous les constructeurs de cet appareil auront au moins une idée supplémentaire de leur site, si ce n'est déjà fait.

Le temps à y consacrer durant une observation de plusieurs heures (de NGCmachin à ICtruc) est minime quant à lui.

Laurent CORP
4A - CPCN

RAPPORT DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES
"PROTECTION DES OBSERVATOIRES ASTRONOMIQUES ET GÉODÉSIQUES"

Evolution de la pollution lumineuse à l'observatoire de Haute Provence.

Depuis de nombreuses années, des mesures photométriques sont réalisées systématiquement par le groupe "Luminescence Atmosphérique" de l'Observatoire de Haute-Provence. Ainsi, G. Weil et J. Christophe ont-ils pu établir dès 1973 que l'intensité absolue Q du maximum à 435,8 nm caractérisant la pollution par les lampes à vapeur de mercure est proportionnelle à la population P d'une ville et à la puissance -2,13 de sa distance (compte-rendus de l'Académie des Sciences, tome 277, page 439).

Un dépouillement systématique des mesures faites entre 1971 et 1977 a été effectué par J. Christophe et H.M. Asrari.

Les quatre filtres utilisés sont les suivants :

"Mercure"	longueur d'onde	435 nm	bande passante	4 nm
"Sodium"	"	589 nm	"	2 nm
"Oxygène"	"	558 nm	"	2 nm
"Fond continu"	"	431 nm	"	3 nm

Ces mesures ont été, à chaque fois, effectuées tout le long d'un almucantar (1) à 15° au-dessus de l'hoizon et le long du méridien. Des moyennes ont été faites sur chacune des 7 années à partir d'éléments recueillis au cours d'une dizaine de nuits entre mai et septembre. Les résultats figurent dans les tableaux des deux pages suivantes. Les intensités sont chiffrées en unités arbitraires.

On remarque de fortes variations pour l'oxygène, pouvant s'interpréter par des effets d'activité solaire. Sur les autres voies, il y a une évolution lente, fonction de l'azimut (2) qui doit être imputée à la lumière des villes. Son intensité a cru de façon très nette entre 1971 et 1977.

(D'après le rapport de stage de H.M. Asrari, "Analyse d'enregistrements obtenus à l'O.H.P. et étude de l'évolution de la pollution optique par les villes entre 1970 et 1977", Service d'Aéronomie, juin 1978).

(1) cf glossaire
(2) cf glossaire

Fig. 2. — Évolution, entre 1971 et 1977, des intensités mesurées sur le méridien.

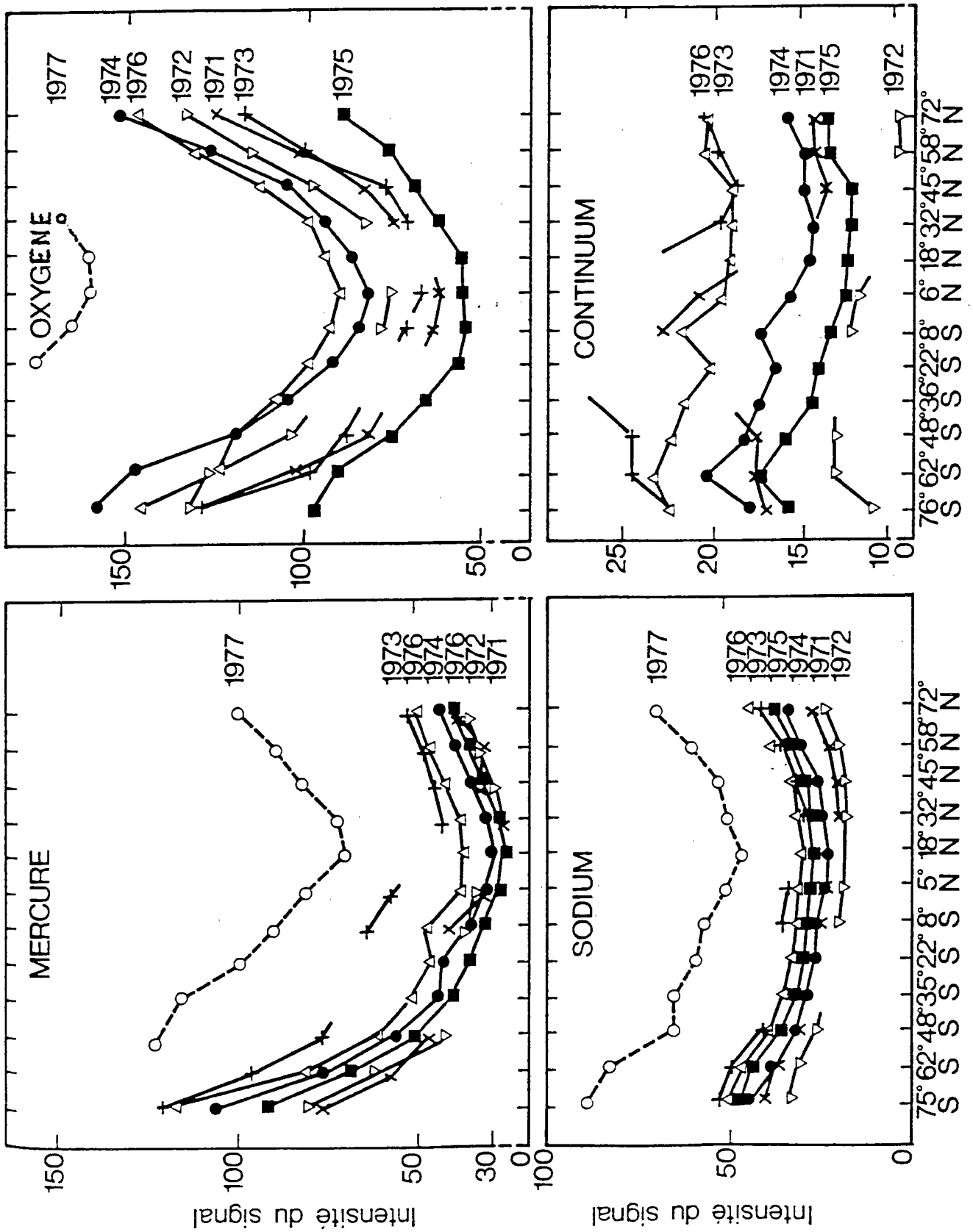
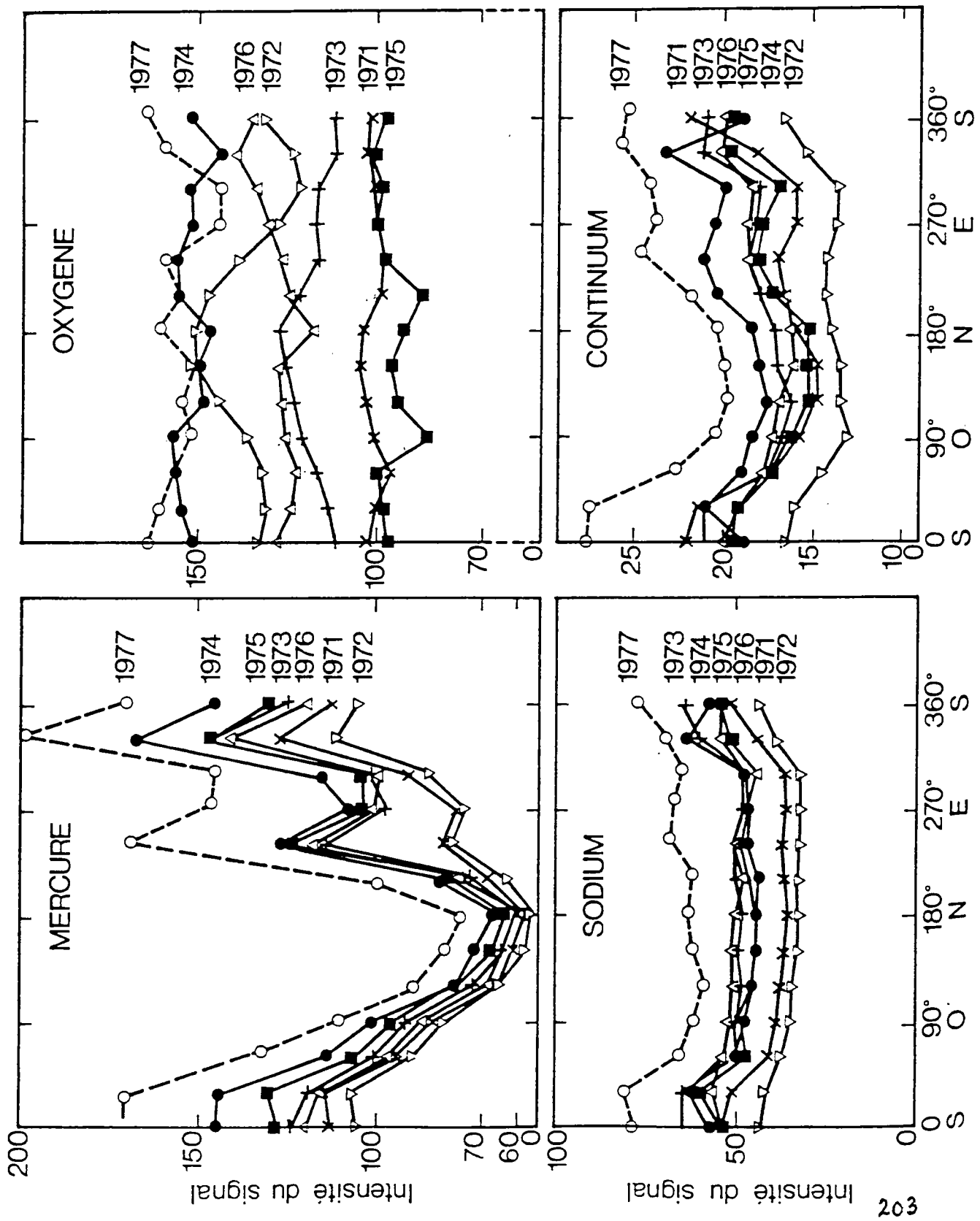


Fig. 1. — Évolution, entre 1971 et 1977, des intensités mesurées sur l'almucantar à 15°.



PROTECTION DES OBSERVATOIRES ASTRONOMIQUES ET GEODESIQUES
EXTRAIT DU RAPPORT DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES - J. KOVALEVSKY

ASPECTS JURIDIQUES

Les problèmes juridiques posés par la protection des sites astronomiques et géophysiques doivent être examinés sous quatre angles différents :

1 - La définition des moyens juridiques nécessaires;
2 - Le recensement de la réglementation existante;
3 - La classification des nuisances;
4- Les actions à entreprendre pour assurer la protection des installations scientifiques.

1) Définitions des moyens juridiques nécessaires

La solution aux problèmes posés par la protection des sites astronomiques et géophysiques réside dans la création des servitudes administratives qui grèvent les propriétés privées situées en bordure des installations afin d'assurer la protection ou de permettre l'utilisation de ces installations conformément à leur destination.
Elles peuvent comporter des contraintes qui ont pour effet d'interdire à l'assujetti d'accomplir certains actes déterminés, ou encore de subordonner l'accomplissement de ces actes à la délivrance d'une autorisation administrative.
D'autres servitudes obligent l'assujetti à laisser réaliser sur son fonds des actes qu'il n'était pas tenu de supporter.
Il existe enfin des servitudes lui imposant des obligations de faire.
Les servitudes administratives ne peuvent résulter que d'un acte unilatéral de l'autorité publique. Il s'agit d'une loi ou d'un acte administratif particulier pris en application de la loi : cela découle de l'article 650 du Code Civil qui précise que le régime des servitudes "établies pour l'utilité publique" est fixé "par des lois et réglements particuliers".
Indépendamment des réglements qui interviennent éventuellement pour préciser les modalités d'application de la loi, la question se pose de savoir, si l'autorité réglementaire a qualité pour créer une servitude administrative. Avant la constitution de 1958 et nonobstant l'article 650 du Code Civil qui prévoyait l'intervention des "lois ou réglements particuliers", la jurisprudence estimait que l'institution des servitudes administratives relevait de la compétence exclusive du législateur.
A l'heure actuelle, on peut estimer que ces servitudes n'entrent pas dans les matières réservées à la loi par l'article 34 de la constitution de 1958. La preuve en est que certaines servitudes créées avant 1958 par des lois ont été modifiées, au cours de ces dernières années, par des décrets (D n°61.614 du 12 juin 1961 modifiant les servitudes militaires défensives instituées autour des places fortifiées par la loi du 10 juillet 1851).
En dépit de cette analyse, il faut souligner que toutes les nouvelles servitudes administratives ayant vu le jour depuis 1958 sont d'origine législative.
Mais à la différence des principes admis en droit privé, aucune servitude administrative ne peut être établie par voie de convention passée avec l'Administration. Une telle convention n'est pas nécessairement illicite, mais il s'agit là d'un contrat de droit privé qui échappe au régime juridique des servitudes administratives.

2) Recensement de la réglementation existante

Les principales servitudes administratives grèvant les propriétés voisines du domaine public ou des installations à protéger se rencontrent dans différents domaines et plus particulièrement au profit :

a) du domaine public routier
- servitude de réservation de terrain (décret n°581316 du 23 décembre 1958)
- servitudes de visibilité (décret-loi du 30 octobre 1953)
- servitudes relatives aux plantations (loi du 9 ventôse an XIII et décret du 16 décembre 1811 pour les routes nationales)
- servitudes de fouilles, de rejets des fossés, d'écoulement des eaux, d'assartage.

b) du domaine public maritime
- terrains réservés en bordure du rivage (loi du 28 novembre 1963, articles 4 et 5)
- servitudes de passage au profit des piétons (loi n°76-1285 du 31 décembre 1976, article 52).

c) du domaine public fluvial
- servitudes de halage et de marchepied (article 15 du code du domaine public fluvial)
- servitude de passage instituée par l'article 424 du Code rural au profit des pêcheurs (loi n°65-409 du 28 mai 1965)
- servitudes de dépôt des bois ou instituées en vue de la défense contre les inondations.

d) du domaine public ferroviaire (loi du 15 juillet 1845)
- servitudes de la voirie routière applicables au domaine public ferroviaire,
- servitudes spéciales au domaine public ferroviaire :
  servitude non aedificandi
  interdiction de pratiquer des excavations,
  interdiction de dépôt de matières inflammables,
  autorisation préalable pour le dépôt d'objets non inflammables,
  etc...

e) du domaine public militaire
- servitudes défensives autour des places fortes et des postes militaires (loi du 10 juillet 1851 et décret d'application du 10 août 1853).
- servitudes aux abords des champs de tir (loi du 8 avril 1895) : la conservation, la manipulation ou à la fabrication des poudres, munitions, artifices ou explosifs (loi du 8 août 1957).

f) du domaine public aéronautique
- servitude de dégagement,
- servitude de balisage.

g) du domaine public des télécommunications
- servitudes relatives à l'établissement des lignes télégraphiques et téléphoniques (article 48 du code des P et T).

- servitudes relatives aux centres radioélectriques d'émission et de réception exploités ou contrôlés par l'Etat;
- protection contre les obstacles (article L54 à L56 et R21 à R26 du code des P et T)
- protection contre les perturbations électromagnétiques (articles L54 à L62 et R27 à R29 du code des P et T).

h) travaux géodésiques

Enfin la loi n°374 du 6 juillet 1943 a institué une servitude du droit public relative à l'exécution des travaux géodésiques et cadastraux et à la conservation des signaux, bornes et repères.

3) Classification des nuisances

Si l'on essaie de classer les nuisances énumérées dans la partie technique du présent document en fonction de leurs particularités propres, on aboutit grosso modo à trois catégories.

La première catégorie correspond à des nuisances qui sont en corrélation permanente avec une source de production. Elles présentent deux particularités :

- elles disparaissent immédiatement lorsque la source de production est supprimée;
- elles ne deviennent jamais autonomes après leur émission et restent toujours liées à la source de production.

Ces caractéristiques permettent d'intervenir sur la cause de production pour modifier le degré de force ou de puissance de la perturbation.

Dans cette catégorie on peut ranger :

- les perturbations radioélectriques,
- la lumière directe,
- la lumière diffusée,
- les effets thermiques,
- les perturbations magnétiques,
- les vibrations.

La protection de ces nuisances consiste à interdire l'implantation de sources polluantes sur les propriétés situées dans une zone à définir autour des installations à sauvegarder.

Il existe une deuxième catégorie de nuisances qui, à l'inverse des précédentes, présentent la particularité de persister après leurs émissions par rapport à la source de production dès qu'elles ont été émises. On ne dispose d'aucun moyen technique valable pour les contrôler ou les maîtriser.

Il s'agit essentiellement des émissions de poussière ou de gaz polluants qui peuvent perturber les observations astronomiques ou les études atmosphériques. Les nuages de poussières ou de gaz se dispersent dans l'atmosphère de manière incontrôlée sous l'influence des vents dominants.

Dans ces conditions, la zone de sauvegarde dont il vient d'être parlé ne saurait assurer une protection efficace, à moins de lui donner une surface très importante autour des sites à protéger. Une proposition dans ce sens serait , de toute évidence, déclarée irrecevable.

Il ne peut donc être envisagé d'adopter les mêmes mesures de protection que dans le cas précédent. Faute de pouvoir agir sur les nuisances elles-mêmes, il faut s'orienter vers la surveillance des sources polluantes de manière à supprimer ou diminuer les causes de la pollution.

Le fonctionnement des stations automatiques en géophysique subit également des perturbations qui proviennent essentiellement d'actes de vandalisme et des modifications de

l'environnement immédiat. Il s'agit là d'une situation très spécifique qui rejoint celle de l'exécution des travaux géodésiques et cadastraux ainsi que la conservation des signaux, bornes et repères. Nous appellerons ceci nuisances de troisième catégorie.
Enfin, la quatrième catégorie correspond aux nuisances existantes ou potentielles dues aux satellites déjà lancés ou projetés. Seules des actions dans le cadre international peuvent contribuer à résoudre ce type de problème.

4) Actions à entreprendre pour assurer la protection des installations scientifiques

Au vu de la classification des nuisances qui vient d'être élaborée, il ne peut y avoir de solution uniforme aux problèmes posés par la protection des sites astronomiques et géophysiques. La servitude administrative à créer dépendra, dans chaque cas, de la nature des obligations à imposer aux propriétés privées situées dans un certain périmètre autour des installations à protéger.
Pour déterminer les actions à entreprendre, il convient de comparer la liste des servitudes de droit public en vigueur avec les servitudes nécessaires à la protection des installations scientifiques. Cette comparaison, qui va être faite par catégorie de nuisances, doit permettre de faire ressortir les lacunes de la réglementation.

4-1) Nuisance de première catégorie

Ainsi qu'il a été indiqué, la protection contre ces nuisances consiste à interdire l'implantation de sources polluantes sur les propriétés situées dans une zone à définir autour des installations à sauvegarder. Ces servitudes, qui sont matérialisées par un périmètre de protection dont il faut définir l'étendue, sont comparables à celles qui ont été instituées :

- au profit du domaine public des télécommunications (servitudes de protection contre les perturbations électromagnétiques),
- au profit du domaine public militaire (servitudes autour des places fortes et des postes militaires, servitudes autour des magasins et des établissements servant à la conservation, à la manipulation ou à la fabrication des poudres, munitions, artifices ou explosifs),
- au profit du domaine public aéronautique (servitude de dégagement).

En considérant la liste des nuisances rangées dans cette catégorie, il apparaît que la servitude de protection contre les perturbations électromagnétiques instituée par les articles L54 à L62, R27 à R29 du Code des Postes et Télécommunications semble convenir parfaitement à la protection des installations scientifiques contre les perturbations radioélectriques. Cette réglementation n'est pas particulière aux Postes et Télécommunications: elle peut être étendue par décret à d'autres ministères intéressés par ce problème (article L 57 et R27 du code).

Les autres causes de nuisances (lumière directe, diffusée, effets thermiques, perturbations magnétiques, vibrations) n'ont pas fait l'objet de réglementation particulière à ce jour. C'est sur ce point que l'action la plus importante est à mener, car il faut élaborer une législation nouvelle ayant pour objet la création de servitudes publiques de protection des installations scientifiques. Cette réglementation pourra s'inspirer de celle qui existe au profit du domaine public militaire et du domaine public aéronautique pour obtenir la création d'une "zone de sauvegarde" autour des installations à protéger.
Avant de faire un choix sur la procédure réglementaire à envisager pour la création de ces servitudes, il est opportun de comparer les textes applicables au domaine public militaire et au domaine public aéronautique.
Les servitudes défensives autour des places fortes et des postes militaires s'exercent sur les propriétés comprises dans trois zones concentriques commençant toutes aux fortifications et

s'étendant respectivement aux distances de 250 m, 487 m et 974 m pour les places fortifiées. La troisième zone ne s'étend que jusqu'à 584 m pour les postes militaires. Les zones de servitude sont délimitées à la suite d'une opération de bornage.
Dans ce cas l'étendue des zones de sauvegarde est définie a priori de manière précise en fonction des protections à assurer.
Les servitudes de dégagement relatives au domaine public aéronautique procèdent d'une autre démarche. Elles comportent l'interdiction de créer ou l'obligation de supprimer sur les propriétés privées situées autour des aérodromes, les obstacles susceptibles de constituer un danger pour la circulation aérienne ou de gêner le fonctionnement des dispositifs de sécurité établis dans l'intérêt de cette circulation. Les zones frappées de servitudes sont définies pour chaque aérodrome et installation intéressant la navigation aérienne par un "plan de dégagement". Ce plan fait l'objet d'une enquête publique dans les formes prévues par le décret n°59-701 du 6 juin 1959 relatif à la procédure d'enquête préalable à la déclaration d'utilité publique.
Il est approuvé et rendu exécutoire par décret du Conseil d'Etat. Mais si les conclusions du rapport d'enquête, les avis des services et des collectivités intéressées sont favorables, l'approbation est donnée par arrêté ministériel.
Après son approbation, le plan est publié. Une copie du plan est déposée à la mairie des communes sur le territoire desquelles sont assises les servitudes et avis de ce dépôt est donné au public.
A compter de la publication de ce plan, le permis de construire ne peut être délivré dans les zones grèvées des servitudes que si les constructions projetées sont conformes aux dispositions du plan ou aux mesures provisoires de sauvegarde.
Cette procédure permet de déterminer, cas par cas, l'étendue de la zone de protection ainsi que les contraintes à imposer aux propriétés situées à l'intérieur de cette zone.
Entre les deux méthodes, le choix est facile à opérer si l'on considère la complexité des problèmes posés par ces catégories de nuisances. La définition a priori de l'étendue de la "zone de sauvegarde" est pratiquement impossible ainsi que le contenu des servitudes à imposer aux propriétés situées à l'intérieur de cette zone.
D'autre part, cela introduirait un facteur de rigidité dans l'avenir, car il faudrait recourir à une modification de la législation pour prendre en compte de nouvelles causes de nuisances ou de nouvelles contraintes scientifiques.
Dans ces conditions, il faut s'orienter vers une législation qui permettrait d'instituer un plan de "sauvegarde" particulier à chaque installation à protèger, comme pour le plan de dégagement des aérodromes. L'étendue de chaque servitude, de même que les contraintes à imposer seraient fixées cas par cas au moment de la réalisation de chaque installation scientifique. Un exemple de texte pouvant instituer une telle procédure est donné en annexe 10.

4-2) Nuisances de deuxième catégorie (poussières et gaz polluants)

En raison des difficultés présentées par la lutte contre ces nuisances, il a été expliqué qu'une réglementation particulière dans ce domaine aurait peu de chance d'aboutir.
L'action à entreprendre ne peut être que limitée à la surveillance de l'activité des sources polluantes situées autour des installations scientifiques et de veiller à ce que la réglementation existante dans ce domaine soit strictement appliquée pour limiter ou supprimer les causes de pollution.
A cet effet, il existe tout un arsenal législatif et réglementaire dans le domaine de la protection de la nature et de l'environnement qui est constitué par les textes fondamentaux ci-après :

- loi n°76-629 du 10 juillet 1976 relative à la protection de la nature,
- décret n°77-1141 du 12 octobre 1977 pris pour l'application de la loi du 10 juillet 1976,

- loi n° 76-663 du 19 juillet 1976 relative aux installations classées pour la protection de l'environnement,

- décret n°77-1133 du 21 septembre 1977 pris pour l'application de la loi du 19 juillet 1976,

- décret n°79-1108 du 20 décembre 1979 relatif aux autorisations de mise en exploitation des carrières, à leur renouvellement, à leur retrait et aux renonciations à celles-ci,

- loi n°83-630 du 12 juillet 1983 relative à la démocratisation des enquêtes publiques et à la protection de l'environnement.

Les dispositions prévues par ces textes ont pour objet de soumettre la construction d'ouvrages ou d'installations classées à une procédure particulière qui comporte généralement une étude d'impact et une enquête publique dans le but d'assurer la protection de la nature et de l'environnement. L'étude d'impact doit présenter, notamment, "une analyse des effets sur l'environnement, et, en particulier, ... sur la commodité du voisinage (bruits, vibrations, odeurs, émissions lumineuses)".

L'enquête publique, dont le dossier doit comporter l'étude d'impact lorsque celle-ci est obligatoire, permet à toute personne physique ou morale de faire connaître ses observations à l'autorité administrative compétente pour délivrer les autorisations.

La réglementation particulière à l'exploitation des carrières permet aussi d'assurer la protection de l'environnement dans des conditions rigoureuses.

Ainsi, il ne paraît pas nécessaire d'entreprendre la promulgation d'une législation spécifique, qui par ailleurs, ne serait pas facile à élaborer et rencontrerait très certainement de sérieuses résistances.

4-3) Nuisances de troisième catégorie

La protection des stations automatiques en géophysique contre le vandalisme rejoint les préoccupations de l'Institut Géographique National lors de l'exécution des travaux géodésiques ainsi que la conservation des signaux, bornes et repères. Pour cela, une réglementation particulière a été mise en place par la loi n°374 du 6 juillet 1943 au bénéfice de cet établissement.

Ce cadre réglementaire paraît suffisant pour assurer la protection des stations automatiques en géophysique, mais à la condition de procéder à une modification du texte pour qu'il devienne applicable à la protection de ces stations (voir annexe 11).

4-4) Nuisances de quatrième catégorie

Le problème des nuisances introduites par les satellites artificiels est typiquement un problème à résoudre par un accord international. En effet un satellite lancé par une certaine puissance peut avoir des effets sur de nombreux autres pays.

S'il appartient aux instances scientifiques nationales et internationales d'instruire les dossiers avec rigueur et de sensibiliser l'opinion publique, ce sont les gouvernements seuls qui ont le pouvoir de passer des accords internationaux et de les faire appliquer. Il serait souhaitable que la France prenne l'initiative d'une négociation en vue d'interdire toute utilisation de l'Espace pouvant modifier l'environnement terrestre au point de dégrader (entre autres) les conditions de la recherche scientifique au sol.

OBSERVATION DES OBJETS ETENDUS

M. BONAVITACOLA

1) Brillance surfacique

Le flux de lumière nous provenant d'un objet étendu est la somme des flux élémentaires composant sa surface.
La magnitude d'une nébuleuse, comète ou galaxie énumérée dans les catalogues du ciel profond est un indice global ; Celui-ci ne prend absolument pas compte de la difficulté rencontrée pour observer l'objet en question.

Or ce qui nous intéresse en qualité d'observateurs, c'est la faculté de savoir depuis notre site et avec nos instruments, s'il s'avérera facile ou difficile d'observer le dit-objet céleste, et dans quelles conditions de confort visuel.

Un paramètre plus judicieux nous est apporté par sa brillance surfacique. En effet, deux objets peuvent avoir une magnitude comparable ; toutefois, l'un peut être compact et l'autre très étendu.

Nous capterons le même flux mais ramené à une quantité, à une unité de surface plus faible, l'objet compact sera plus facilement observable que cet autre, beaucoup plus diffus. (Exemple M31 bien visible et M33 très difficilement perceptible à l'oeil nu).

Une méthode consiste à répartir la luminosité sur la surface de l'objet, et ceci par une loi simple, par exemple une constante.

Pour l'étude d'une galaxie, on peut définir sa brillance surfacique comme suit (à partir de l'isophote de magnitude 25 par minute carrée d'arc) ; par exemple :

$$V'_{25} = V_T + \Delta V + 5 \log D - 2{,}5 \log \frac{D}{d} - 0{,}26$$

où :

V_T = magnitude totale
$\Delta V = 0{,}25$ pour les galaxies elliptiques
$\Delta V = 0{,}13$ pour les galaxies lenticulaires
$\Delta V = 0{,}11$ pour les autres types de galaxies (spirales, irrégulières...)
D = grand axe en minute d'arc
d = petit axe en minute d'arc

Les valeurs des petits et grands axes des objets correspondants sont fournies (ainsi que la brillance surfacique) dans le complément à l'Uranométria 2000 (The Deep Sky Field Guide).

Elles seront bientôt calculées dans une option du programme THOT que nous développons actuellement au CPCN.

On peut appliquer le même raisonnement pour tous les objets étendus.
Notons que la magnitude surfacique n'a pas de sens pour les objets étendus tels les amas ouverts. La répartition de brillance surfacique doit évidemment être une fonction continue.

D'autre part, si l'on analyse plus finement le problème, chacun sait qu'il peut y avoir de très grandes différences de luminosité au sein même de l'objet. Exemple : les galaxies spirales qui

ont un noyau brillant et des bras faiblement décelables. Ainsi, suivant le type de galaxies, le noyau sera plus ou moins compact et les bras plus ou moins développés ; la seule manière d'aborder cela est de s'intéresser à la répartition surfacique du flux de lumière à la surface de la galaxie considérée.

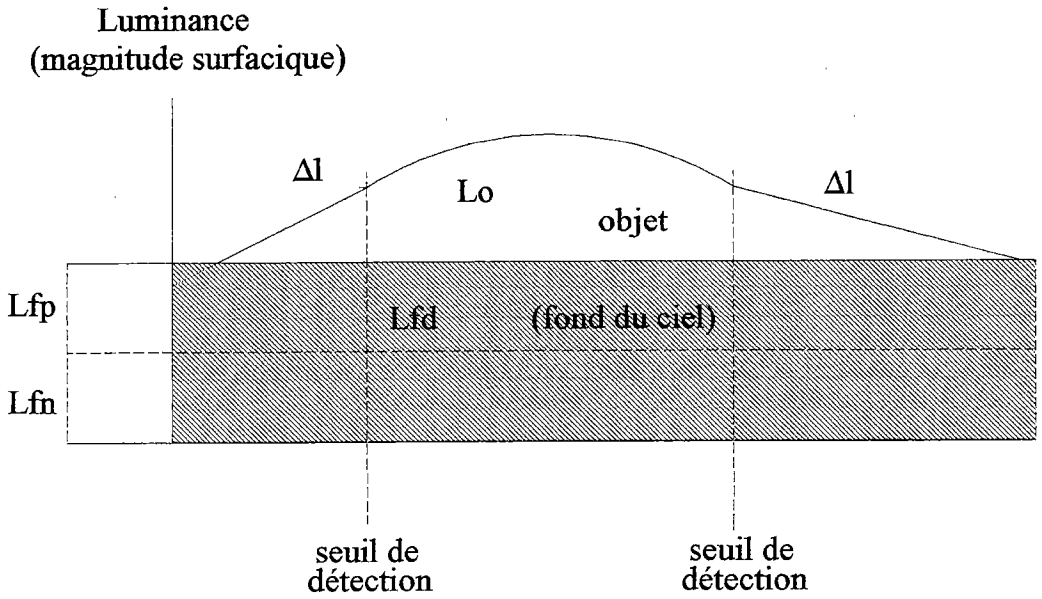
2) Impact de la pollution lumineuse sur l'observation des objets étendus

La difficulté de percevoir l'objet est liée au contraste propre de l'objet céleste par rapport au niveau du fond de ciel intercepté.
On peut établir une analogie avec un îlot envahi par la mer. Lorsque la mer est basse, l'îlot est bien visible. Quand la mer monte, une partie de l'îlot disparaît sous la mer. Dès lors, l'îlot est moins visible. Si la mer monte encore, l'îlot disparaît complétement de la vue de l'observateur.

On peut définir facilement le contraste des objets étendus par rapport au fond du ciel en se basant sur leurs magnitudes surfaciques... soit un rapport signal sur bruit.

Ce contraste peut être déterminé pour chaque objet et pour chaque site. Ce sera, là encore, une des options de THOT.
Bien mieux encore : pour chacun de nous, il sera possible de définir la meilleure fenêtre, pour un objet observé, dans laquelle le contraste sera maximal pour le site donné.

OBJET ETENDU



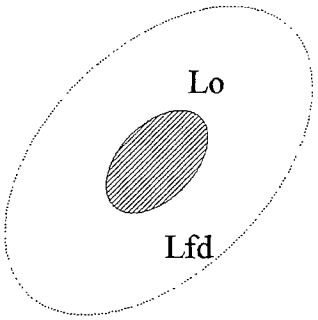
$\Delta Ld = Lo - Lfd$ seuil de détection

Seuil minimum du contraste :

$$C\ min = \frac{\Delta Ld}{LFd}$$

$$C\ min = \frac{Lo - Lfd}{Lfd}$$

DIMINUTION DU CONTRASTE DES OBJETS ETENDUS



Lo = luminance de l'objet observé
Lfd = luminance du fond du ciel

Lfn = luminance du fond de ciel naturel
Lfp = luminance du fond de ciel parasite

C = Contraste

$$C = \frac{Lo - Lfd}{Lfd} \quad \Longrightarrow \text{ en ciel pur} \qquad C = \frac{Lo - Lfn}{Lfn}$$

$$C' = \frac{Lo - (Lfn + Lfp)}{Lfn + Lfp} \quad \Longrightarrow \text{ en ciel pollué}$$

$$\mathbf{C' = \frac{Lo - fn}{Lfn + Lfp} - \frac{Lfp}{Lfn + Lfp} < C}$$

Le contraste d'un objet céleste étendu observé dans un site urbain sera de qualité inférieure à celui du même objet observé dans un site rural pollué.

COMMISSION

SENSIBILISATION DU GRAND PUBLIC

PRESERVATION DU PATRIMOINE CULTUREL

SENSIBILISATION DU GRAND PUBLIC

Animateur : **Jean RICHARD**
Rapporteurs : **Laurent CORP / Raymond MOSSER**

Cette commission a pourbut de démontrer comment nous pouvons sensibiliser le grand public ainsi que les amateurs face au problème de "la pollution lumineuse".
Trois intervenants ont expliqué leur propre expérience de terrain, en prenant une part active dans les collèges ou les planétariums existants.

Les soirées publiques

Tous les participants sont d'accord pour dire que la sensibilisation passe par l'action de montrer le ciel tel qu'il est, avec ou sans instruments. Il faut que le public s'interroge ; il nous appartient de lui expliquer la différence qu'il y a entre une étoile et une planète.

Jean RICHARD nous a expliqué qu'il montrait les constellations à travers un ciel pollué puis sous un ciel bien noir, ce qui permettait de sensibiliser les gens, car la première fois ils n'avaient vu que les lampadaires et leur halo.

La presse

Elle doit être utilisée à bon escient afin de faire passer le message ; deux possibilités s'offrent à vous :

- écrire un article et le faire publier en espérant qu'il ne soit ni déformé, ni altéré.
- prendre rendez-vous avec un journaliste en lui transmettant vos idées.

Lors de la préparation de ce congrès, lorsque nous avons organisé une conférence de presse, plusieurs articles en ont relaté l'esprit soit de manière très sérieuse, soit par moquerie.

Suivant votre interlocuteur, faites bien attention que vos propos ne soient pas dénaturés.

La diffusion

Les prospectus ne semblent pas indiqués car ils offrent un trop faible rendement (papiers distribués sans intérêt) et, pour la plupart, se retrouvant dans des décharges publiques !!

La solution est de discuter, expliquer, démontrer et par la suite distribuer les tracs en participant aux Foires et salons des Associations, par exemple.

La terminologie

Doit-on employer le mot "pollution" dans le sens "pollution lumineuse" ?
A la pratique, les mots "gêne" ou "nuisances" lumineuses sont plus appropriés parce que moins agressifs ; dans les esprits, "la pollution lumineuse" n'est pas bien comprise et de plus, elle n'est pas du tout assimilable aux pollutions de l'air ou de l'eau.

Le grand public en général, ne sait plus ce qu'est un vrai ciel de nuit. Il faut sensibiliser les personnes sur ce sujet. On ne peut pas demander à quelqu'un d'éteindre un globe luminaire, sauf à l'amener à regarder le ciel étoilé afin qu'il comprenne ce dont il s'agit.

L'observation du ciel à l'oeil nu suffit à elle-même : la lune avec ses phases, les planètes mouvantes à différencier des étoiles, la beauté de la voie lactée, tout ceci porte à commentaires et à l'émerveillement.

Faire déplacer les gens d'un centre-ville pour un lieu situé à 500 mètres de là prédispose à la prise de conscience du côté néfaste de la trop grande diffusion de lumières dirigées vers le ciel des villes dont le halo est visible à des dizaines voire même une centaine de kilomètres.

Des animations en milieu scolaire et surtout en classes primaires interpellent les enseignants ainsi que les parents par l'écho de leurs enfants rendus attentifs à cette démarche.

Au terme de ce XXème siècle, il faut rendre aux générations futures la beauté du ciel de nuit dans la qualité où nous l'avions connue et appréciée il y a seulement vingt ans.

A l'évidence trop de clarté nuit.

INTERVENTION DE MELLE CAROLINE CARLIER
pour l'A.N.S.T.J

De février à juin 1994, un questionnaire avait été envoyé à 886 structures, 352 y ont répondu.

Aujourd'hui, il existe près de 104 planétariums qui ont reçu la visite de près de 1,6 millions de personnes. Il y a en France à peu près 28 000 amateurs, ce qui permet de ramener le problème de "pollution lumineuse" à sa juste valeur.

Le nombre d'adhérents des clubs ou associations d'astronomes amateurs augmente lors de grands événements médiatiques (comètes, nuit des étoiles filantes, etc...).

Pour plus de renseignements, consultez le synthèse "inventaire des structures" de l'A.N.S.T.J.

INTERVENTION DE M. EMMANUEL PELLEGRIN
du Planétarium de Montredon Labessonnié

Cette installation comprend deux ensembles :

- une coupole avec un télescope de type C14
- un planétarium contenant une coupole de 5 mètres de diamètre ainsi qu'un projecteur GOTO E-5.

4000 scolaires ont participé soit à des classes découvertes, soit à des visites.

Pour 90% des personnes, le mot "planétarium" est inconnu. Ce qui est important, c'est d'intéresser les visiteurs à l'observation directe et en les préparant bien, c'est-à-dire en évitant de leur montrer des photos spectaculaires (images NASA ou autres) mais plutôt des dessins réalisés par des amateurs afin que la vision du ciel soit plus proche de la réalité.

Conclusion

Il faut faire prendre conscience à tout le monde de la beauté du ciel, en incitant soit l'observation visuelle et à l'oeil nu, ou tout simplement en organisant des balades de nuit.

La nuit est derrière les volets.

TRAVAUX REALISES PAR DES COLLEGIENS AFIN DE SENSIBILISER LE GRAND PUBLIC

"Les colibris sont tout gris" représente le travail d'une classe de 3ème scolaire du Collège Jean Bouin de l'Isle-sur-la-Sorgue pendant l'année scolaire 1994-1995.
Les photos prises par les élèves, font par ailleurs, partie d'une exposition qui a été présentée à L'Isle en juin 1995, accompagnée d'une projection de diapositives; elle est actuellement visible à Aix en Provence dans le cadre de la manifestation "Astronomie et Environnement".

Le document qui en est issu est une étude sur un sujet jusqu'à présent peu abordé dans son ensemble; il constitue un rapport de travaux d'élèves guidés et encadrés par des adultes d'horizons divers : docteurs, chercheurs, astronomes, enseignants; il ne prétend pas apporter des solutions, mais ne se contente pas de soulever les problèmes.

Le point de départ est un constat :

- La lumière naturelle est le moteur de la vie, des plantes, des animaux, des hommes. La 3ème partie recense au travers d'études déjà publiées, les influences de la lumière sur les organismes vivants.
- La lumière artificielle est une conquête de l'homme moderne. En ce sens, elle est, dans nos esprits, synonyme de progrès, de bien-être, de sécurité.
- La lumière artificielle existe partout dans notre environnement quotidien : photos prises à l'Isle-sur-la-Sorgue.
- La lumière et la nuit ont inspiré les hommes.

Suit une analyse de différents aspects de l'éclairage et de son utilisation.

- les lampes : leur lumière, leur géométrie, leur rendement.
- Où va cette lumière ?
- L'énergie utile.

La lumière artificielle apparaît finalement comme source potentielle de pollution :

- directement sur l'organisme humain : les yeux, la peau, le système nerveux.
- indirectement parce qu'il faut la produire et stocker les déchets.

L'étude aborde aussi d'autres aspects : le coût de l'éclairage urbain (avec les possibilités d'économie) et les répercussions de la luminosité nocturne sur le travail des astronomes.

Intervention de Mme Renelle TAKVORIAN

LA "VOIE" ET LA VOIX DES POETES

"Ecoutez comme chaque pause est
remplie de sous-notes, tons clairs et argentins,
acérés comme la glace, qui réveillent
qui percent les sens et vivent dans l'âme
comme les étoiles effilées percent
l'air de cristal de l'hiver et se mirent dans la mer".

SHELLEY

"Je me haussais sur la pointe du pied, au sommet d'un côteau...
... un instant ... je me sentis aussi léger
aussi libre que si, d'un mouvement d'éventail
les ailes de Mercure avaient joué sous mes talons
mon coeur était léger et de nombreuses jouissances
surgissaient à mes yeux ; de sorte qu'aussitôt
je me mis à composer un bouquet de splendeurs brillantes, laiteuses, harmonieuses et rosées".

KEATS

Booz endormi,
..."les anges y volaient sans doute obscurément
car on y voyait passer dans la nuit par moment
quelque chose de bleu qui paraissait une aile."

VICTOR HUGO

"La nuit étoilée est ma constellation
elle me met dans les doigts
ces calices sans poids
ces fleurs d'espace".

SCHOPENHAUER

"O quel Taureau, quel Chien, quelle Ourse
quels objets de victoire énorme.
Quand elle entre aux temps sans ressource
l'Ame impose à l'espace informe".

PAUL VALERY

"Je sais , sans notre pauvre ciel astronomique,
deux étoiles singulièrement brûlantes
deux confidentes fidèles, belles et pures
et que je croyais séparées de leur ami
par des distances inimaginables
or, l'autre soir, un grand papillon de nuit
étant tombé de la lampe sur ma main,
j'eus la tendre curiosité d'interroger ses yeux flamboyants..."

MILOSZ

Colette Barbé
Mission de la Culture

LA VOIE LACTEE, PATRIMOINE CULTUREL

Nous sommes tous sensibles au symbolisme céleste, toutes les cultures lui font référence. Le ciel est le symbôle de la Toute Puissance comme la nuit est la scène dramatique où s'affrontent les contraires. Verticalité, Transcendance.

La simple contemplation de la voûte céleste déclenche l'expérience religieuse, la rêverie poêtique ou la méditation astronomique. C'est le vol de Shelley, le chant de la nuit de Nietzche et la fourmillière des cieux de Victor Hugo.

Dans la contemplation de la voie lactée l'imagination trouve une force cosmique.

Sylvie Vauclair a aussi démontré que nous sommes partie intégrante du ciel. Nous avons à tout âge l'intuition du ciel.

Afin de ne pas détruire notre patrimoine, il s'agit de rappeler aux hommes et plus particulièrement aux enfants, l'union, la fusion, l'unification du ciel.

Il y a lieu de protéger notre voûte céleste à tout prix.

Danielle FENIOU
"Candide", Astronome et poête

EXTRAITS CHOISIS
M. BONAVITACOLA / CPCN

"L'atmosphère est la plus mauvaise partie de l'instrument"
A. Danjon

"Le spectacle donnait un choc. Au dessus de la plaine indéfinie, indistincte
qui ne s'éclairait d'aucune clarté, s'étendait un ciel d'été criblé d'astres.
Au contraire de la ville, qui masquait les étoiles en resplendissant de
tous ses feux, ce coin perdu de campagne était comme un cap devant
lequel s'ouvrait tout grand l'océan des espaces sans bornes.
La Terre avait disparu. Il n'y avait plus ni ville, ni hommes, ni boulevards,
ni journaux. Le ciel étoilé avait repris sa place, sa taille, son immobilité.
Le contraste était poignant entre l'agitation bruillante de tout à l'heure
et cette paix saisissante, cette nuit que trouait seulement de loin en
loin le faisceau lumineux d'une voiture, et ces étoiles qui luisaient
avec indifférence, immuables dans leur sérénité."
Pierre Rousseau, l'Astronomie 1959

" C'est aux poussières interstellaires que nous devons notre atmosphère et nos océans".
H. Reeves (patience dans l'azur)

"Personne ne sait comment sont exactement les choses quand on ne les regarde pas".
H. Reeves (patience dans l'azur)

"Partir du travail à 9 heures, sortir à 5 heures de l'après-midi, dîner,
regarder la télévision, puis aller se coucher. La vie ne s'arrête pas là.
On peut observer la Terre tout au long de la journée en se promenant dans
les parcs, en voyageant, en faisant le touriste.
Mais la nuit on peut aller plus loin.
Inutile de se déplacer il suffit de lever la tête.
On peut alors parcourir des milliards de km, des milliards d'années-lumière
si l'on veut.
Il faut regarder le ciel. On accède alors à une réalité beaucoup plus vaste"
Yan Shelton (astronome américain)

"Je me souviens d'être rentré chez moi un soir vers l'âge de 12 ans.
C'était juste après minuit. Les réverbères dans la rue venaient de s'éteindre.
J'ai vu alors le ciel nocturne comme je ne l'avais jamais vu auparavant
et comme je l'ai rarement vu depuis.
Il était magnifique. On pouvait voir la Voie Lactée, la Galaxie.
On aurait dit une bande lumineuse qui traversait le ciel.
J'aurais aimé avoir un vaisseau spatial pour l'explorer.
Aujourd'hui je sais qu'on peut explorer le ciel avec l'esprit sans
avoir à quitter la Terre."
Stephe Hawkins (1993)

"... nous vivons avec des idées qui, si nous les éprouvions vraiment, devraient bouleverser toute notre vie".

A. Camus

"Les étoiles sont le fruit doré d'un arbre hors d'atteinte".

George Heliot

"Brillante étoile que n'ai-je ta constance ?"

John Keats

"La plaque du foyer noir, de réels soleils des grèves
ah ! puits de magies"

A. Rimbaud (illuminations)

"La nature est un livre sublime que nous ne devons pas nous lasser de lire. Il est écrit pour toutes les âmes. Nul livre humain ne peut lui être comparé... Vivre dans la contemplation du beau, dans la poésie de la nature et de l'art, dans la recherche du vrai et du bien, quelle vie pourrait être supérieure à celle-là ? Je n'en ai pour ma part jamais ambitionné d'autre".

Camille Flammarion
Fondateur de la SAF

"Les hommes passent, les grenouilles restent".

Jean Rostand (pensées)

"Nous avons trop aimé les étoiles pour avoir peur de la nuit".

Epitaphe sur la tombe de deux astronomes amateurs
Carl Sagan (Cosmos)

"Science sans conscience n'est que ruine de l'âme"

Rabelais

"Ignorance est mère de tous les maux"

Rabelais

"La liberté consiste à pouvoir faire tout ce qui ne nuit pas à autrui..."

C.Debussy

"Face aux grands périls, le salut n'est que dans la grandeur"

C.de Gaulle

"Un grand peuple sans âmes est une vaste foule"

A. de Lamartine

IMPACT SUR LE MILIEU NATUREL

- **LA VISION DE NUIT**
  LOUIS BERTRAND / ALBIREO

- **LE CERF**
  SOPHIE BARRANCO

LA VISION DE NUIT
MONSIEUR BERTRAND / ALBIREO

1) LA FONCTION VISUELLE

La fonction visuelle s'exerce normalement dans trois niveaux :

- un niveau photopique, correspondant à un bon éclairement naturel ou artificiel : vision pendant le jour.
- un niveau scotopique (scotos = les ténèbres), qui correspond à un très faible éclairement (vision de nuit sans lune et sans étoile).
- un niveau mésopique (mésos = situé au milieu), intermédiaire entre les deux précédents (fin ou début du jour).

Les rapports de luminosité entre les extrêmes sont de 1 à 10 000.

L'oeil est donc capable de modifier sa sensibilité en fonction de l'excitation à laquelle il est soumis. L'adaptation à l'obscurité représente la fonction visuelle la plus élémentaire. Elle est sous la dépendance de nombreux facteurs et varie en particulier en fonction des stimulations lumineuses subies dans une période de temps plus ou moins rapprochée.

2) ANATOMIE

On admet que la rétine est peuplée de deux catégories de photo-récepteurs : les cônes et les bâtonnets.
- Aux cônes est dévolue la reconnaissance des formes et des couleurs; ils prédominent dans la partie centrale de la rétine et sont adaptés à la vision de jour.
- Les bâtonnets permettent la vision aux basses luminances donc la nuit; ils sont vingt fois plus nombreux (environ 150 millions) et se situent à la périphérie de la rétine; ils ne sont pas représentés au centre de celle-ci.

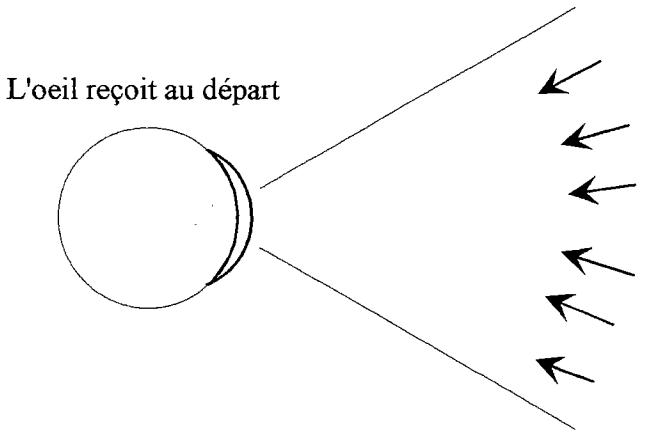
3) CARACTERISTIQUES DE LA VISION NOCTURNE

3.1 - On a pu calculer que pour obtenir une sensation (un "signal"), 54 à 148 photons (1) doivent arriver sur le plan cornéen. Du fait de la dispersion dans les milieux oculaires et de la réflexion initiale, 5 à 14 photons seulement sont absorbés par les cellules photo-réceptrices, soit moins de 10%.
Un photon arrivant sur un bâtonnet n'entraîne pas obligatoirement sa stimulation. Il faudrait l'arrivée de 2 à 10 photons sur la rétine pour déclencher la perception.
Comme il est peu probable que deux photons parviennent au même bâtonnet, on admet que deux photo-récepteurs distincts doivent être atteints par un photon pour déclencher une sensation lumineuse.

3.2 - Sur le plan pratique, on doit admettre que la vision de nuit est avantageuse car elle ne nécessite qu'une très faible quantité de lumière.

(1) photon : cf glossaire

LA VISION NOCTURNE



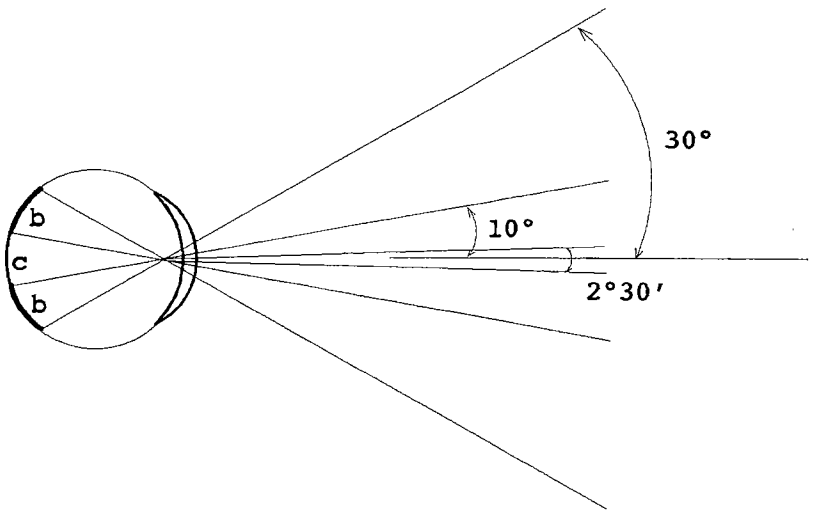
4% sont réfléchis extérieurement

48% sont dispersés

33% sont réfléchis intérieurement

9% seulement atteignent les cellules

Sensation : 2 photons sur 2 bâtonnets au moins pour une durée optimale de 1 ms.



c : cellules à cônes

b: cellules à bâtonnets

La sensibilité augmente en effet jusqu'à un maximum qui correspond à une luminance 10 000 fois plus faible que celle qui était nécessaire pour être perçue en vision photopique.
Mais la vision de nuit ne présente pas que des avantages. (voir transparents 2 et 3).

4) LES HANDICAPS DE LA VISION NOCTURNE

4.1 - L'adaptation : la vision nocturne s'établit lentement et l'adaptation n'augmente pas d'une manière proportionnelle au temps (transparent n°6) ; elle est pratiquement réalisée à partir de la 20ème minute.

4.2 - L'acuité visuelle est très réduite, inférieure à 1/10ème. Il n'y a pas de bâtonnet dans la macula, d'où la création d'un scotome central (zone de non perception).

4.3 - Le sens des formes est altéré, de même que le sens du relief et le sens du mouvement.

4.4 - Il n'y a pratiquement plus de vision colorée : "la nuit tous les chats sont gris".

4.5 - Le champ visuel est rétréci par la présence du scotome central absolu de 2°30 en moyenne ce qui interdit la fixation centrale.
Il est à noter que ce sont les astronomes les premiers qui ont décelé cette anomalie. Par contre les limites périphériques sont relativement conservées (du côté temporal on note seulement un rétrécissement de 30°).

4.6 - Le sens des contrastes (phénomène de Purkinge) : la rétine périphérique ne distingue pas la tonalité des couleurs mais elle est sensible à la brillance relative des diverses teintes du spectre (1). En vision photopique, c'est le vert-jaune (550 nm) qui apparaît le plus lumineux, tandis qu'en vision nocturne, c'est le vert-bleu (510 nm). C'est ce déplacement de sensibilité qui constitue le phénomène de Purkinge. (voir transparent n°4).
On en conclut au passage que l'emploi du bleu est fortement déconseillé dans les camouflages puisque c'est la couleur la mieux perçue ; dommage pour les "poilus" de 14.
Apparition d'une myopie nocturne de l'ordre de 1 à 1,5 dioptrie. En effet, l'oeil en vision nocturne devient surtout sensible aux radiations vert-bleu dont le foyer de convergence se situe en avant de la couche des photo-récepteurs (les radiations vert-jaune convergent sur la rétine chez l'emmétrope).
Ce sont donc les petits hypermétropes non corrigés qui possèdent la meilleure vision nocturne.

4.7 - La vision noctune est fragile ; un éclairage violent détruit l'adaptation : c'est le phénomène d'éblouissement. Il entraîne une sensation pénible et parfois douloureuse et un relèvement considérable et brutal du sens lumineux.

5) QUE FAIRE ?

5.1 - L'adaptation

Bien que les cellules à bâtonnets soient dans un état d'excitation convenable afin de donner les meilleurs résultats, il faut les préparer (transparent n°6). Pour une personne exposée précédemment à une lumière artificielle intense, cela nécessitera une exposition dans l'obscurité de 30 à 40 minutes, sachant qu'au bout de 20 minutes on a atteint un bon niveau.

(1) spectre : cf glossaire

Ces 20 minutes peuvent être mises à profit pour préparer la "coupole" ou tout autre matériel à condition de fuir les lumières brillantes.
Le port de lunettes rouges (c'est le cas des radiologues) ainsi que l'utilisation de lampes rouges, comme sur les bateaux ou dans les avions autorisent la lecture, les jeux de cartes, les repas, ainsi que les conversations dans l'intimité.

5.2 - La forme

La forme physique est indispensable à une bonne vue, et particulièrement la nuit : la maladie ne serait-ce qu'un rhume, et la fatigue sont nos ennemies.

Les bâtonnets sont sensibles à la baisse de la pression partielle d'oxygène:

- l'altitude : à l'approche des 5 000 m, la réduction de la vue est de l'ordre de 45%, ce qui veut dire que si l'on observe, sans masque à oxygène, au foyer du plus beau télescope du monde à 4 200 m d'altitude, on voit moins de choses qu'à l'oculaire d'un Célestron de 20 cm à Rabastens.

- l'alcool : même si votre consommation d'alcool est suffisamment modeste pour déjouer les pièges de l'alcooltest, elle vous prive néanmoins d'une certaine quantité d'oxygène.
- le tabac réduit lui aussi la pression d'oxygène au niveau des bâtonnets.

5.3 - Le confort

La vision de nuit, comme la plupart des activités nocturnes est favorisée par le confort :
- Evitons d'avoir froid (chauffage ou vêtements chauds).

5.4 - Le décentrement du regard

Comme dit au paragraphe 4.5, ce sont les astronomes qui ont découvert le scotome central en vision scotopique et y ont remédié en décentrant légèrement le regard.
Contrairement à nos habitudes diurnes qui consistent à regarder les choses en face, il faut apprendre à décentrer notre regard d'un certain angle pour voir plus distinctement, la nuit, un objet placé en face ; dix à quinze degrés est un ordre de grandeur, variable selon les personnes.

5.5 - L'engourdissement des yeux

Les nerfs sensibles la nuit se fatiguent beaucoup plus vite que durant le jour.
Le fait de déplacer les yeux en rond aura pour effet de rénover ou de resensibiliser ces nerfs. La sensibilité maximale est atteinte juste après la rotation de l'oeil.

5.6 - Les médicaments ; les vitamines

Certains médicaments sont défavorables à la vision de nuit : les personnes qui suivent un traitement doivent se renseigner en cela.

Les vitamines : certaines vitamines favorisent la sensibilité des bâtonnets :
- la vitamine A donne le trans-rétinal ; on la trouve dans l'huile de foie de morue, le foie de veau, le beurre, le jaune d'oeuf, le camembert, le thon.
- le β carotène : dans les carottes.
- la vitamine C : agrumes, pommes de terre, fraises, kiwis.
- la vitamine E : huile de tournesol, maïs, germe de blé, margarine, choux verts, épinards.
- les myrtilles crues.

5.7 - Lutte contre l'éblouissement

L'ébouissement est une agression des yeux. Après éblouissement, la zone centrale de la rétine présente un scotome, c'est à dire une zone de non-perception, d'abord scotome absolu, puis scotome relatif.

L'acuité visuelle est effondrée, la vision chromatique impossible, tout le spectre paraît identique. En fonction de l'âge et du sexe la résistance à l'éblouissement et à la récupération varient. Pour limiter ou supprimer les effets de l'éblouissement, on essaie d'abord d'en supprimer les causes ; aussi, lorsqu'on est menacé d'avoir ses bâtonnets surimpressionnés, il faut fermer un oeil (ou les deux) jusqu'à ce que le danger soit écarté ; ensuite, en fermant alternativement les yeux, on s'adapte rapidement de nouveau à l'obscurité.

- On peut porter des lunettes rouges autour du cou.
- Les verres teintés et les verres filtrants diminuent la durée de l'éblouissement.- Pendant les orages, dans les cabines de pilotage, on allume des lampes anti-flash.
- Les médicaments vasodilateurs et des dérivés des anthocyanosides améliorent la récupération.

CONCLUSIONS :

-La vision de nuit cela se prépare et ça se travaille.

On explore la nuit avec les yeux qui sont les capteurs de l'information, le cerveau analyse les signaux perçus et finalement c'est lui "qui voit". Certes nous ne verrons jamais la nuit aussi bien que le hibou mais nous avons un avantage sur lui : nous y voyons mieux le jour sans difficulté.

LE CERFS
COLLOQUE "CIEL NOCTURNE"
SOPHIE BARRANCO

Qu'est-ce-que le C.E.R.F.S. :
"Centre d'Etude et de Réhabilitation de la Faune Sauvage".

• Association Régionale de Protection Nature

- 4 objectifs statutaires : - soins + réhabilitation
- études
- protection
- information

• "Centre de Transit et Elevage Animaux d'Espèce non domestique"

Réglementation Ministère Environnement habilité/Mammifères et Oiseaux

• Centre régional Midi-Pyrénées de l'U.N.C.S.
(Union Nationale Centres de Sauvegarde)
Haute-Garonne, Ariège, Sud Tarn-et-Garonne et Ouest Aude.

Centre régional UNCS à Millau / Gd Causses
à Tonneins / Aquitaine

• Fonctionnement actuel

- Hébergement dans l'école vétérinaire de Toulouse
- Moyens logistiques de l'ENVT
du CERFS

- Moyens financiers : adhésions CERFS

Remarque : aucune subvention de fonctionnement provenant des collectivités locales

- Moyens humains 4 CES payés en % par CERFS
30 bénévoles actifs

- Locaux = insuffisants et inadaptés

- Hospitalisation 600 animaux /an

Impact de la Société / FAUNE SAUVAGE

Le CERFS est le miroir de cet impact ; c'est la partie émergée de l'iceberg (animaux morts) (probabilité découverte)

- Les causes naturelles sont la maladie.

- Les causes humaines directes sont :
  - mythe de "nuisibles" par tir ou piégeage
  - gêne/néoruraux par dénichages (greniers)
  - méconnaissance, sensiblerie par capture juvénile (faons, chouettes).

- Les causes humaines directes (la société) sont le fait de :
  - collisions ... sur baies vitrées, vérandas (épervier)
    ... par véhicules diurnes = buses
    nocturnes = chouettes, chevreuil

    ... des cables et lignes électriques
  - pollutions, intoxications - directes (rare)
    - indirectes / proies

Globalement 1/3 nuisances-impact "délibérés"
1/3 accidents "fortuits"
1/3 récupération "injustifiée"

Impact "Ville lumière" / "Noctambules"

Pas évident !

Si impact il y a, celui-ci est indirect à plus ou moins long terme, il s'agit plutôt d'une gêne.

Fonction/faculté adaptation espèces-individus

ex : Les pigeons dorment non loin des monuments illuminés !
ex : Chouette Effraie chasse dans phares d'une voiture ... (collisions)
ex : Etourneaux en hiver = dortoirs en ville
ex : Chouette Chevêche , Hiboux brachyotes (rapaces nocturnes) chassent aussi de jour
ex : Chouette Effraie et Hulotte vivent en plein Toulouse (chassent surtout par l'ouie)
ex : Renards font poubelles de Londres la nuit

===> Difficile à prouver !
- Etudes statistiques évolutives, multifactorielles
- Etudes "in vitro" / gêne dûe à différentes lumières

- Etudes sur espèces cavernicoles, nocturnes au statut précaire ou rare.

COMITE NATIONAL DU CIEL NOCTURNE

COMPTE RENDU DE REUNION PLENIAIRE
lors du 1er congrès National pour la Protection du Ciel Nocturne
RODEZ 7 et 8 octobre 1995

Membres présents du CNPPCN :
- M. Alain Weissler / SAF
- M. Jean Michel Lazou / SAF
- M. Alain Le Gué / SAF
- M. Laurent Corp / 4A+ CPCN
- M. Patrick Bury / ANSTJ

étaient également présents représentant
- l'ANSTJ / Mme Caroline Carlier
- l'AFA / M; Guillaume Cannat
- le CPCN / M.Michel Bonavitacola (co-organisateur du congrès)

étaient excusés
- M. Michel Laurent de la SAF
- M. Jean Kovalevski

Avant de commencer mon compte-rendu, je voudrais ici au nom des membres du Comité présent remercier M. Laurent Corp et toute son équipe d'avoir organisé ce premier Congrès National pour la Protection du Ciel Nocturne.

Chaque membre du Comité National a pu, au cours de ce congrès, récolter différentes informations sur les attentes des amateurs, les actions menées ou projetées, ainsi que les problèmes juridiques posés sur la protection du "ciel". Ceci permettra au Comité de cadrer ses actions et obtenir, espèrons-le, des résultats.

Je déplorerai hélas, le nombre trop restreint d'astronomes professionnels à ce congrès, mais je ne regretterai pas d'être venu, car j'ai constaté quelques lueurs d'espoir. L'accueil des autorités locales a été très bon ; elles m'ont semblé comprendre nos problèmes . De plus les professionnels de l'éclairage sont prêts, du moins dans la région Midi-Pyrénées, à collaborer avec le Centre de Protection du Ciel Nocturne (CPCN) dans le cadre d'une action pilote pour un éclairage efficace et non polluant.

De plus je reviens avec quelques idées fortes :

La première est qu'avant de s'engager dans des actions précises, il faut que le public se réapproprie le ciel nocturne et cela en commençant par les enfants. Ici le rôle de l'enseignement et de la popularisation de l'astronomie est primordiale. De plus, comme l'a dit Sylvie Vauclair astrophysicienne à l'observatoire du Pic du Midi et de Toulouse, il faut que les hommes unifient le ciel et la terre.

La seconde est qu'il faudra définir juridiquement "le mot ciel" et sa place dans l'environnement et dans le patrimoine culturel de l'humanité.

La troisième est le manque cruel d'informations sur les effets biologiques de la lumière et l'interaction probable de l'énergie lumineuse sur le climat en liaison avec la pollution de l'atmosphère.

La quatrième est que notre action ne verra des aboutissements que dans le long terme, l'ignorance du ciel étant grande dans le public.

Mais ce travail est exhaltant ; c'est l'unification de l'humanité et de la nature où l'harmonie de l'humanité avec le cosmos devra être notre but pour les générations futures.

La réunion débute par une communication de Monsieur Weissler qui décrit l'organigramme du CNPPCN comme une pyramide ayant au sommet Monsieur Jean Kovalevsky, Président d'honneur qui fut au début de notre action auquel il convient de rendre hommage. Monsieur Weissler passe ensuite par la distribution des postes à pourvoir avec l'assentiment des membres présents, à savoir :

Président : M. Alain Weissler, membre SAF

Trois postes de vice-présidents, un par association : M. Michel Laurent pour la SAF.

L'AFA et l'ANSTJ ne pourront communiquer leurs membres à ces postes qu'après délibération de leurs bureaux respectifs.

Secrétaire : M. Alain Le Gué, membre SAF.

Trésorier : le poste n'a pu être pourvu ; il serait intéressant qu'il soit attribué le plus rapidement possible.

Conseiller technique : M. Jean Michel Lazou, membre SAF.

Après ces nominations officielles s'engage un débat entre les membres présents, M. Laurent Corp propose que les signataires de la Charte pour la Protection du Ciel Nocturne deviennent correspondants actifs du CNPPCN.

Ceci n'est pas un problème et M. Weissler demande à M. Laurent Corp s'il considère le congrès comme une entité pouvant s'intégrer au CNPPCN. M. Corp répond que son désir le plus cher est de devenir un correspondant local actif pour la région Midi-Pyrénées dans le cadre du Centre de Protection du Ciel Nocturne qu'il préside.

M. Weissler précise ensuite le rôle que l'on veut donner au CNPPCN qui est une structure interassociative de coordination. Ainsi ce Comité devra avoir des correspondants locaux actifs. M. Corp est d'accord sur ce plan en rappelant que c'était le voeu de M. Michel Laurent et de la majorité des membres du Comité. Ces correspondants seraient les représentants du CNPPCN sur le terrain et seront à même de mener des projets, les contrôler ou aider à la mise en place d'autres initiatives.

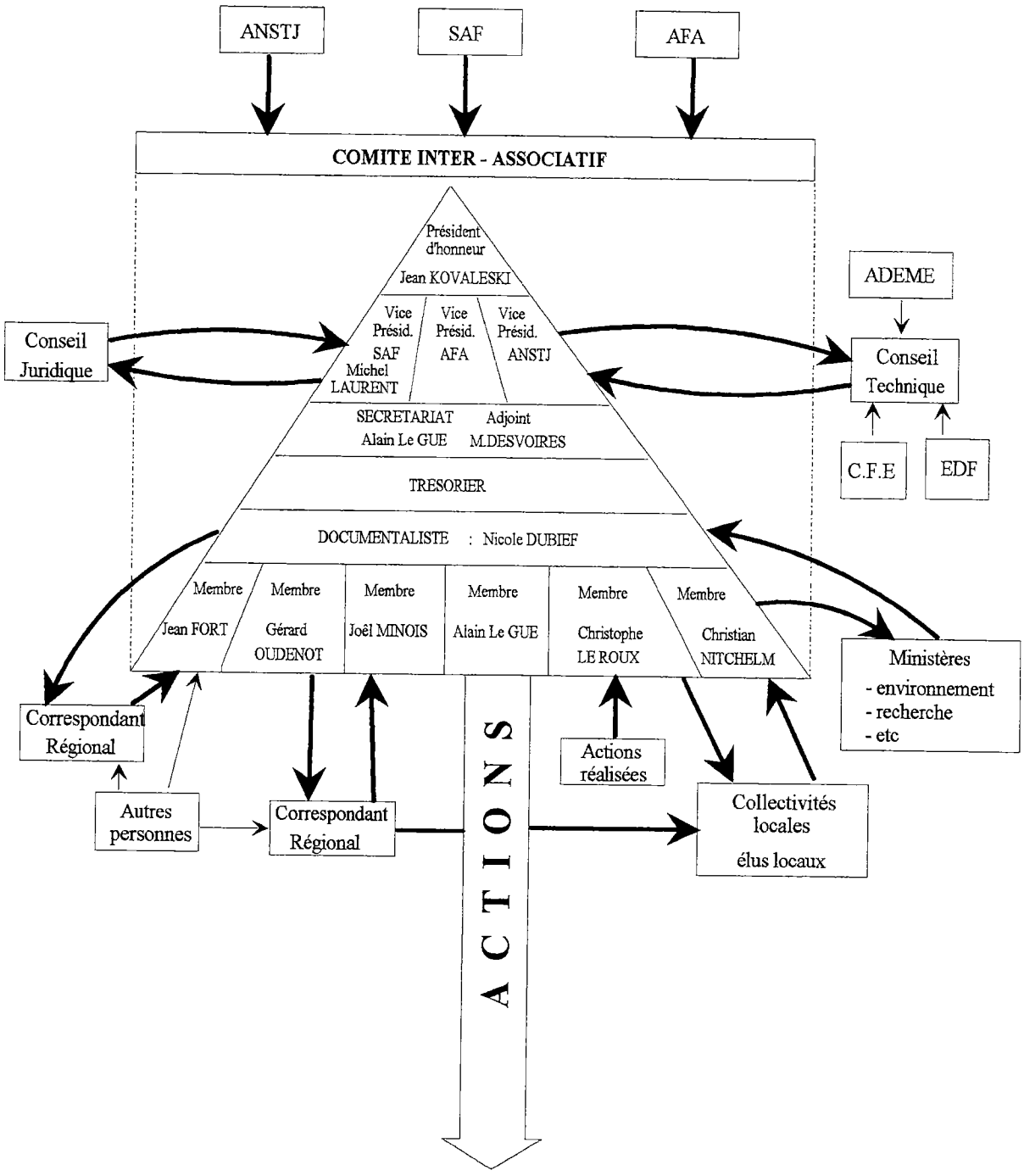
M. Weissler pose ensuite le problème de la trésorerie et du trésorier car nos actions et notre fonctionnement auront un coût qu'il faudra gérer. Pour le moment, la SAF gère une comptabilité liée au Comité dans le cadre de sa comptabilité générale. Plus tard, il se posera un problème juridique de représentativité morale du Comité quand il s'agira de recevoir dons ou subventions, d'où le choix d'un membre d'une des associations composant le comité comme trésorier.

La réunion se termine sur ce problème appelé à être résolu et sur d'autres que nous pourrons, je l'espère, solutionner rapidement : M. Laurent Corp nous signale la confusion des sigles et leur signification entre le CNPPCN et le CPCN. Ceci est troublant, nos prochaines réunions devront y remédier.

Les membres de ce Comité se sont retrouvés ensuite autour d'une bonne table en discutant de l'avenir, et d'un prochain congrès, dans deux ans peut-être.

Il ne faudrait pas que ces congrès soient trop rapprochés; ce sentiment émane du consensus général de ce congrès et de notre réunion. Notre Comité est à l'aube d'une grande expérience humaine : la réconciliation de l'humanité et du ciel.

Alain LE GUE
Secrétaire du CNPPCN



RENDRE LE CIEL NOCTURNE

A L'HUMANITE

L'APRES-CONGRES

5ème NUIT DES ETOILES
La Société Astronomique de Bourgogne
vous souhaite la Bienvenue.

Vous qui êtes venus ce soir admirer le ciel, levez vos yeux vers lui et répondez à ces questions simples:

- **Quelle est la couleur normale du ciel la nuit?**
- Comment le voyez vous ce soir?
- Voyez vous des étoiles au dessus de la ville?

Les réponses sont, successivement: noir pailleté d'étoiles, clair et orange, très peu...
POURQUOI?

Parce qu'avec nos impôts, les villes éclairent le ciel.

Regardez les nouveaux lampadaires qui sont installés: ce sont des **boules**, ou des cubes.

- Ils n'ont pas d'abat-jour.
- Montés sur pied, plus de **50%** de leur énergie se disperse vers le ciel.
- Pour obtenir des éclairages au sol corrects pour les piétons, il faut augmenter la puissance des ampoules et multiplier le nombre des lampadaires: surcoûts en dépenses d'électricité et en entretien...

RESULTATS:

..Eblouissement garanti, en particulier en voiture (bon nombre de ces boules sont dans le champ visuel direct des conducteurs).

.. Augmentation des dépenses...pour les contribuables.

Gêne des riverains qui doivent dormir "comme en plein jour".

..Eclairage agressif, alors qu'il devrait être apaisant et sécurisant.

..**POUR LES AMOUREUX DU CIEL ET LES ASTRONOMES: DISPARITION DU CIEL ETOILE.**

Se surajoute à cet éclairage urbain mal conçu **le FLEAU** que représentent les **LASERS et CANONS A LUMIERE** des **boîtes de nuit** (vous "admirerez" probablement ce soir le projecteur de D.C.A. de "*la boite*" à Fontaine) et autres **bals** et **supermarchés.**

Les SOLUTIONS EXISTENT:

..Les "Boules lumineuses" actuelles doivent être équipées d'abat-jour.

..Les nouveaux lampadaires seront choisis selon le modèle au verso.

..Si vous allez dans des boites "de nuit", choisissez celles qui n'éclairent pas le ciel.

POUR PRESERVER CE PATRIMOINE QU'EST LE CIEL NOCTURNE ET LA LIBERTE DE LE REGARDER: n'hésitez pas à contacter vos élus.

PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT NOCTURNE

Les élus du Conseil Régional de Midi-Pyrénées, sensibilisés par plusieurs associations d'astronomes réunies en Congrès National à Rodez les 7 et 8 octobre, décident de s'associer aux efforts à accomplir pour réduire la pollution du ciel nocturne d'éclairages mal adaptés et gaspilleurs d'énergie.

Ils souhaitent que la Région Midi-Pyrénées, dont le ciel est un des moins pollués de France et qui se bat pour la survie de l'observatoire du Pic du Midi, s'engage dans la protection de l'environnement nocturne et devienne, rapidement, une Région pilote dans ce domaine.

Ils souhaitent que les Parcs Naturels Régionaux, qui se situent, en grande partie sur des territoires exempts de pollution nocturne, deviennent des espaces privilégiés de mise en application de cette politique.

La Charte de ces Parcs Nationaux devra intégrer des actions spécifiques, élaborées en concertation avec les spécialistes, afin de constituer des "réserves pour l'observation du ciel, sans pollution nocturne".

Françoise DEDIEU-CASTIES
Présidente du groupe des écologistes au Conseil Régional de Midi-Pyrénées
15 octobre 1995

QUI A VOLE LA VOIE LACTEE ?

Livrons nous à un raisonnement obscur.

De toute la lumière utlisée sur notre planète, presque 70% est gaspillée par une mauvaise optimisation des appareils d'éclairage. Le ciel étoilé, surtout dans les zones urbaines et les grandes mégalopoles est chaque fois moins visible et rend de fait, l'observation de la voie lactée de plus en plus difficile.
Notre nouveau défi consiste donc à mettre en garde tout un chacun contre la pollution lumineuse.

L'étude de projecteurs pour des applications spécifiques de régie lumineuse, les systèmes d'optiques, les écrans et les capacités d'adaptation de ces éléments aux sources lumineuses les plus innovatrices sont l'expression des efforts que nous entreprenons dans le domaine de la recherche afin d'endiguer le phénomène de la pollution lumineuse.

Si vous aussi partagez notre position sur la dégradation de l'environnement étroitement liée à un mauvais éclairage et êtes de ceux qui souhaitent apporter des solutions concrètes, rejoignez-nous dans cette démarche en prenant contact avec nous.
Nous mettrons notre savoir-faire au service de vos projets de régie lumineuse.

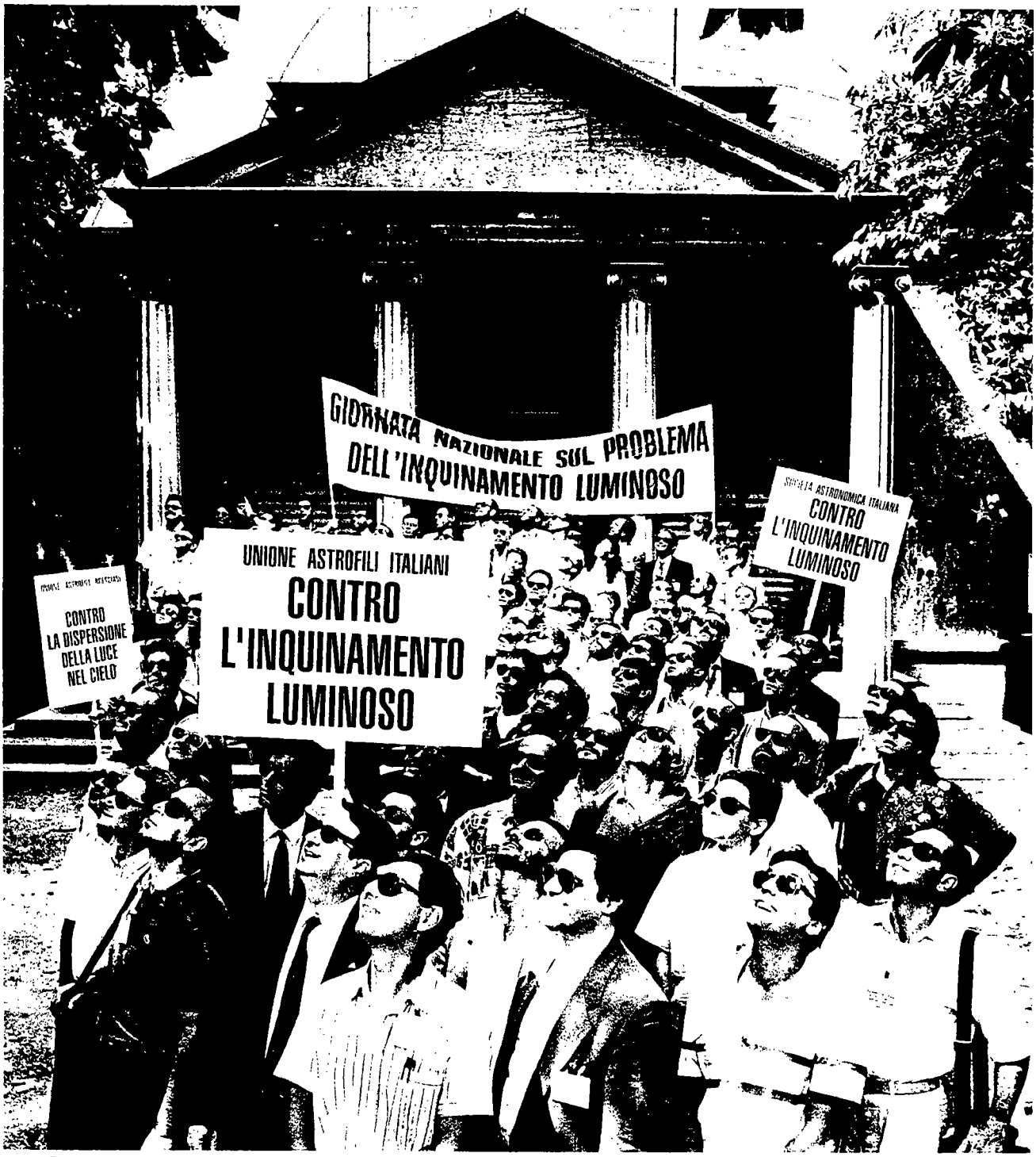
Rendez-nous la voie lactée !

240

- Italie -

Stiamo lavorando perché il loro appello giunga al cielo.

STZ



iGuzzini illuminazione i071/7553*1 è un'azienda del Gruppo FIMeG Iniziative Guzzini

Questi uomini non appartengono a un Centro Sociale, ma sono molto incazzati lo stesso. Il loro lavoro è lo studio delle stelle e dei pianeti, la loro lotta è contro l'inquinamento luminoso e in tutela del cielo stellato: sono i militanti dell'Unione Astrofili e della Società Astronomica Italiana.

Al culmine di una stagione di lotte, hanno manifestato così davanti al Planetario di Milano.

I loro occhi d'astrofili, i loro telescopi, sono come accecati: una irrazionale e indiscriminata quantità di luce, dispersa ogni notte in cielo, ha reso sempre più difficile la visione del firmamento. Centinaia di miliardi, spesi per l'illuminazione notturna e per la ricerca astronomica, vengono gettati al vento inquinando e prosciugando le risorse del nostro paese.

Ma qualcosa si sta finalmente muovendo.

Un disegno di legge, appoggiato congiuntamente da tutte le forze presenti in Parlamento, potrebbe portare l'Italia in testa a tutti gli altri paesi, con una legislazione d'avanguardia contro l'inquinamento luminoso.

Sarebbe un segno di civiltà tra i tanti segni confusi che ci arrivano, da cielo e da terra. Forse, grazie a questi uomini e a strumenti innovativi come gli apparecchi di illuminazione con ottiche asimmetriche, i frangiluce, i sistemi cut-off e una corretta progettazione illuminotecnica, i nostri figli potranno pronunciare e comprendere il senso di queste parole: "...e quindi uscimmo a riveder le stelle" (Dante, inf.).

Con iGuzzini, contro l'inquinamento luminoso.

(3)
Livrons-nous à un raisonnement obscur.
Une régie lumineuse inadaptée et disproportionnée interfère quotidiennement sur les relations entre la nuit e le jour, en brisant l'espace, essentiel pour tous les êtres vivants, du ciel nocturne étoilé. Espace réel et symbolique tout à la fois.
Dans le cas frappant de la ville de New York, il n'est plus possible de voir la pleine lune à l'oeil nu. Les premiers à constater l'existence de ce phénomène ont été les observatoires astronomiques. Et le premier de tous, l'observatoire de Mount Wilson (Los Angeles), dans la bien lointaine année 1908. Depuis cette date, l'astronomie a trouvé sur terre son plus grand ennemi: la pollution lumineuse. Un phénomène qui a pris aujourd'hui des dimensions prodigieuses.
Hormis le fait de constituer une grave dégradation de l'environnement, la pollution lumineuse est aussi une forme de gaspillage énergétique qu'il n'est plus possible de taire: 30% de l'énergie produite dans le monde entier à des fins d'éclairage se perd dans le ciel.
Cause et effet d'une pollution lumineuse, ce surplus d'énergie provoque en outre un surcroît de pollution spéculaire qui, en regard de l'énergie consommée, est dépourvu de toute justification d'une quelconque utilité productive.
P[illegible] combattre l'un et l'autre, iGuzzini a mi[illegible] point une vaste gamme d'instruments d'éclairage de nature à contrecarrer ces effets. Et, qui plus est, iGuzzini a lancé une campagne destinée à donner des informations exhaustives sur la question de la pollution lumineuse et les moyens de s'y opposer victorieusement.
En utilisant aussi les moyens les plus provocateurs et les plus révélateurs dont dispose la publicité pour développer une nouvelle culture de l'éclairage dans les plus larges couches de la population et, en particulier, auprès des personnes qui travaillent à l'élaboration et à la planification de l'éclairage public et privé.
La campagne "Avec iGuzzini, contre la pollution lumineuse" s'articule autour de deux moments fondamentaux et d'une utilité incontestée: le premier, de communication institutionnelle et de produit, par des annonces sur double page dans des revues d'opinion; le second, en rupture ouverte avec d'importants sujets d'actualité, par des pages entières dans les quotidiens afin de donner le plus grand retentissement à la lutte contre la pollution lumineuse et contre le gaspillage é[illegible]tique, dans un riche éventail de tons, de registres et de modalités de communication.
"Qui a volé la Voie lactée" n'en était que le début.
Et maintenant, Mesdames et Messieurs, voici la campagne.

Annonces double page dans des revues d'opinion.

(4/5)
Qui a volé la Voie lactée?
Livrons-nous à un raisonnement obscur.
De toute la lumière utilisée sur notre planète, presque le 70% est dépensé en pure perte vers le ciel à cause d'un mauvais emploi des appareils d'éclairage. Le ciel étoilé, surtout dans les centres urbains, est chaque fois moins visible et la Voie lactée est devenue le privilège de quelques-uns. Notre nouveau pari est de combattre la pollution lumineuse.
L'étude de projecteurs pour des applications spécifiques de régie lumineuse, les systèmes d'optiques, les écrans et les capacités d'adaptation de ces éléments aux sources lumineuses les plus innovatrices figurent au coeur de la recherche que nous sommes sur le point d'achever pour contrecarrer techniquement ce phénomène.
Si vous pensez aussi qu'une réaction concrète à la dégradation de l'environnement provoquée par un mauvais éclairage constitue la meilleure riposte à ce problème, contactez-nous.
Nous mettrons notre savoir-faire au service de vos projets de régie lumineuse. Rendez-nous la Voie lactée!
Avec iGuzzini, contre la pollution lumineuse.

(6/7)
Les plafonniers de la série Iris sont aussi disponibles avec un effet de halo.
Pour l'amour du Ciel! Et de toutes les étoiles. De la Lune et de l'étoile Polaire. D'Orion, de Pégase, de la Grande Ourse. De Mars, Vénus, Sirius. Et de la Terre. Et pour s'opposer aux attaques aveugles contre l'obscurité de la nuit.
Les plafonniers de la série Iris garantissent une économie d'énergie de 70 à 75% par rapport aux sources lumineuses traditionnelles. Ils répondent aux normes de protection anti-incendie F, bénéficient d'une résistance de 850°C à l'essai au fil incandescent et entrent dans la classe d'isolation 2.
Ils sont dotés d'un filtre antiparasite radio et correspondent à un degré élevé de protection, IP 553, qui permet l'installation la plus sûre en extérieur.
En blanc, noir ou dans des coloris métallisés gris, vert et rouge, la série Iris comprend diverses dimensions, puissances et plusieurs types de distribution lumineuse. Elle fait partie d'une vaste gamme de nouveaux produits pour la régie lumineuse en extérieur, destinés également à combattre la pollution.
Quant aux versions avec "effet halo", étudiées pour des exigences d'application particulières, elles confèrent une aura qui ne pourra en aucun cas être considérée comme le fruit du hasard.
Avec iGuzzini, contre la pollution lumineuse.

(8/9)
La lumière peut faire plus peur que la nuit.
Nous venons au jour. Après neuf mois (peut-être inoubliables) passés dans le ventre maternel, tout ce qui nous entoure devient brusquement réel.
C'est le premier traumatisme. La lumière et la réalité semblent être la même chose.
Puis, peu à peu, nous apprenons beaucoup de choses que la lumière ne disait pas.
Par exemple, que la lumière peut même prendre forme de chimère, se convertir en instrument de torture ou, plus simplement, provoquer des maux de tête.
En réalité, la lumière exerce sur nous une influence encore plus grande que celle que nous pouvons consciemment percevoir. Des troubles visuels graves. Des altérations du rythme circadien et des problèmes psychophysiologiques à l'instar du SAD (un syndrome dépressif qui se manifeste par une envie démesurée de sucre chez la femme).
Des parcs désormais privés de toute forme de vie et des plantes qui souffrent de l'utilisation aveugle de lumière artificielle. Et c'est autrement plus grave que ce que nos yeux peuvent voir.
iGuzzini réalise des systèmes de technique d'éclairage qui font obstacle aux diverses formes de pollution lumineuse, à l'extérieur, à l'intérieur, dans nos esprits. Appelez ce numéro avant d'en avoir véritablement besoin: +39 (0)71 75881.
Avec iGuzzini, contre la pollution lumineuse.

(10/11)
Avez-vous vu comment nos lampes aussi ont grandi?
Elles ont tellement grandi que vous pouvez leur passer dessus avec la tondeuse. La série Light Up, projetée par iGuzzini avec l'assistance de Gianfranco Paghera, est idéale pour éclairer correctement une scène naturelle à qui elle donne la juste qualité et la juste intensité de lumière.
Ce n'est qu'ainsi que la lumière sera également en harmonie avec la vie végétale et animale qui y vit. Et c'est notre domaine.
Voici quelques petites règles à la portée de tous.
Le flux lumineux sera contrôlé de manière à ne pas interférer sur la vision du ciel étoilé. De temps à autre, et en fonction des plantes, il sera recommandé d'utiliser diverses températures couleurs et des écrans anti-radiations pour ne pas gêner la croissance des plantes. Vous n'adopterez que des appareils résistants aux agents atmosphériques et aux actes de vandalisme, orientables, même s'ils sont enterrés, prévus pour l'emploi d'optiques asymétriques et de réfracteurs afin de garantir le contrôle de l'effet d'illumination désiré. D'une manière plus générale, la régie lumineuse suivra toutes les règles de l'éclairage intérieur.
Cela dit, il serait bon de se souvenir aussi d'arroser les plantes et d'appeler iGuzzini: +39 (0)71 75881.
Avec iGuzzini, contre la pollution lumineuse.

(12/13)
Sur cette photo, la seule lumière naturelle est une merveilleuse aurore boréale, en haut à gauche, au-dessus du Groenland.
Depuis le ciel, on voit des choses que nous, humains, ne pouvons même pas imaginer.
Des flottes de pêcheurs au large du Japon munis de lampes de plusieurs mégawatts.
Des puits de pétrole dont les torchères s'élèvent au-dessus du Golfe Persique, de l'Afrique et de la Russie. Des explosions de gaz sur les hauts plateaux de la Patagonie. D'obsédantes lueurs flamboyer sur les villes d'Europe. Des éclairs transsibériens et l'incendie permanent de Moscou. De gigantesques routes de feu, aussi longues que celle qui s'étend de Sao Paolo à Rio de Janeiro.
Des pièges de lumière artificielle grands comme la coupole de la basilique Saint-Pierre. Le tout, fidèlement attesté par ce collage de 40 photographies prises par le Defense Meteorological Satellite Program.
L'impitoyable carte de la pollution lumineuse.
Pour éliminer le gaspillage de l'énergie vers le ciel (près de 30%), nous avons mis au point de nouveaux projecteurs, adaptables aux sources de lumière les plus innovatrices, optiques, écrans et règles de régie lumineuse antipollution.
Si, vous aussi, vous pensez qu'il est temps d'agir, contactez-nous: +39 (0)71 75881.
Avec iGuzzini, contre la pollution lumineuse.

(14/15)
Le 30% des dépenses pour l'éclairage public est celui qui se voit mieux de loin.
Clic.
Par ce geste, des milliards de lumières s'allument tous les jours. Un halo lumineux prend la place du ciel. Et il s'étend aussi sur nos cités du Moyen-Age ou de la Renaissance.
En dispersant la lumière, les administrations locales gaspillent 30% de l'énergie qu'elles utilisent.
De l'argent jeté par les fenêtres.
L'unique alternative à l'obscurcissement est la régie lumineuse. Des projets qui mettent la ville en valeur, grâce à des appareils qui permettent le contrôle total du flux lumineux, sans polluer.
A l'image du système Lingotto, composé de quatre types de distribution photométrique, compatibles avec les sources lumineuses les plus novatrices. Ou les systèmes Cut Off et Public, une gamme complète de distribution lumineuse et une solution esthétique uniforme pour les réverbères.
Urbanistes, conseillères ou conseillers municipaux, n'hésitez pas à nous appeler, ne serait-ce que pour un avis: +39 (0)71 75881.
Il en va de vos lumières.
Avec iGuzzini, contre la pollution lumineuse.

(16/17)
Vous souvenez-vous encore de votre première lampe écologique?
Il n'est guère de phénomène aussi émouvant que les lucioles dans l'obscurité de la nuit. Peut être aussi parce qu'il est de plus en plus difficile d'en voir.
Dans l'attente de la lumière qui viendra, une lumière qui respecterait ce qui l'entoure, animaux, plantes, ciel étoilé et tous les autres occupants de la planète, nous avons déclaré la guerre à la pollution lumineuse.
Avec des systèmes pour l'extérieur compatibles avec les nouvelles sources lumineuses et équipés d'optiques protégées par des écrans, à l'image de Lingotto, Cut Off et Public, pour obtenir un vaste contrôle du flux lumineux et une économie d'énergie qui peut atteindre 70%.
Avec des optiques à basse luminance et à alimentation électronique pour les appareils utilisés sur le front interne.
Avec des stratégies qui déterminent toutes les possibilités d'application à vos problèmes spécifiques de régie lumineuse, pour l'éclairage public ou privé.
Appelez-nous donc: +39 (0)71 75881.
Avec iGuzzini, contre la pollution lumineuse.

(18/19)
Après le troisième cocktail, même nos lampes Pixy ne font plus effet.
Nous sommes tous accros à la lumière.
En réalité, il ne s'agit, comme toujours, que d'une question de dose.
Un éclairage excessif portera sur les nerfs de vos hôtes et rendra laborieuse la dégustation de vos cocktails. Un éclairage insuffisant, en revanche, comportera des risques inhabituels, même pour les abstinents, s'il y en a.
Nous vous suggérons donc un équilibre mesuré de tous les ingrédients.
Un éclairage de nature à faciliter vos propres déplacements et à susciter l'admiration. Des guides lumineux comme Pixy (les lampes proches des jambes du modèle) fonctionnent aussi en cas de coupure de courant; Walky, à la lumière diffuse et voilée, ou Comfort, dans leur grande diversité de formes; pour conclure, la prestigieuse série Light Up, née du shaker de l'architecte Paghera, enfouie dans le sol, destinée à illuminer les plantes et dotée d'un compartiment pour accueillir des essences parfumées exclusives qui rendront votre régie lumineuse encore plus chaude et séduisante.
L'utilisation du téléphone sera appréciée, mais uniquement avant le troisième cocktail: +39 (0)71 75881.
Avec iGuzzini, contre la pollution lumineuse.

(20/21)
3 x 1
Un exemple à ne pas suivre.
Si la lumière naturelle imitait dans ses manifestations terrestres les performances de la lumière artificielle, nous assisterions à de superbes couchers de soleil comme celui-ci tous les jours.
Ce serait sans doute grisant, mais déconseillé pour de nombreux motifs, dont le dernier ne serait pas notre propre présence sur la planète.
Dans le monde entier, l'éclairage artificiel disperse vers le ciel jusqu'à 70% de la lumière, en gaspillant le 30% de l'énergie électrique utilisée.
Une gigantesque erreur de calcul est la cause première de la pollution lumineuse. En la réduisant, nous nous rapprocherons d'autant de la nature, de son sens de l'économie et peut-être même de Dieu.
Chaque appareil, système ou régie lumineuse que nous produisons constitue déjà la meilleure proposition de réconciliation entre l'Homme, la Nuit, la Consommation d'énergie et l'Architecte divin.
C'est notre 3 x 1.
Pensez-y bien, et aussitôt après, appelez ce numéro: +39 (0)71 75881.
Avec iGuzzini, contre la pollution lumineuse.

(22/23)
En première ligne, dans votre vitrine aussi.
La paix a éclaté.
Une joyeuse machine de lumière impose une trêve entre architectes et techniciens installateurs.

Né de la collaboration entre Gae Aulenti et Piero Castiglioni pour l'illumination du Palazzo Grassi de Venise, adopté par la Triennale de Milan et par les grands magasin Coin, Cestello est destiné à l'une des missions les plus glorieuses de la lumière, la présentation et la mise en valeur des objets d'une exposition.
Outre le fait de réaliser des régies lumineuses spectaculaires, le système Cestello réduit au minimum le travail d'installation, grâce au génial système de fixation mobile des projecteurs.
Il propose diverses possibilités d'agencement, en ligne ou en colonne, et de fixation des éléments, au plafond ou sur les parois.
La sobriété des systèmes modulaires et l'orientabilité, de la structure et de chaque projecteur, sont toutes deux précieuses.
C'est l'allié naturel de vos tranchées commerciales, les vitrines.
Pour votre Jour-J, le numéro à composer est: +39 (0)71 75881.
Avec iGuzzini, contre la pollution lumineuse.

(24/25)
Parfois, pour voir mieux, il est préférable d'y voir un peu moins.
Nous passons les deux tiers de notre vie avec les yeux ouverts.
Les yeux sont continuellement soumis à des stimuli qui agissent sur nous au-delà de [illegible] volonté.
[illegible]gardent sans qu'on leur dise de le faire.
Et ils ne voient bien ce qu'ils regardent que si les conditions de la vision le permettent. Dans le cas contraire, ils provoquent de la fatigue, mentale et physiologique.
C'est le cas quand, en raison de l'absence de lumière ou d'un éclairage déficient, nous voyons mal ou, simplement, nous ne voyons pas du tout ce que nous regardons.
A l'aide de vos propres instruments, nous vous invitons donc à agir sur le champ visuel au moyen de la lumière artificielle.
En contrôlant et en sélectionnant le choix des informations visuelles par des appareils dark-light et batwing, par des systèmes de cut-off, des réfracteurs, des écrans, des optiques asymétriques, des abat-jour, des projecteurs compatibles aux sources de lumière les plus novatrices et des projets corrects de technique d'éclairage.
Pour regarder plus et voir mieux, à nous les yeux, à vous le téléphone: +39 (0)71 75881.
Avec iGuzzini, contre la pollution lumineuse.

(26/27)
Cet animal est en voie de disparition. [illegible]vons-le.
[illegible] chasseurs ne sont pas en cause.
Le coupable, cette fois, est la pollution lumineuse. Et nous sommes tous coupables. Le Licantropus Erectus, vulgairement appelé loup-garou, est la victime la plus démunie d'un éclairage nocturne irrationnel.
Il vit généralement en ville et se déplace rapidement dans les campagnes voisines, une fois sa transformation accomplie, sous l'influence de la pleine lune. Contrairement à de vieilles légendes, il est absolument inoffensif.
Dans le ciel inondé de lumière artificielle d'une ville comme New York, où les loups-garous naguère étaient innombrables, on ne voit plus ni pleine lune, ni ciel étoilé. Et, aujourd'hui, le loup-garou américain n'est plus qu'un souvenir.
Ce phénomène se propage dangereusement, même sur notre continent. Si vous voyez l'un de ces animaux ou si vous désirez plus d'informations sur la pollution lumineuse et les instruments écologiques de défense existants, tels qu'optiques asymétriques, abat-jour, cut-off ou règles de régie lumineuse, appelez le +39 (0)71 75881.
Chacun sait qu'un coup de téléphone peut sauver une vie.
Avec iGuzzini, contre la pollution lumineuse.

(28/29)
Light Light
Light is lightness. Il y a lumière et lumière. Gabbiano n'est pas uniquement le plus aérien, les plus léger des appareils d'éclairage, mais aussi celui aux plus grandes possibilités d'articulation jamais réalisé. A ce propos, toute allusion aux célèbres Leçons Américaines d'Italo Calvino sera la bienvenue.
Son corps est conçu de façon à s'adapter à dix types différents de sources lumineuses et à une vaste gamme d'accessoires qui permettent une multiplicité d'utilisations: verres colorés, réfracteurs pour distribution concentrique ou elliptique du flux lumineux, filtres U.V. et infrarouges. Il est possible de le bloquer en position verticale jusqu'à 100°, de le faire pivoter de 340° ou de l'installer en applique, permettant un emploi de la lumière en grand angle. Il est disponible en trois modèles, avec ou sans socle.
Ah, nous allions oublier: à gauche un rare exemplaire de lampe de table, une oeuvre d'Eichberg, en bronze avec des incrustations de verre coloré en forme de cristaux, de la collection de la Galerie Française d'Art Décoratif.
Si vous souhaitez faire un investissement d'avenir: +39 (0)71 75881.
Avec iGuzzini, contre la pollution lumineuse.

(30)
Annonces page entière dans les quotidiens.

(31)
Abolissons l'heure d'été une fois pour toutes.
Une fois de plus, c'est arrivé.
Comme chaque année, le législateur nous a imposé, et a deux reprises, le changement d'heure qui introduit et annulle l'heure d'été.
A cette occasion, l'hypocrisie de tous les Etats qui prennent part à l'événement se dissimule derrière une économie d'énergie et passe au-dessus de la tête des citoyens inconscients, sans le moindre égard pour le rythme circadien et les habitudes de presque un milliard de personnes.
Un rituel sacrificiel légalisé pour le bénéfice d'une heure d'énergie. Beaucoup moins que celle que nous dispersons toutes les nuits dans le ciel par un éclairage nocturne conçu de manière irrationnelle et assuré par des instruments inadaptés: le 30% de l'énergie électrique que nous produisons pour nous éclairer.
Une atteinte grave, qui entraîne tout à la fois la disparition de la Voie lactée et l'obscurcissement du ciel étoilé.
A partir des chiffres communiqués par Enel, (Agence Nationale italienne pour l'Energie Electrique) les prévisions établies pour la période d'application de l'heure d'été cette année évaluent à 700 millions de kWh l'économie consécutive à son application. En calculant le rapport entre des recettes de 30.104 milliards de lires et une consommation de 198.221 millions de kWh pour 1993, le coût moyen du kWh s'établit approximativement à 152 lires.
De ce fait, l'application de l'heure d'été a permis au contribuable italien de n'épargner que 106 milliards de lires, alors que le gaspillage dû à la pollution lumineuse est estimé à 300 ou 400 milliards de lires par la commission italienne d'études de l'Observatoire de Campo Catino.
Par cette annonce, nous avons souhaité porter ces chiffres à la connaissance d'un grand nombre de personnes, susciter leur réflexion et, en même temps, indiquer les solutions possibles: projets adaptés pour l'éclairage public et privé, projecteurs et réverbères équipés d'abat-jour, optiques asymétriques et réflecteurs cut-off, autant de moyens pour réaliser une régie lumineuse en mesure de s'opposer à la pollution lumineuse et de réduire le gaspillage d'énergie.
En réalité, nous n'avons rien contre l'heure d'été.
De toutes les solutions pour économiser l'énergie, il s'agit peut-être de la moins efficace, probablement de la plus perturbatrice, mais c'est déjà un commencement.
Ce n'est ni l'unique, ni la plus importante des solutions possibles. L'heure était simplement venue de s'interrompre un instant pour y songer.
Une fois pour toutes.
Avec iGuzzini, contre la pollution lumineuse.

(32)
Nous travaillons afin que leur appel parvienne au ciel.
Ces hommes ne font pas partie d'un quelconque organisme social, mais ils sont pourtant très en colère. Leur travail consiste à étudier les étoiles et les planètes, ils se battent contre la pollution lumineuse et pour la sauvegarde du ciel étoilé: ce sont les militants de l'Union Astrophile et de la Société italienne d'Astronomie.
A l'apogée d'une saison de lutte, ils ont manifesté devant le Planétarium de Milan.
Leurs yeux d'astronomes, les télescopes, sont quasiment aveuglés: la quantité de lumière dispersée de manière irrationnelle toutes les nuits dans le ciel rend toujours plus difficile la contemplation du firmament.
Des centaines de milliards de lires, dépensés pour l'éclairage nocturne et la recherche astronomique, sont simplement jetés par les fenêtres, en polluant et en gaspillant les ressources de notre pays.
Mais, enfin, les choses commencent à changer.
Un projet de loi, appuyé conjointement par tous les partis représentés au Parlement, pourrait placer l'Italie en tête des autres nations avec l'adoption d'une législation d'avant-garde contre la pollution lumineuse.
Ce serait un signe de civilisation parmi tous les signes confus qui nous parviennent du ciel et de la terre. Ce sera peut-être grâce à ces hommes, à des instruments innovateurs tels qu'appareils d'éclairage avec optiques asymétriques, abat-jour, systèmes cut-off et à des projets d'illumination adaptés que nos enfants pourront dire et comprendre le sens de ces paroles: "...Et par là nous sortîmes, à revoir les étoiles" (Dante, L'Enfer).
Avec iGuzzini, contre la pollution lumineuse.

(33)
Monsieur le Maire,
Permettez-moi de vous exposer quelques faits qui pourraient apporter d'importantes améliorations dans la vie de notre commune.
Des expériences réalisées par la Commission italienne d'étude sur la pollution lumineuse à partir de recherches de l'International Dark-Sky Association et mentionnées dans le Projet de Loi sur l'économie d'énergie présenté au Parlement italien, démontrent qu'une ville de 50.000 habitants dépense en moyenne quelque 500 millions de lires par année pour l'éclairage public. Sur ces 500 millions de lires, environ 150 sont dispersés dans le ciel et provoquent une pollution lumineuse alors que 100 autres sont gaspillés en pure perte par des réverbères et des dispositifs d'éclairage peu performants, qui excluent toute réduction de consommation.
Ce phénomène comporte deux aspects négatifs: a) Le ciel étoilé n'est plus visible ou ne l'est que partiellement; b) Le 50% ou presque des dépenses communales pour l'éclairage public est pratiquement de l'argent jeté par les fenêtres (en Italie, il s'agit d'un montant de 400 milliards de lires par année).
Une autre recherche, anglaise celle-ci ("The lighting & crime file", The Institution of Lighting Engineers, Lennox House, Warwickshire, 1990), mentionne des faits dignes d'être relevés: un bon éclairage public peut réduire de 45% les délits perpétrés sur la voie publique, vols de véhicules, attaques de personnes, cambriolages de magasins, actes de vandalisme sur le patrimoine public ou gestes de violence.
Les résultats de cette recherche nous apprennent aussi qu'un meilleur éclairage réduit de manière sensible la crainte des personnes confrontées à la criminalité diffuse, en particulier celle des femmes, 82% pour 62% des hommes, qu'il contribue à assurer une plus grande sécurité globale, à diminuer le trafic automobile par l'augmentation du nombre des personnes disposées à marcher dans les rues et à améliorer la qualité des rapports sociaux urbains, en encourageant l'usage des moyens de transport publics.
Citoyen et contribuable, je suis convaincu que la récupération du 50% de ces dépenses communales serait un bon investissement pour l'avenir de la cité.
Un avenir de prospérité et de sécurité, où l'architecture sera mise en valeur, embellie et rendue encore plus intéressante, aux yeux des touristes aussi, où les "zones d'ombre" seront supprimées, où tous les quartiers seront plus sûrs et plus agréables à vivre.
Et tout cela, sans être à l'origine de dommages à l'environnement, ni gaspillage ultérieur.
Pensez-y, Monsieur le Maire.

Indications pour l'utilisation de cette page.

Cher lecteur,
Nous vous invitons à envoyer cette lettre, sans tarder, au maire de votre ville.
Vous témoignerez ainsi de votre engagement en faveur d'un choix de civilisation et vous dénoncerez un gaspillage inconscient qui, après cette lettre, ne pourra plus être considéré comme tel.
Par cette initiative et d'autres actions, iGuzzini Illuminazione souhaite prêter assistance et soutien à tous ceux qui ont à coeur de défendre les objectifs de la lutte contre la pollution lumineuse et de donner la plus large diffusion aux informations relatives à ce phénomène.
En suivant les instructions portées au verso, cette lettre se transformera en sa propre enveloppe.
Avec iGuzzini, contre la pollution lumineuse.

(35)
Le verso de l'annonce "Monsieur le Maire" se présentait ainsi, avec les indications utiles au lecteur pour la transformer en une enveloppe à envoyer au Maire de sa commune.

iGuzzini Illuminazione France S.A.
151 Avenue du Maine
75014 Paris
Tel. +33 1 45 40 72 45
Fax +33 1 45 40 90 19
Tx +33 203305

RODEZ Centre-Presse Mardi 10/10/95

ASTRONOMIE

Rabattez la lumière

Pour protéger l'environnement nocturne les astronomes rassemblés à Rodez suggèrent... l'abat-jour

Laurent Corp était visiblement ravi, dimanche après-midi. Il faisait un temps magnifique, une chaleur presque estivale qui incitait à randonner sur quelque causse ou à farnienter sur une terrasse-piscine. Lui pourtant a passé son week-end totalement protégé des rayons du soleil dans une salle obscure conçue pour conférence au Centre culturel départemental, à Rodez. Et en plus, il se réjouissait de s'être couché fort tard et levé fort tôt.

Normal : la nuit est son terrain privilégié. Astronome (amateur) il est, astronome, il se proclame. A tel point qu'il s'est embarqué dans l'organisation du premier congrès national sur la protection de l'environnement nocturne. Ça se passait à Rodez. Le gratin de l'astronomie amateur de France était présente pour tenter de mettre en lumière quelques solutions permettant d'éviter la pollution nocturne du ciel, très gênante pour l'observation. Une évidence : les lampadaires doivent rester couverts.

COMITE NATIONAL

Ce congrès national avait pour but de permettre au maximum d'astronomes forcément intéressés par le sujet de se rencontrer. Une charte rassemblant les associations nationales existait déjà. Mais restait à mettre en mouvement pour obtenir moins de halo lumineux autour des villes.

De l'aveu de Laurent Corp, ce fut foisonnant. Exemples, suggestions, résolutions... Il est rapidement apparu que la lumière citadine idéale est celle qui est rabattue vers le sol par un abat-jour, le pire étant la boule qui disperse inutilement les rayons. Mais le cahier rempli de notes de Laurent Corp contenait de nombreuses autres idées, notamment la nécessité de sensibiliser le grand public à travers par exemple des randonnées de nuit et pas forcément par pleine lune.

« *La nuit fait partie de notre cycle,* souligne Laurent Corp. *Tout le monde peut redécouvrir le ciel étoilé* ».

A Rodez ce week-end, le comité national pour la protection du ciel nocturne a été officialisé. Laurent Corp en est le correspondant pour Midi-Pyrénées.

Un autre message a été mis en exergue : il n'est pas toujours aussi simple qu'il y paraît de changer une ampoule. Les astronomes devront, pour parvenir à leurs fins, faire preuve de beaucoup de diplomatie et de conviction pour être entendus.

Laurent Corp, organisateur du congrès, devant une maquette montrant l'efficacité de plusieurs types d'éclairage public : c'est celui qui est dirigé vers le sol avec un abat-jour qui remporte la palme.

La tête dans les étoiles mais les pieds sur terre

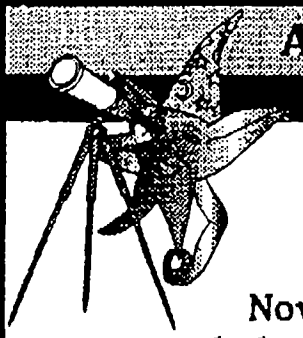
Ils ont la tête dans les étoiles mais bien les pieds sur terre. Et ils ne craignent pas que le ciel leur tombe sur la tête.

Ce week-end à Rodez, des astronomes venus de toute la France se sont retrouvés. Une première dont l'auteur, Laurent Corp, le dynamique président de l'association Andromède se félicitait.

Et quelques heures seulement après l'ouverture de ce congrès, tous les participants se réjouissaient des échanges et discussions menées.

Samedi en fin de matinée, c'est M. Jean Terral, adjoint au maire qui en compagnie de Mme de Grandmaison et de M. Rodrigues a reçu les congressistes.

Emaillant son propos de nombreuses citations fort bien choisies, il a souligné la fascination de l'homme pour le ciel, symbole de mystère. Un ciel refuge de tous les rêves et surtout de nombreux poètes. Il a surtout souhaité à tous ces scientifiques de retrouver un ciel sans lumière artificielle afin que chacun puisse à nouveau vivre la tête dans les étoiles. En toute sérénité...



Attention, vous perdez votre ciel !

Novae, qui a ses yeux partout (et pas que dans "le petit trou de la lorgnette"), a eu vent d'un problème auquel les astronomes sont de plus en plus confrontés.

En 1983, grâce à quelques passionnés, est née "l'*Association Andromède d'Astronomie Aveyronnaise*" (4A) et dès 1985, un terrain à 15km de Rodez, dans l'Aveyron, sert à l'observation.

Un soir propice à la photo astronomique, les observateurs sont agressés par... un "faisceau laser".

N'allez pas y voir un film de science-fiction ou d'extraterrestre. C'était simplement le laser d'une discothèque qui balayait le ciel ; bien qu'elle se trouve à plus de 20km du site, la photo est inutilisable.

Aujourd'hui, les membres de "4A" ont été obligés de construire leurs observatoires dans différents coins de l'Aveyron pour retrouver un ciel bien noir et exempt de lumière parasite.

Lors de rencontres avec d'autres associations d'astronomes amateurs de la région Midi-Pyrénées, et pour pallier cette "perte du ciel profond" est né le Centre de Protection du Ciel Nocturne (CPCN). Cette association ne recycle pas les déchets de l'espace (et pourtant il y en a, Novae vous en parlera une autre fois...) mais a pour objectif de freiner les "pollutions lumineuses". Stopper la dégradation du ciel nocturne et assurer la sauvegarde de la voûte céleste dans le futur est son leitmotiv.

Pourquoi dit-on que le ciel se dégrade ?

Peut-être parce que nos peurs ancestrales de la nuit sont toujours présente et que donc, nos villes cherchent à recréer le jour en pleine nuit. Enfin, à cause de nombreux autres facteurs, tels :
- l'extension des agglomérations ;
- l'insécurité grandissante dans les grandes métropoles ;
- l'éclairage "sauvage" :
- les discothèques équipées de "faisceaux lasers" ;
- l'absence d'une réglementation sérieuse sur les pollutions lumineuses ;
- ou l'activité volcanique (là, au moins, nous n'y pouvons rien...) et le dégagement de poussières par l'industrie qui augmente la diffusion des halos.

La Belgique, la Côte d'Azur, par exemple, sont complètement sinistrées. Le ciel a quasiment disparu, on ne voit plus guère que la lune et quelques planètes ; les observations astronomiques dignes de ce nom ne sont possibles qu'à 100 km des grandes métropoles.

Bien que l'éclairage public soit indispensable à la sécurité du public et des biens, un éclairage mal conçu perturbe au lieu de sécuriser, à cause de sa trop forte puissance ou de sa mauvaise orientation.

Les grandes "sources" de nuisances :
- éclairage des villes ;
- enseignes lumineuses à l'horizontale ;
- éclairage de bas en haut des monuments et des ponts ;
- "faisceaux lasers" des discothèques, depuis peu soumis à l'autorisation du préfet.

Quels en sont les effets ?

Les effets que l'on constate le plus souvent sont divers et variés :
- les animaux confondent la nuit et le jour (par exemple les étourneaux chantent tout le temps) ;
- les êtres humains sont perturbés dans leur sommeil à cause de l'éclairage qui illumine nos habitations ;
- les astronomes sont obligés de s'éloigner des villes pour continuer leurs observations.

Que peut-on faire ?

Des actions ont été entreprises par les membres du CPCN dans différentes villes de la région (Rodez, banlieue de Toulouse, etc...) afin de réduire le halos lumineux de ces villes, les 7 et 8 octobre derniers, le CPCN a organisé à Rodez le "*premier Congrès sur la Protection de l'Environnement nocturne*".

Celui-ci avait pour but de faire un état des lieux, sensibiliser les élus et les éclairagistes ainsi que le grand public et de trouver les solutions les plus adéquates pour retrouver un ciel noir.

Le ciel ne devrait pas être montré à travers des images de synthèse ou virtuelles mais tel qu'il est: il faut le montrer non pas seulement avec des ordinateurs mais le regarder avec les yeux.

L'Homme devra se rallier au ciel de la manière la plus vraie, sinon il risque de le perdre à jamais : Alors Astronomie deviendra synonyme de Télescope Spatial, VLT... et non plus d'Étoiles, de Planètes et de Rêveries.

Laurent Corp
Vice-Pdt CPCN / Pdt 4A

Voici en quelques lignes ce que vous pouvez tenter de faire si vous vous sentez agressé par un mauvais éclairage :
- tout d'abord, privilégiez le dialogue par rapport à toute action qui pourrait définitivement se retourner contre vous ; évitez absolument les pétitions.
- si vous êtes astronome amateur, ne parlez pas en tant qu'astronome, mais en tant que citoyen de votre commune, essayez de savoir si d'autres habitants sont gênés.
- l'éclairage public d'une commune dépend soit des services techniques de celle-ci, soit d'un syndicat intercommunal d'électricité. Si vous habitez dans une ville moyenne, allez rencontrer le chef de projet de l'éclairage public de votre ville, sinon celui du syndicat.
- il vous faut être préparé à l'entretien avec cette personne : essayez de savoir qui fait quoi, comment et pourquoi. Vous devez avant tout apporter des solutions et non pas tout critiquer à outrance ; la personne en face de vous n'a pas les mêmes préoccupations ; n'oubliez surtout pas que certaines pollutions sont irréversibles (l'eau, l'air, etc...), celle du ciel ne l'est pas.
- les arguments qui "ne font pas recette" sont ceux d'économies d'énergies, l'éclairage public ne représentant que 2 % de la consommation électrique d'une commune. Par contre, un éclairage approprié peut diminuer les coûts de maintenance, d'installation et faire diminuer de quelques pourcentages les impôts locaux.
- dans les prochains mois, les actes du Congrès vont paraître, ce qui vous permettra d'avoir tous les éléments techniques et juridiques en main.
- une autre action est celle qui peut être faite auprès des jeunes et du grand public : montrer que le ciel est à tout le monde et pas seulement aux astronomes, qu'il ne vous appartient pas, cher lecteur, ni à moi non plus, d'ailleurs ; le ciel noir fait partie intégrante de la nature comme nos lacs, nos forêts...

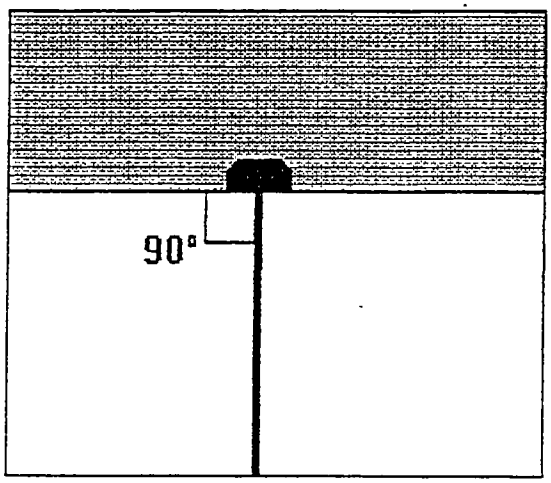
PROJET D'UN DOSSIER DE SYNTHESE DESTINE AUX MAIRIES QUI LE DESIRERAIENT

Raymond MOSSER / CPCN

Trois principes pour ne pas polluer le ciel, en économisant l'énergie et les impôts locaux

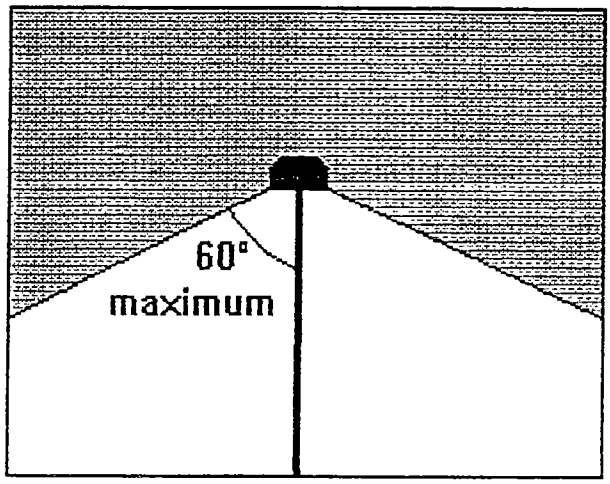
1. Un angle de défilement correct

C'est la donnée technique essentielle pour une bonne exploitation de l'éclairage public. On appelle **angle de défilement** l'angle sous lequel, par rapport à la verticale, on aperçoit directement la source lumineuse sous le capot réflecteur.



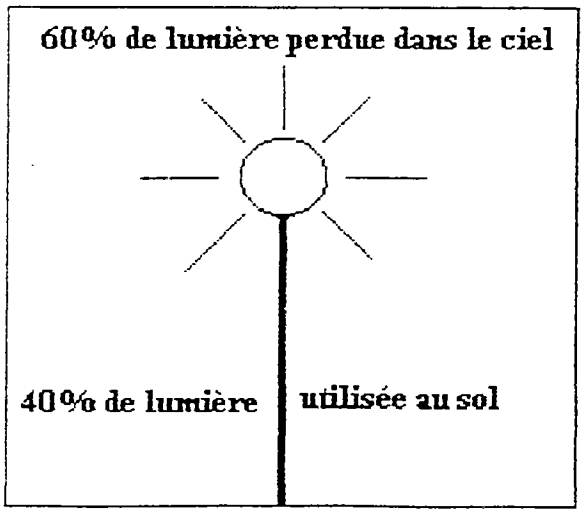
CAPOT REFLECTEUR INSUFFISANT

L'angle est trop ouvert (90°) et la lumière se perd inutilement jusqu'à l'horizon.



CAPOT REFLECTEUR CORRECT

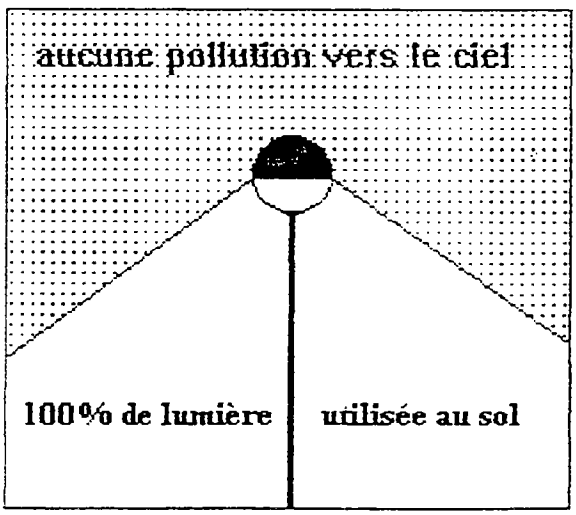
L'angle est correct (60°) et toute la lumière est bien réfléchie vers le sol où elle est utile.



LAMPADAIRE BOULE

Une aberration technique et économique :

l'angle de défilement = 180° ! ! !



BOULE AVEC CAPOT REFLECTEUR

toute la lumière est bien réfléchie vers le sol

seul endroit qu'il est utile d'éclairer.

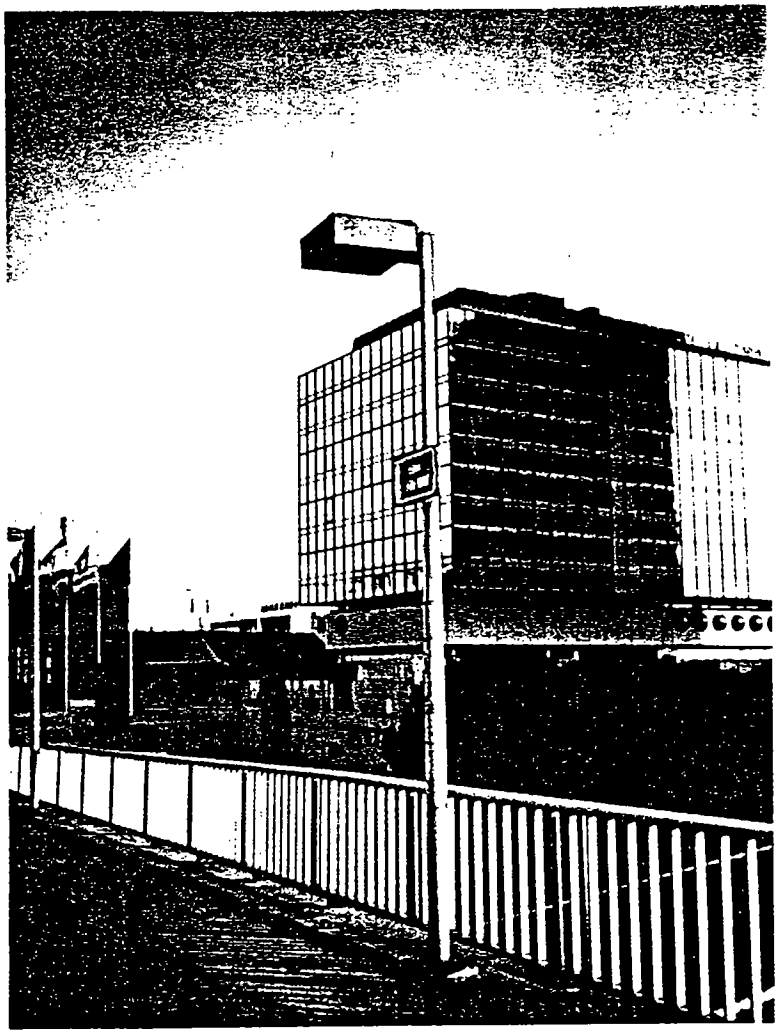
centre de protecton du ciel nocturne
(association loi 1901)
21 val de frosine
31180 Saint Genies Bellevue

ECLAIRAGE PUBLIC DANS LA VILLE

* Les 7 fonctions de la lumière
  - fonction sécurité
  - fonction balisage
  - fonction psychomotrice
  - fonction ambiance
  - fonction valorisation
  - fonction « promotion visuelle »
  - fonction spectacle
* L'évolution de l'éclairage public
  - sécurité d'abord
  - éclairer pour la sécurité ne suffit plus
  - l'impact de la décentralisation
* Le type de matériel utilisé en éclairage public
  - Les appareils fonctionnels
  - Les appareils décoratifs
  - Les spots et projecteurs

Pour les inconditionnels des formes sphériques, ces lampadaires boules sont certainement les mieux conçus car aucune lumière ne se perd dans le ciel.

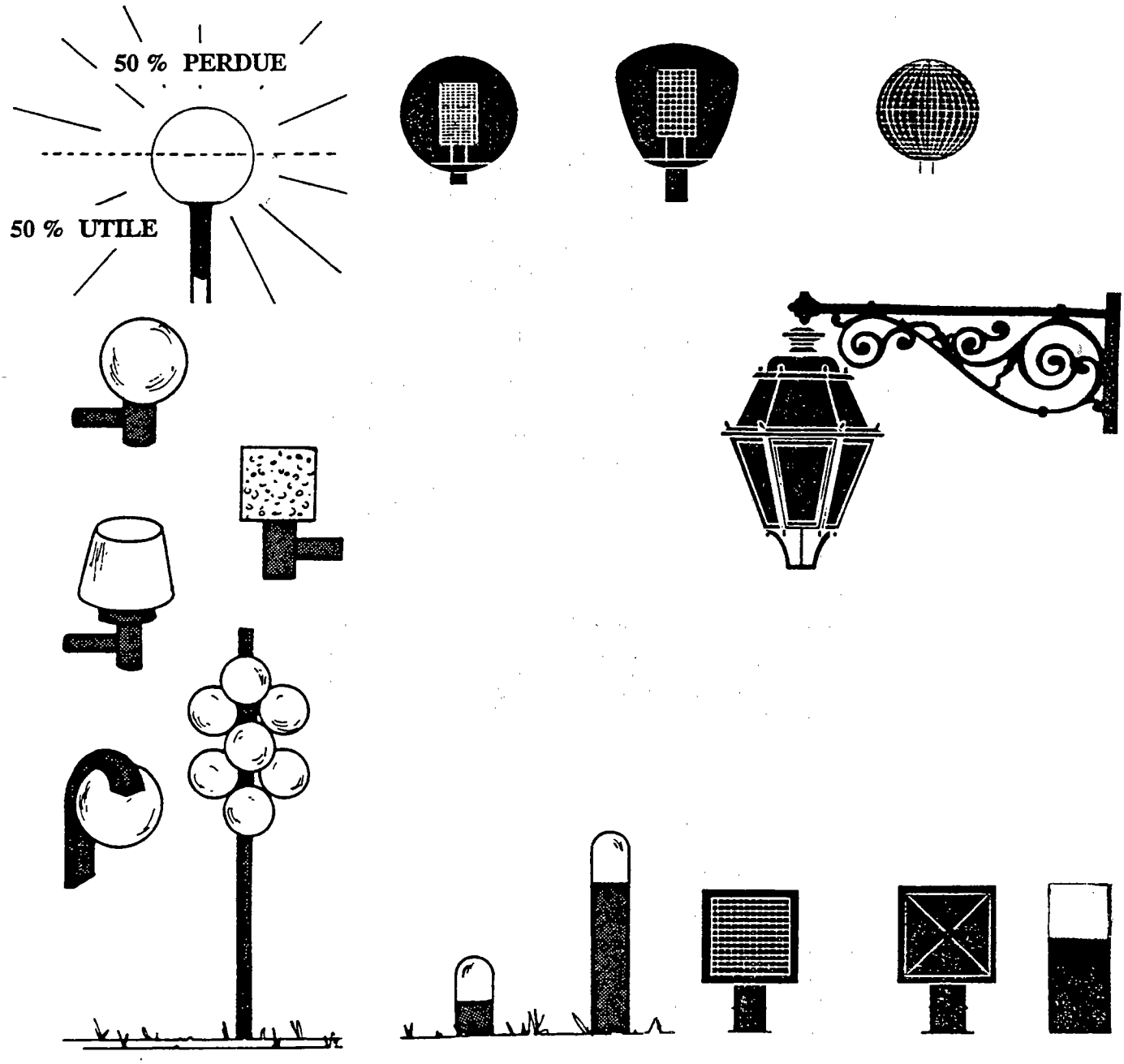
TYPES DE LAMPADAIRES A UTILISER



CERTAINEMENT LE MIEUX CONÇU DE TOUS LES LAMPADAIRES

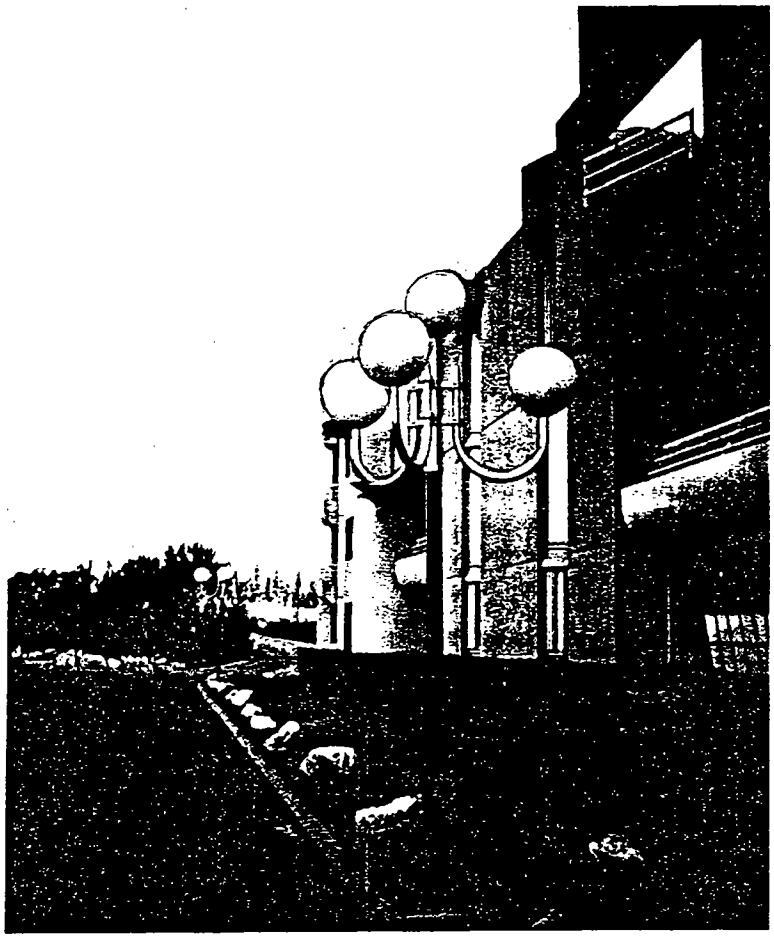
EXEMPLE DE TRES BONS LAMPADAIRES : ils renvoient la lumière là où elle est utile, c'est-à-dire au sol ! Ces appliques économisent à la fois l'argent et l'énergie. Le cône de lumière est envoyé vers le bas, aucune lumière ne se perd dans le ciel.

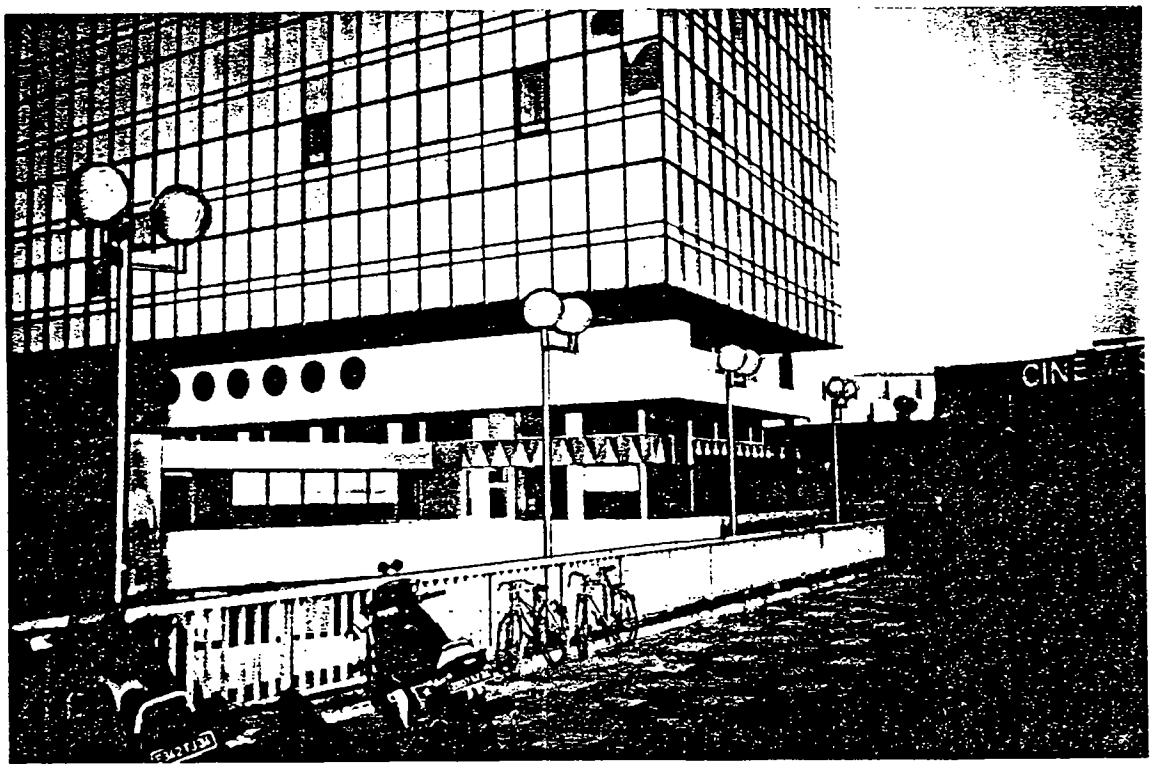
Types d'éclairages à proscrire impérativement:
Ce sont les plus pollueurs.



Un grand nombre d'enseignes publicitaires restent allumées longtemps après la fermeture des magasins et souvent toute la nuit. Les astronomes amateurs de Montpellier connaissent bien l'immense lumière bleue du centre commercial Trifontaine.

TYPES DE LAMPADAIRES A PROSCRIRE





EXEMPLE DE TRES MAUVAIS LAMPADAIRES : grands consommateurs d'énergie et grands pollueurs de lumière la nuit car ils envoient la lumière dans toutes les directions et plus particulièrement vers le ciel ! Cela est-il bien utile pour les piétons ?

2.2.1. *Caractéristiques générales*

— bonne efficacité lumineuse,
— bonne durée de vie économique, celle-ci est, en général, déterminée pour une période de 6 heures (5 h 1/2 de fonctionnement et 1/2 h d'interruption),
— bonne résistance aux chocs, vibrations et intempéries,
— emploi obligatoire d'un ballast (sauf lampes à lumière mixte) conduisant à un facteur de puissance (cos φ) de l'ordre de 0,5 ramené à une valeur satisfaisante par l'emploi d'un condensateur de compensation,

dans certains cas, emploi obligatoire d'un amorceur en plus du ballast,

— nécessité de respecter les caractéristiques électriques et thermiques et, si elles existent, les restrictions de positions de fonctionnement, spécifiées par le constructeur.

L'allumage et le fonctionnement corrects ne peuvent être obtenus que dans la mesure où la tension d'alimentation se maintient dans les limites de −8 à +6 % de la tension de réglage. Une chute accidentelle supérieure à 7 % de la tension de réglage peut entraîner une extinction. Un régime de surtension peut conduire à une destruction prématurée de la lampe.

La puissance totale absorbée par le réseau est, en régime, égale à la somme des puissances consommées par la lampe et par le ballast. La valeur de cette dernière figure en général dans les catalogues des constructeurs.

Les variations de la tension d'alimentation entraînent celles des principales caractéristiques.

2.2.2. *Lampes à vapeur de mercure (ballon fluorescent)*

Caractéristiques principales :
— efficacité lumineuse de la lampe seule : 45 à 60 lm.W^{-1}
— durée de vie économique : 8 000 heures
— temps de mise en régime de 3 à 5 minutes
— lumière d'aspect blanc-bleuté.

Les caractéristiques nominales de ces lampes sont données à titre indicatif dans le tableau 2.1.

2.2.3. *Lampes à lumière mixte (association mercure et incandescence)*

Caractéristiques principales :
— ne nécessitent pas de ballast,
— efficacité lumineuse supérieure à celle des lampes à incandescence de type classique (19 à 26 lm.W^{-1})
— durée de vie économique : 4 500 heures,
— temps de mise en régime de 3 à 5 minutes
— plus grande sensibilité aux variations de tension que les lampes à vapeur de mercure,
— lumière d'aspect blanc-neutre.

Les caractéristiques nominales de ces lampes sont données à titre indicatif dans le tableau 2.2.

2.2.4. *Lampes à vapeur de sodium à haute pression*

Caractéristiques principales :
— efficacité lumineuse de la lampe seule : de 65 à 130 lm.W^{-1}
— durée de vie économique : 8 000 heures (sauf 1 000 W),
— temps de mise en régime de 2 à 3 minutes
— lumière d'aspect blanc-doré,
— deux gammes : tubulaires claires, ovoïdes satinées.

Les caractéristiques nominales de ces lampes sont données à titre indicatif dans le tableau 2.3 (tubulaires claires) et le tableau 2.4. (ovoïdes satinées).

2.2.5. *Lampes à vapeur de sodium à basse pression*

Caractéristiques principales :

— efficacité lumineuse de la lampe seule : 100 à 185 $lm.W^{-1}$
durée de vie économique : 8 000 heures
temps de mise en régime : 6 à 12 minutes

— lumière monochromatique jaune-orangé ne respectant pas les couleurs mais donnant d'excellents résultats du point de vue de la perception visuelle,

— position de fonctionnement horizontale (tolérance ± 20°) ; cependant, pour les petites puissances, cette tolérance peut être augmentée.

Les caractéristiques de ces lampes sont données à titre indicatif dans le tableau 2.5.

— en cas d'extinction un rallumage immédiat peut être obtenu par l'utilisation d'un dispositif auxiliaire.

— une nouvelle gamme est maintenant disponible sur le marché avec une efficacité lumineuse supérieure : 140 à 200 $lm.W^{-1}$. Les caractéristiques nominales de ces lampes sont données à titre indicatif dans le tableau 2.6.

2.2.6. *Lampes aux iodures métalliques* (stades)

Caractéristiques principales :

— efficacité lumineuse de la lampe seule : 80 à 95 $lm.W^{-1}$

— durée de vie économique : 4 000 heures (400 W et 1 000 W)
2 000 heures (2 000 W)

— temps de mise en régime : 3 à 5 minutes
lumière blanche de bonne qualité et bon rendu des couleurs.

Les caractéristiques nominales de ces lampes sont données à titre indicatif dans le tableau 2.7.

Lampes fluorescentes tubulaires

Caractéristiques générales :

— efficacité lumineuse de la lampe seule : 55 à 95 $lm.W^{-1}$

— durée de vie économique : 7 500 heures
(pour un temps de fonctionnement de 4 heures par allumage sur ballast inductif).

— emploi obligatoire d'un ballast,

— plus grande sensibilité à la température ambiante que les autres lampes, pour l'amorçage à basse température et pour le flux lumineux émis.

— bonne résistance aux chocs, vibration,

— lumière agréable et pouvant être de très bonne qualité,

— les nouvelles lampes fluorescentes de diamètre 26 mm présentent des efficacités lumineuses supérieures aux lampes de diamètre 38 mm. Leurs caractéristiques nominales sont données à titre indicatif dans le tableau 2.8.

Tableau 2.1 — mercure (ballon fluorescent)

Puissance nominale (W)	Flux lumineux nominal (lm)	Dimensions (mm)		Culot	Puissance ballast (W)	Efficacité lumineuse globale ($lm.W^{-1}$)
		Diamètre	Longueur			
* 80	3 700	70	152	E 27	10	41
125	6 300	75	172	E 27	14	45
250	13 000	90	220	E 40	18	48
400	22 000	120	282	E 40	22	52
700	40 000	140	320	E 40	34	54
1 000	58 000	165	400	E 40	45	55

Tableau 2.2 — mixte (mercure et incandescence)

Puissance nominale (W)	Flux lumineux nominal (lm)	Dimensions (mm)		Culot	Efficacité lumineuse ($lm.W^{-1}$)
		Diamètre	Longueur		
160	3 000	75	175	E 27	19
250	5 500	90	225	E 40	22
500	13 000	130	275	E 40	26

Tableau 2.3 — sodium H.P. (tubulaires claires)

Puissance nominale (W)	Flux lumineux nominal (lm)	Dimensions (mm)		Culot	Puissance ballast (W)	Efficacité lumineuse globale ($lm.W^{-1}$)
		Diamètre	Longueur			
120	10 000	48	211	E 40 *	16	73
150	14 000	48	211	E 40	17	84
250	27 000	48	257	E 40	28	97
400	48 000	48	283	E 40	40	109
1 000	130 000	66	400	E 40	100	118

Tableau 2.4 — Sodium HP (ovoïdes patinées)

Puissance nominale (W)	Flux lumineux nominal (lm)	Dimensions (mm)		Culot	Puissance ballast (W)	Efficacité lumineuse globale ($lm.W^{-1}$)
		Diamètre	Longueur			
50	3 300	71	156	E 27	8	57
* 70	5 800	71	156	E 27	11	71
100	9 500	76	182	E 40 ×	11	85
150	13 500	91	227	E 40	20	79
250	25 000	91	227	E 40	30	89
400	47 000	121	290	E 40	35	108
1 000	120 000	165	400	E 40	60	113

Tableau 2.5 — Sodium basse pression

Puissance nominale (W)	Flux lumineux nominal (lm)	Dimensions (mm)		Culot	Puissance ballast (W)	Efficacité lumineuse **sans ballast** ($lm.W^{-1}$)
		Diamètre	Longueur			
18	1 800	51	216	BY22d	Suivant type d'alimentation (ballasts classiques ou hybrides)	100
35	4 800	51	310	BY22d		137
55	8 000	51	420	BY22d		145
90	13 500	65	520	BY22d		150
135	22 500	65	775	BY22d		166
180	33 000	65	1 120	BY22d		183

Tableau 2.6 — Sodium BP (nouvelle gamme) *

Puissance nominale (W)	Flux lumineux nominal (1) (lm)	Dimensions (mm)		Culot	Puissance ballast (W)	Efficacité lumineuse **sans ballast** ($lm.W^{-1}$)
		Diamètre	Longueur			
26	3 500	51	310	BY22d	suivant type d'alimentation (ballasts classiques ou hybrides)	134
36	5 700	51	420	BY22d		158
66	10 700	65	520	BY22d		162
91	17 500	65	770	BY22d		192
131	26 000	65	1 120	BY22d		198

(1) mesuré sur un ballast classique.

Tableau 2.7 — aux iodures métalliques (stades)

Puissance nominale (W)	Flux lumineux nominal (lm)	Dimensions maximales (mm)		Culot	Puissance ballast (W)	Efficacité lumineuse **globale** ($lm.W^{-1}$)
		Diamètre	Longueur			
400	32 000	47	283	E 40	25	75
1 000	80 000	67	382	E 40	50	76
2 000(1)	190 000	102	465	E 40	74	91

(1) Type 380 V.

Tableau 2.8 — fluorescentes tubulaires

Puissance nominale (W)	Flux lumineux nominal (lm)	Dimensions (mm)		Culot	Puissance ballast (W)	Efficacité lumineuse **globale** ($lm.W^{-1}$)
		Diamètre	Longueur			
20	1 000	38	600	G 13	12	31
40	2 900	38	1 200	G 13	16	51
65	4 700	38	1 500	G 13	18	56

I-2-6 — Lampes à vapeur de sodium à haute pression

Caractères principaux :

— très forte efficacité lumineuse (de 80 à 115 lm/W),

— lumière d'aspect blanc doré,

— longue durée de vie (6 000 heures pour un temps de fonctionnement d'au moins 4 heures par allumage),

— emploi obligatoire d'un ballast et d'un allumeur,

— facteur de puissance de l'ordre de 0,5 (pouvant être amélioré à l'aide d'un condensateur),

— temps de mise en régime : 2 à 3 minutes,

— non rallumage immédiat en cas de chute de tension brève provoquant l'extinction,

— nécessité de respecter les positions de fonctionnement indiquées par le constructeur,

— bonne résistance aux chocs, vibrations et, en général, aux intempéries.

I-2-5 — Lampes à vapeur de sodium à basse pression

Caractères principaux :

— efficacité lumineuse très élevée (135 à 172 lm/W),

— lumière monochromatique jaune orangé ne respectant pas les couleurs, mais appréciée dans certains cas du point de vue de la perception visuelle,

— longue durée de vie (6 000 heures pour un temps de fonctionnement d'au moins 4 heures par allumage),

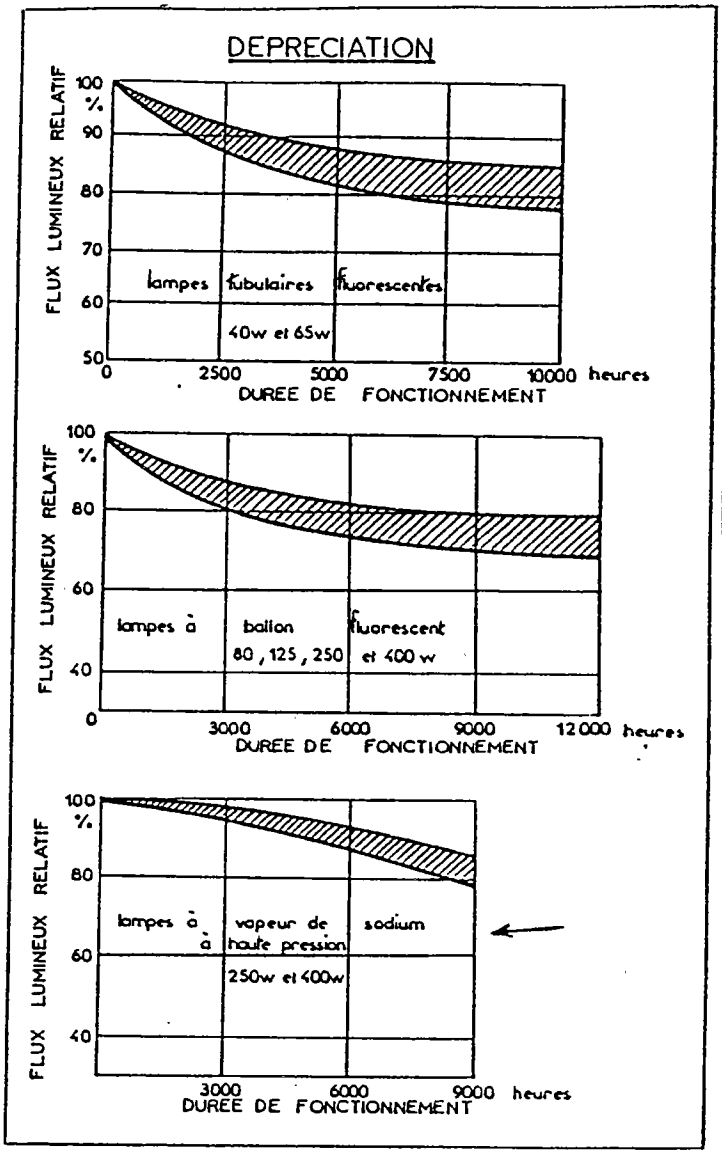
— emploi obligatoire d'un ballast,

— facteur de puissance de l'ordre de 0,3 (pouvant être amélioré à l'aide d'un condensateur),

— temps de mise en régime de 6 à 12 minutes,

— rallumage immédiat incertain en cas de chute de tension brève provoquant l'extinction (le rallumage immédiat peut être obtenu grâce à un dispositif auxiliaire),

— fonctionnement seulement en position horizontale (tolérance ± 20°).



Caractéristiques nominales des lampes à vapeur de sodium à basse pression

Puissance nominale de la lampe (W) (a)	Flux lumineux nominal (lm) (b)	Dimensions (mm)		Culot
		Diamètre	Longueur	
35	4 600	51	310	BY 22 d
55	7 600	51	420	BY 22 d
90	12 500	65	520	BY 22 d
135	21 500	65	770	BY 22 d
180	31 500	65	1 120	BY 22 d

Remarques

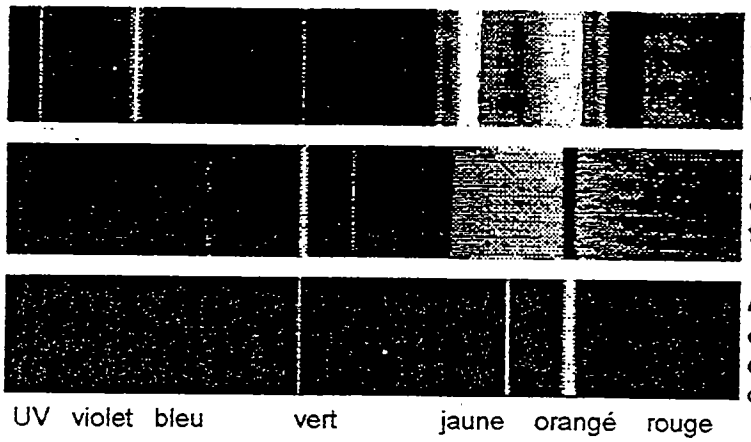
a) La puissance totale demandée au réseau est égale, en régime normal, à la somme de la puissance nominale de la lampe et de la puissance consommée dans le ballast. Cette dernière est indiquée dans les catalogues des constructeurs.

b) Le flux lumineux nominal est le flux après 100 heures de fonctionnement.

2. Utiliser des lampes sodium basse pression.

Elles sont préférables à tout autre type de lampe au moins pour deux raisons :

a) leur spectre est quasi-monochromatique.



lampe à vapeur de mercure
émission dans tout le spectre de la lumière visible, et jusqu'à l'ultra-violet.

lampe au sodium haute pression
émission dans une assez large bande, mais faible dans le bleu, et sans ultra-violet.

lampe au sodium basse pression
émission à 80% dans la bande jaune-orange dans laquelle l'oeil humain est le plus sensible d'où leur rendement exceptionnel.

b) elles ont le meilleur rendement énergétique.

type de lampe	puissance (en watts)	flux lumineux (en lumens)	rendement (en lm/watt)	références (ACEC Clarel)
vapeur de mercure	80	3.800	47	fiche technique ACEC 62-321
	250	13.500	54	
	1000	60.000	60	
sodium haute pression	70	5.800	82	fiche technique FCF 062-43-10b
	150	15.700	104	
	1000	120.000	120	
sodium basse pression	55	7.700	140	fiche technique ACEC 62-421
	90	12.700	141	
	180	33.000	183	

N.B. Le mauvais rendement des lampes à vapeur de mercure s'explique par le fait qu'elles rayonnent beaucoup dans le violet et l'ultra-violet (UV), bande où l'oeil humain est peu sensible ou même aveugle (de plus le bleu et le violet sont éblouissants et les UV sont dangereux pour la rétine).

L'inconvénient des lampes sodium basse pression est qu'elles sont plus encombrantes, avec un appareillage plus cher de 20 à 30%. Mais ce surcoût est négligeable dans un devis global d'équipement : tranchées, fourreaux, supports, massifs de fixation, etc... Le supplément de prix à l'installation est largement récupéré par la moindre consommation au bout d'une à deux années de fonctionnement. Et ensuite commence l'économie financière... pendant 20 ans au moins !

- PROPOSITIONS

✱ **1/ Utiliser des lampadaires à reflecteur:**

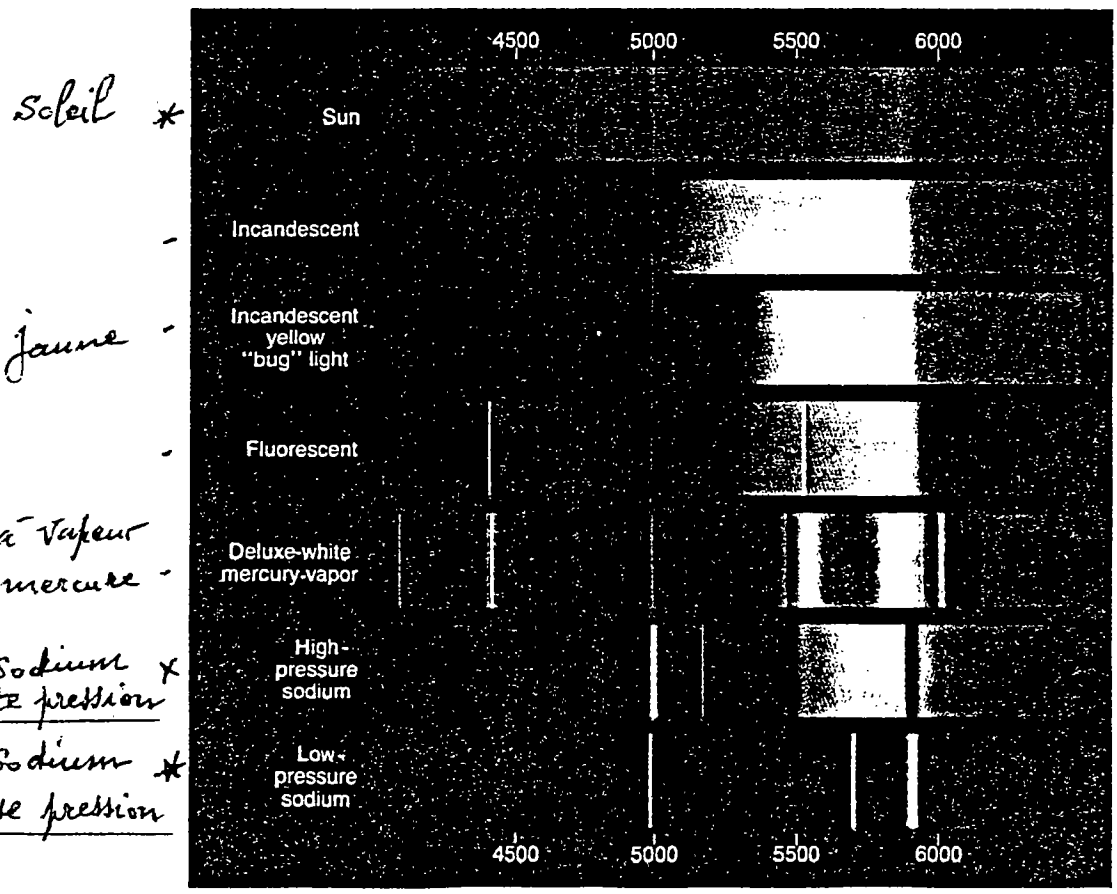
Avec une lampe moitié moins puissante et un réflecteur qui dirige la lumière vers le sol (là où elle est utile):

1) on améliore l'éclairage au sol
2) on économise l'énergie
3) on diminue considérablement la pollution lumineuse.

Il est urgent de remplacer progressivement les anciennes installations gaspilleuses d'énergie.

✱ **2/ Utiliser des lampes au sodium basse pression:**

La photographie suivante montre le spectre de différentes sources lumineuses. La plupart produit un spectre continu. Cependant les lampes aux vapeurs de sodium basse pression émettent seulement quelques bandes discrètes et étroites de longueur d'onde. Par conséquent, les lampes sodium sont nettement préférables dans le voisinage des observatoires en raison de leur lumière monochromatique. En effet, pour certains types d'observations, les astronomes peuvent utiliser des filtres qui éliminent cette lumière artificielle.



Soleil ✱

\- jaune

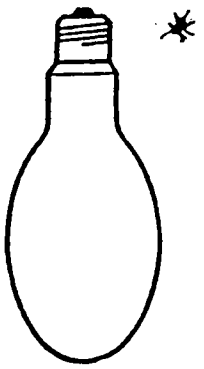
\- à vapeur de mercure

\- Sodium haute pression ✱

\- Sodium basse pression ✱

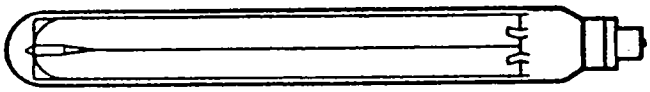
lampes

- ballon fluorescent
- sodium haute pression ovoïde poudrée
- lumière mixte

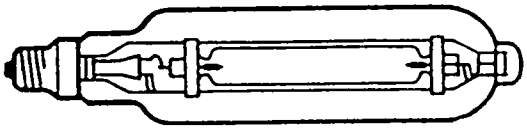


- sodium haute pression tubulaire claire

- sodium basse pression

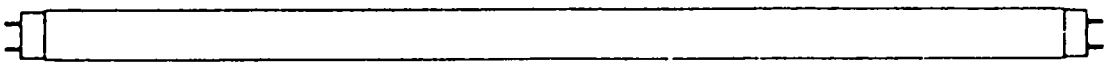


- halogénures métalliques de forte puissance

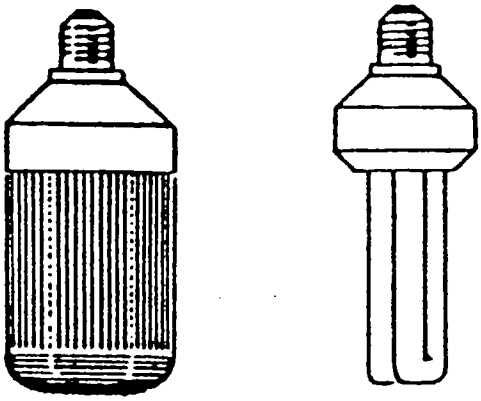


stades

- fluorescence tubulaire



- compactes à ballast intégré



- tungstène halogène double enveloppe

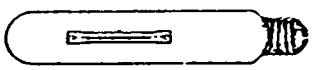


Figure 5. Exemple des principaux types de lampes utilisées en éclairage public

GLOSSAIRE DU CONGRES

Complément sur la spectroscopie et la spectrographie

La lumière, dans sa nature vibratoire, se manifeste sous forme d'un rayonnement électromagnétique qui peut être décomposé en ses éléments constitutifs au moyen d'un instrument de physique *optique* (spectroscope) ou *enregistreur* (spectrographe).

Elle se présente alors sous forme de *raies* dites : *raies spectrales.* Les physiciens ont catalogué depuis longtemps ces raies qui ont pour particularité de nous renseigner sur la nature physique du corps qui les a émises.

Chaque raie est monochrome, elle est caractéristique d'un corps précis. C'est ainsi que l'on parle de la raie de l'oxygène, de la raie du sodium, etc... chacune d'elle désignant de la sorte une fréquence vibratoire bien connue.

L'analyse spectroscopique permet, en l'occurence et par de modestes moyens, de décrire le genre de lumière émise par un foyer lumineux et dans quelle mesure l'astronome pourra s'affranchir de cette lumière parasite. Ce sera le cas si la source lumineuse émet peu de raies, ou, à la limite, si elle n'en émet qu'une, auquel cas elle sera dite monochromatique et, partant de là, facile à filtrer.

ALMUCANTAR (ou almucantarat)

C'est le petit cercle de la sphère céleste qui passe par un point de l'espace (le plus souvent un astre) et dont le plan est parallèle au plan de l'horizon astronomique. On le désigne aussi par cercle de hauteur du point (ou de l'astre).

AZIMUT :

C'est l'angle que fait la direction du Sud avec la projection sur l'horizontale du plan vertical contenant le point (ou l'astre) observé. On dira par exemple d'un astre situé à l'Ouest que son azimut est de 90°, l'azimut se comptant dans le sens rétrograde.

LUMEN

Unité de flux lumineux émis dans un angle d'un stéradian par une source ponctuelle uniforme placée au sommet de l'angle solide et ayant une intensité lumineuse d'une unité (c'est-à-dire d'une candela).

LUX (= lumen par mètre carré)

Unité d'éclairement (dite aussi radiance) ; le lux est l'éclairement uniforme d'une surface d'un mètre carré recevant un flux d'un lumen.

LONGUEURS D'ONDE

Dans le domaine visible, on utilise le micro mètre (ou µm) valant 10^{-6} ou le nano mètre (ou nm) valant 10^{-9} mètre. C'est la distance qui sépare 2 maxima d'une onde sinusoïdale.

PHOTON

Selon la théorie corpusculaire de la lumière, c'est la particule élémentaire.

DIOPTRE

Système optique formé de deux milieux transparents d'indices de réfraction différents. Notre atmosphère fournit de nombreuses situations analogues aux dioptres rencontrés en optique appliquée.

HUMIDITE DE L'AIR

Quantité d'eau présente dans l'air.

Selon ce que l'on veut exprimer, on distingue l'humidité :

1) **Absolue** : c'est la masse d'eau présente dans l'unité de volume d'air ; elle s'exprime en kg/m^3.

2) **Relative** : c'est la quantité d'eau que peut contenir un certain volume d'air, dans des conditions déterminées de température et de pression ; elle s'exprime en pourcentage.

ALBEDO (d'une surface réflechissante)

C'est le rapport de la quantité de lumière réfléchie par cette surface à la quantité de lumière incidente. Elle est notée en pourcentage.

ADIABATIQUE

Se dit d'une transformation subie par un gaz dont la pression et le volume varient sans qu'il y ait échange de chaleur avec le milieu extérieur à ce gaz.

MAGNITUDE (visuelle d'un astre)

La magnitude liée à la quantité de lumière reçue de l'astre dont l'oeil d'un observateur reçoit un éclairement lumineux de valeur E par la relation simple :

$$m = - 2,5 \log E$$

de sorte qu'entre deux unités entières de magnitude, il existe un rapport d'éclairement de 2,5.

Par ailleurs et dans ces conditions, il importe de remarquer que 5 unités de magnitude représentent un facteur 100 dans la quantité de lumière reçue par l'oeil de l'observateur.

A titre indicatif, on distingue à l'oeil nu, dans un bon ciel de campagne, un astre de magnitude 6, soit un niveau lumineux à peu près 250 fois plus faible que l'étoile VEGA de la Lyre.

BRILLANCE SURFACIQUE

L'éclairement lumineux d'un objet céleste étendu est la somme des éclairements élémentaires de la surface qu'elle représente ; la brillance surfacique peut être obtenue en divisant l'éclairement par la surface totale couverte. C'est un bon indice de contraste des objets sur fond de ciel.