KONINKRIJK BELGIË

Instituut voor Toegepast Wetenschappelijk onderzoek
Institut [illegible]
[illegible] Elisabethlaan 69
2401 Brecht - Belgium - Tel. 059/80 37 15

NATIONAAL ONDERZOEKS- EN ONTWIKKELINGSPROGRAMMA

op het gebied van de

ECONOMIE VAN DE AFVALSTOFFEN

EN

VAN DE SECUNDAIRE GRONDSTOFFEN

PERSPEKTIEVEN VOOR DE PRODUKTIE EN HET GEBRUIK VAN BIOMASSA IN BELGIË

Studiedag — 20 september 1979

BRUSSEL

DIENSTEN VAN DE EERSTE MINISTER
PROGRAMMATIE VAN HET WETENSCHAPSBELEID
Wetenschapsstraat 8
1040 BRUSSEL

De wetenschappelijke verantwoordelijkheid
voor de inhoud van de verschillende uiteenzettingen
van dit dokument berust bij hun auteurs.

D1980/1191/4

KONINKRIJK BELGIË

NATIONAAL ONDERZOEKS- EN ONTWIKKELINGSPROGRAMMA

op het gebied van de

ECONOMIE VAN DE AFVALSTOFFEN

EN

VAN DE SECUNDAIRE GRONDSTOFFEN

PERSPEKTIEVEN VOOR DE PRODUKTIE EN HET GEBRUIK VAN BIOMASSA IN BELGIË

Studiedag — 20 september 1979

BRUSSEL

DIENSTEN VAN DE EERSTE MINISTER
PROGRAMMATIE VAN HET WETENSCHAPSBELEID
Wetenschapsstraat 8
1040 BRUSSEL

INHOUDSTAFEL

INLEIDING	Dhr. J. REGINSTER	7
FRANSE PERSPEKTIEVEN INZAKE HET ENERGETISCH GEBRUIK VAN BIOMASSA : REALISATIES EN PROJEKTEN	Dhr. F. BLAIZOT	13
HET CANADEES BELEID INZAKE BIOMASSA : REALISATIES EN PROJEKTEN	Dhr. R. OVEREND	21
FABRIKATIEMOGELIJKHEDEN VAN SUBSTRATEN UIT SCHORS, SLIB EN HUISVUILKOMPOST VOOR TUINBOUWGEWASSEN EN POPULIERENTEELT	Dhr. M. DE BOODT	51
MARKTPROSPEKTIE VAN KOMPOST IN BELGIE	Dhr. L. VANACKER	73
CONCRETE PRODUKTIE-EN GEBRUIKSMOGELIJKHEDEN VAN BIOMASSA IN BELGIE	Dhr. H. NAVEAU Dhr. G. SCHEPENS	107
BIJLAGEN		161
I. ENERGETISCHE BALANS VAN EEN AGROECOSYSTEEM IN DE CONDROZ	Dhr. D. MALARME Dhr. M. VAN KONINCKXLOO	163
II. BALANS VAN ORGANISCHE STOF IN DE POPULIERENTEELT	Dhr. P. DUVIGNEAUD	171
III. PROJEKTEN BIOGAS VAN DE A.I.D.R.	Dhr. CHOME	175
IV. ANAEROBE DIGESTORS		181
V. AQUAKULTUUR		185
VI. POPULIERENTEELT		189
VII. GASGENERATOR		193

I N L E I D I N G

Deze studiedag werd georganiseerd in het raam van het Nationaal R-D Programma over de Ekonomie van de Afvalstoffen en van de Sekundaire Grondstoffen, dat door de Ministerraad op 18 juni 1976 werd goedgekeurd.

Dit Nationaal Programma, dat ontworpen werd om wetenschappelijke steun te verlenen bij regeringsbeslissingen en bij eventuele industriële initiatieven op dit gebied, is gestart op 1 oktober 1976 en beëindigd op eind september 1979. Een dertigtal onderzoeksteams hebben meegewerkt aan de uitvoering van het programma.

Dit programma werd opgevat om op een progressieve manier een beleid op gang te brengen dat ertoe leidt het ontstaan van afvalstoffen aan de bron te verminderen en de afvalstoffen zo te recycleren dat hieruit energie of sekundaire produkten geproduceerd kunnen worden.

Een dergelijke politiek zal een gunstige invloed hebben op twee vlakken :
- op het vlak van het leefmilieu, doordat de afvalstoffen een belangrijke bezoedelingsbron zijn ;
- op het vlak van de beschikbaarheid aan grondstoffen, waarvan een relatieve schaarste in een min of meer nabije toekomst te voorzien is en waar de sekundaire grondstoffen in vele gevallen de grondstoffen die we invoeren kunnen vervangen.

Dit programma had tot doel de belangrijkste technische, ekonomische en sociale oplossingen te identificeren in het raam van een dergelijk beleid. Het omvat de volgende objektieven :
- de ontwikkeling van wetenschappelijke beleidsinstrumenten voor regeringsbeslissingen (modellen, interventiepolitiek, wetgeving, ...) ;

- het ontwikkelen van technologieën, aangepast aan Belgische toestanden, waarvan de ekonomische balans toelaat binnen een relatief korte termijn over te gaan tot industriële realisaties ;
- het nagaan en het eventueel realiseren van gedragswijzigingen van producenten en van konsumenten t.o.v. de afvalproblematiek.

De plantaardige, de landbouw- en de bosprodukten, die globaal de "biomassa" uitmaken, vormen een aanzienlijke reserve aan grondstoffen die, volgens hun aard kunnen dienen voor de voeding van mens en dier, voor diverse industriële activiteiten, voor het behoud van de natuur en voor de verbetering van het leefmilieu, alsook voor het behoud van de vruchtbaarheid van de landbouw- en de bosgronden. Bovendien is het gebruik van de biomassa voor de energieproduktie potentieel belangrijk.

Deze biomassa, die vroeger bijna geheel de nodige energie leverde voor de menselijke aktiviteiten, werd geleidelijk aan vervangen door de minder dure en gemakkelijker te gebruiken fossiele brandstoffen.

De huidige energiekrisis en de te verwachten verhoging van de grondstofprijzen stelt opnieuw het nut van de biomassa in het licht, die de enige bron van hernieuwbare brandstof is.

De onmiddellijk beschikbare biomassa in België wordt gevormd door afvalstoffen afkomstig van de consumptie, van de landbouw en van de bosexploitatie, dus in feite grondstoffen die tot op heden achtergelaten of vernietigd werden.

Op middellange termijn is het eveneens mogelijk de hoeveelheid beschikbare biomassa in België te verhogen, bijvoorbeeld door de kultuur van snelgroeiende energy-crops.

Naast de analyse van deze laatste twee aspecten gaf deze studiedag de gelegenheid om het geheel van de beschikbare en bruikbare technologieën in België te

overlopen en om een eerste economische balans ervan te maken.

In het raam van het Nationaal R-D Programma "Economie van de Afvalstoffen en de Sekundaire Grondstoffen" werden verschillende initiatieven genomen op het gebied van de biomassa.

Een belangrijk luik van het Programma werd gewijd aan de methanisatie ; de teams van Prof. VERSTRAETE (RUG), NYNS en NAVEAU (UCL) alsook het Instituut voor Scheikundig Onderzoek van het Ministerie van Landbouw hebben er actief op gewerkt. Dit luik zal dan ook heel waarschijnlijk leiden tot industriële realisaties op dit gebied.

Verschillende teams hebben de valorisatie van organische afvalstoffen bestudeerd :

. de SDRW en het team van Prof. ANSELIN (RUG) hebben een studie over de marktprospektie van compost in België gemaakt.

. Prof. DE BOODT (RUG) en het Instituut voor Hygiëne en Epidemiologie hebben de gebruiksmogelijkheden van compost uit huisafval gemengd met slib van zuiveringsstations en andere organische afvalstoffen, bestudeerd.

. Prof. PERSOONE (RUG) en het Instituut voor Zeewetenschappelijk Onderzoek recycleerden organische afvalstoffen door middel van de aquacultuur, daarbij gebruik makend van thermische effluenten van electriciteitscentrales.

. Een studie over de verwerking en de valorisatie van mest werd uitgevoerd door Prof. MATON van het Rijksstation voor Landbouwtechniek te Merelbeke.

Tenslotte vindt U hierna ook de resultaten van de feasibiliteitsstudie over de concrete mogelijkheden van de produktie en het gebruik van biomassa in België. Deze studie werd verwezenlijkt door de teams van Prof NAVEAU (UCL), JAUMOTTE (FUN) en ANSELIN (RUG).

In het raam van deze studiedag bleek het eveneens interessant het beleid en de realisaties voor te stellen van twee landen die reeds een zekere ervaring hebben op dit gebied : Canada en Frankrijk.

Uit het geheel der uiteenzettingen moet men vooral onthouden dat België een klein landje is waar de bebouwbare oppervlakte beperkt is, maar waar evenwel een potentieel van nog niet geëxploiteerde biomassa bestaat (organische afvalstoffen, bosafval).

Een realistische hypothese voor de methanisatie van mest, van belaste afvalwaters, van zuiveringsslib, van slachthuisafval ..., rekening houdend met een minimum grootte van de digesters (minstens 80 m^3) laat toe de hoeveelheid geproduceerd methaan te ramen op 278.000 tpe of 0,6 % van de Belgische behoeften aan primaire energie.

De fermentatieprocédés met het oog op het produceren van alcohol, schijnen momenteel nog niet rendabel gezien de actuele energieprijs (eind 1979). Een grote stijging van deze energieprijs zou de belangstelling voor dit procédé opnieuw kunnen aanwakkeren, vooral als suikerbieten als grondstof worden gebruikt.

Het gebruik van biomassa door de verbrandings- en vergassingsprocédés, steunend op realistische hypothesen qua beschikbaarheid, zou een produktie toelaten van 100.000 tpe uit stro, 132 000 tpe uit bosafval en 119 000 tpe uit stadsafval, hetzij een totaal van 351 000 tpe of 0,8 % van het globaal energieverbruik van België.

De impakt van 30.000 ha of 5 % van de Belgische beboste oppervlakte, bestemd voor bosbouw met snelle rotatie uit energetisch oogpunt zou 160 000 tpe bedragen.

Het komposteren van organische afvalstoffen blijft een belangrijk alternatief procédé voor de valorisatie van de biomassa. De vraag naar zulke materie zal

groeien in de toekomst ten gevolge van de te verwachten schaarste van turf en humus,die ingevoerd worden.

Als eerste besluit uit de verschillende debatten, blijkt het dat het gebruik van biomassa geen mirakelmiddel is die het ons zou toelaten een belangrijke hoeveelheid energie te verwerven tegen een lage kostprijs.
Evenwel gaat het om een hernieuwbare bron die in ons land aanwezig is en die individuele gebruikers een partiële of in zekere particuliere gevallen zelfs een totale autonomie verleent.

Daarom, in de huidige internationale ekonomische kontekst en gezien de belangrijke know-how die ons land op dit gebied kent, is het nodig de onderzoeks- en ontwikkelingsinspanningen voort te zetten, maar het is vooral belangrijk de demonstratieeenheden voor het gebruik van de biomassa te bevorderen, teneinde te kunnen hopen dat in de volgende vijf jaar 0,5 % van het Belgisch energieverbruik langs deze weg kan bevoorraad worden.

De teksten bevatten de verschillende uiteenzettingen welke op deze studiedag werden gehouden.

Jacques REGINSTER (x)
Voorzitter van de studiedag.

(x) Adjunkt-operationeel direkteur van het Nationaal R-D Programma Leefmilieu, Diensten van de Eerste Minister - Programmatie van het Wetenschapsbeleid.

FRANSE PERSPEKTIEVEN INZAKE HET ENERGETISCH GEBRUIK VAN BIOMASSA : REALISATIES EN PROJEKTEN

Dhr. F. BLAIZOT (x)

(x) Vice-Voorzitter van het Conseil Général du Génie Rural des Eaux et des Forêts, Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural, Frankrijk

FRANSE PERSPECTIEVEN INZAKE DE ENERGETISCHE AANWENDING VAN DE BIOMASSA.

VERWEZENLIJKINGEN EN PROJECTEN.

De stijging van de brandstoffenprijzen, de dreigingen die eventueel in de toekomst op de bevoorrading zouden kunnen wegen, de bekommernissen die kunnen ontstaan als gevolg van de geleidelijke uitputting van de voorraden fossiele energie, nopen in Frankrijk net als elders tot de ontwikkeling van de hernieuwbare energiebronnen.

De biomassa, voorraad zonneënergie die ontstaat door fotosynthese van het bladgroen, vormt een van die bronnen waarvan men, voor wat Frankrijk betreft, het belang niet mag verwaarlozen doch ook niet de potentiële mogelijkheden ervan overschatten.

De perspectieven waarvan in deze uiteenzetting een evaluatie wordt gemaakt streven ernaar een juiste maat aan te geven zonder hierbij te overdrijven of te minimaliseren.

De bio-massa heeft twee voedingsbronnen :

- de afvalstoffen van land- en bosbouw,
- de energy - crops

Het spreekt vanzelf dat de produktie van levensmiddelen en, voor wat de bosbouw aangaat, van hoogwaardige produkten (in het bijzonder werkhout) het hoofddoel blijft van de bedrijvigheid in land- en bosbouw doch :

- enerzijds krijgen het landbouwinkomen en de rol van de landbouw een groter belang door het gebruik van de, tot op heden vaak weinig benutte, afval van deze hoofdprodukties,

- anderzijds kan, gelet op de overproduktie van bepaalde landbouwprodukten, het gebruik voor energetische doeleinden van sommige oppervlakten slechts worden aanbevolen als daardoor tegelijkertijd de onaangename gevolgen van bepaalde landbouwoverschotten worden verholpen en de energiebalans van het land wordt verbeterd.

I. - EVALUATIE EN AANWENDING VAN DE ENERGIEBRONNEN IN DE LANDBOUW.

Er dient aangestipt dat, over het algemeen, de droge biomassa in energietermen uitgedrukt per 2,5 kg droge materie overeenstemt met I kg. brandstof voor huishoudelijk gebruik.

A. De beboste oppervlakte

De beboste oppervlakte in Frankrijk beslaat 14,5 miljoen hectare ; sinds het einde van de oorlog werden heelwat bomen, en in het bijzonder harsbomen, aangeplant waardoor de beboste oppervlakte met 1,5 miljoen hectare toenam.

Het doel ervan is uiteraard de produktie van werkhout en daarnaast van industrieel hout (pulp). Doch enerzijds zijn er in Frankrijk nog zeer grote oppervlakten te vinden die begroeid zijn met kreupelhout. Vroeger werd dit gebruikt voor huisverwarming en bepaalde specifieke toepassingen waaronder in bakkerijen. De huidige exploitatie van dit kreupelhout bedraagt circa 10 miljoen m^3 per jaar of zo'n 3 miljoen TPE. Doordat dit soort hout evenwel niet meer als brandhout wordt gebruikt en de bakkerijen voor hun ovens op stookolie zijn overgegaan, werden ongeveer 4 miljoen hectare kreupelhout sinds 30 jaar niet meer ontgonnen. Daardoor bevatten zij een voorraad die overeenkomt met circa 50 miljoen TPE.

Anderzijds levert de bosontginning van hooghout als gevolg van onderhouds- en uitdunningswerken hout op en blijven er bij het vellen kleinhout, kronen en allerlei afval achter die samen 80 % vertegenwoordigen van al het hout dat op die oppervlakten wordt gewonnen ; meestal wordt deze secundaire produktie achtergelaten en helemaal niet geëxploiteerd.

In dergelijke omstandigheden moet het als een uitgemaakte zaak worden beschouwd dat het Franse bos, naast zijn produktie van werk- en industrieel hout, aan houtresten van allerlei aard het equivalent van 8 miljoen TPE per jaar moet opleveren, de exploitatie van de voorraad van 50 miljoen TPE ter plaatse niet meegerekend.

Het gebruik als brandhout ontwikkelt zich via de traditionele manieren - zelfs in zagerijen en houtfabrieken schaft men zich de nodige uitrusting aan om de afval te gebruiken voor het opwekken van de electrische energie die nodig is om de fabriek in electriciteit te voorzien.

Deze aanwendingen zijn niettemin schijnbaar onvoldoende. Het lijkt noodzakelijk materieel te ontwikkelen dat hout en kreupelhout, kronen, takken en het uitdunningsafval kan ver- en bewerken tot een gecalibreerde brandstof bruikbaar voor de automatische bevoorrading van stookketels. Deze oogst- en verwerkingsmachines worden op dit ogenblik ontwikkeld.

De aanwending op industriële schaal door middel van stookketels is anderzijds niet noodzakelijkerwijs de meest geschikte manier om de energie van het hout te benutten. Voor de vergassing met behulp van pyrolyse-vergassers wordt momenteel divers materieel ontwikkeld. Dit materieel zal in het bijzonder gemakkelijk ingang vinden in bepaalde landbouwindustrieën (suikerfabrieken, distillerieën, fabrieken waar veevoeder wordt gedroogd, enz. ...).

Vergassing kan tenslotte leiden tot de synthese van methanol die, mocht zich een ernstige oliecrisis voordoen, als vervangingsbrandstof voor voertuigen kan dienen. Een aantal ontwikkelingen zullen dienaangaande eerlang worden doorgevoerd.

B. De overige formaties van droge biomassa

Naast hout is de voornaamste biomassa produktie die van stro ; daarnaast en op welbepaalde plaatsen kan men rekening houden met speciale bronnen zoals pijlriet, wijnranken, maïsstengels enz... .

Stro verdient bijzondere aandacht : de totale Franse produktie bedraagt 20 miljoen ton droge materie waarvan 42 % wordt gebruikt als stalstro en in de veeteelt, 20 % rechtstreeks in de grond wordt ingekuild en 12 % aan de industrie wordt geleverd (papier, agglomeraten). Wat nog overblijft, namelijk ongeveer 25 % of 4 tot 5 miljoen ton droge materie, wordt in de open lucht verbrand of gaat verloren en vertegenwoordigt 1,5 miljoen TPE.

Deze produktie gebeurt buiten de veeteeltgebieden : de meest rationele aanwending ervan schijnt een rechtstreekse verbranding te zijn alhoewel het niet uitgesloten is het stro een methaangisting in een vochtig milieu te doen ondergaan en daarna voor het vruchtbaar maken van de bodem te gebruiken : de energetische valorisatie zou de helft minder bedragen doch de terugvloei naar de bodem van een grote humusmassa, waarvan men op dit ogenblik het belang niet al te best inziet, kan a priori niet worden verworpen.

Het huidige onderzoek heeft, dit laatste terzijde gelaten, betrekking op de meest aanbevolen methodes voor het oogsten, vervoeren, opslaan en verbranden van stro. Het spreekt vanzelf dat de afstand waarover het stro vervoerd moet worden niet al te groot mag zijn. Onder deze voorwaarden lijken ronde balen, die op dit ogenblik meer en meer worden gebruikt, wel degelijk de meest aanbevolen manier voor het verpakken van het stro. Tevens zijn zij gemakkelijk op te slaan zeker op het platteland waar er doorgaans ruimte te over is.

Wat de wijze van verbranding betreft, kan een beroep worden gedaan op :

- gehakt stro : en bestaan nu al stookketels die voor deze brandstof geschikt zijn ;

- de gasgenerator : wordt met gehakt stro gevoed en levert een brandbaar gas op ;

- stro dat warm gegranuleerd wordt : het materieel is in ontwikkeling. Het resultaat is een dichte, gecalibreerde, gemakkelijk opslagbare en bruikbare brandstof ;

- stro in kleine balen met een zeer grote dichtheid : het materieel wordt op dit ogenblik ontwikkeld.

Het laat zich aanzien dat al deze gebruiksmogelijkheden voornamelijk de landbouwfabrieken zullen interesseren : suikerfabrieken, distillerieën, fabrieken waar veevoeder wordt gedroogd.

C. De vochtige biomassa

Er dienen twee problemen te worden onderscheiden : dit van de biomassa die hoofdzakelijk cellulose bevat en dit van de biomassa die rijk is aan suikers.

1°) De cellulosehoudende biomassa

Het gaat in hoofzaak om mest, gier en drek waarvan de totale produktie op zo'n 250 miljoen ton wordt geschat ; hieraan dienen evenwel de zeer talrijke afvalstoffen van plantaardige oorsprong te worden toegevoegd die op de boerderij beschikbaar zijn en waarvan het aantal ton niet gekend is.

Bijna al deze residus worden uitgestrooid of in de bodem ingespit en dragen aldus bij tot het behoud van de humusrijkdom van de bodem.

Een energetische aanwending zou moeten gebeuren via methaangisting die op dit ogenblik opnieuw fors aan belangstelling wint.

Wat dient nagestreefd staat nochtans nog niet heel goed vast aangezien het probleem niet zo eenvoudig is: om methaangisting te kunnen uitvoeren zijn aanzienlijke investeringen nodig en de rechtstreekse rentabiliteit ervan is marginaal; op dit ogenblik wordt materieel bestudeerd dat mogelijks minder duur zou kunnen uitvallen dan de traditionele kuipen in beton

De nevenvoordelen dienen ten andere ook in rekening worden gebracht : behoud van de stikstof die in de mest aanwezig is, kwaliteit van de bekomen compost, vermindering van de stank vooral wanneer het om gier gaat. Cijfermatige gegevens over al deze voordelen zijn momenteel niet beschikbaar.

Daarnaast moet ook rekening worden gehouden met het probleem wat met het gas moet gebeuren : als de fermentatie op de boerderij plaatsvindt is het niet zeker dat de gasproduktie met de behoeften overeenstemt en een gedeelte loopt het gevaar verloren te gaan. Anderzijds is het zo dat de beesten niet bestendig op stal staan waardoor de produktie onregelmatig is wat in bepaalde streken een belangrijke handicap betekent.

De produktie van mengmest, in het bijzonder van varkens, is regelmatiger. Aangezien het om vloeibare produkten gaat schept de behandeling ervan minder problemen en is de produktie mogelijk in fermentatietoestellen. die ononderbroken kunnen functioneren. Doordat het produkt evenwel niet zo rijk is aan cellulose heeft men grote fermentatietoestellen nodig wat de kosten opdrijft.

In de huidige stand van de proefnemingen kan nog niet worden bevestigd of een werkelijk beleid mogelijk is dat erop gericht is de cellulosehoudende afval door methaangisting te benutten.

Verdere ontwikkelingen zijn dus noodzakelijk. Hierbij dient bij voorkeur gebruik te worden gemaakt van de meest gunstige omstandigheden voor de concentratie van grote hoeveelheden residus van plantaardige oorsprong en moet vlakbij regelmatig behoefte aan gas zijn.

Men mag stellen dat een redelijke schatting van de perspectieven op de ontwikkeling van gas door methaangisting zou kunnen overeenkomen met 100 miljoen vochtige materie die, naast het residucompost, 1,3 miljoen TPE energiegas oplevert.

2°) De suikerhoudende biomassa

De gisting van suikerbieten, suikerstroopafval en produkten van de wijnbouw levert in Frankrijk een jaarlijkse ethanolproduktie van circa 1,8 miljoen hectoliter op. Op financieel vlak is deze produktie niet zo concurrentieel (ongeveer 2,80 F.F./liter alcohol) Ze is evenmin voordelig op energetisch gebied aangezien een petroleumcalorie nodig is om een ethanolcalorie aan te maken als men rekening houdt met de energie die bij het produceren en distilleren wordt verbruikt.

De Franse industrie heeft evenwel meer dan 3 miljoen hectoliter ethanol nodig zodat jaarlijks 1,5 miljoen/hectoliter wordt vervaardigd door middel van synthese uit petroleum. Financieel gezien valt deze produktie iets minder duur uit doch als gevolg van de stijging van de olieprijzen valt te vrezen dat de prijs van synthese ethanol eerlang die zal benaderen van ethanol die uit landbouwprodukten wordt gemaakt ; het energierendement van synthese ethanol is in petroleum driemaal zo duur als ethanol die met landbouwprodukten wordt vervaardigd. Onder deze omstandigheden moet worden overwogen synthese ethanol snel te vervangen door alcohol die uit landbouwprodukten wordt gehaald.

Als grondstof zal de suikerbiet worden gebruikt en in Zuid-Frankrijk gebeurlijk suikerrijk sorghum waarvan de teelt op dit ogenblik wordt uitgetest.

De eventuele produktie van ethanol als motorbrandstof wordt op het huidige ogenblik niet overwogen gezien de kostprijs van ethanol. Mocht zich een crisis voordoen, dan zal hiervoor vermoedelijk gebruik worden gemaakt van methanol die uit droge biomassa (hout) wordt bekomen.

II. - ENERGY-CROPS

Uit de aanduidingen die voorafgaan blijkt dat een oordeelkundige exploitatie van de biomassa-produkten, die momenteel voor het merendeel niet worden benut, een recuperatie van ongeveer 12 miljoen TPE/jaar mogelijk zou maken. Wat een behoorlijke hoeveelheid is aangezien het huidige totale energieverbruik in Frankrijk 180 miljoen TPE bedraagt.

Op het huidige ogenblik lijkt het niet aanbevolen veel meer te doen dan wat nu gebeurt : de rol van de landbouw bestaat immers in de eerste plaats in de voortbrengst van levensmiddelen.

Mocht de schaarste evenwel verergeren, dan zou de vraag kunnen worden gesteld of het niet opportuun is nieuwe oppervlakten voor energieprodukties te bestemmen. In dit verband dient eraan herinnerd dat tot vlak vóór de oorlog de landbouw alle energie leverde die nodig was voor zijn trekdieren en alle door paarden voortbewogen middelen die destijds nog buiten de landbouw werden gebruikt : deze energieproduktie nam 20 tot 25 % van de landbouwoppervlakte in beslag.

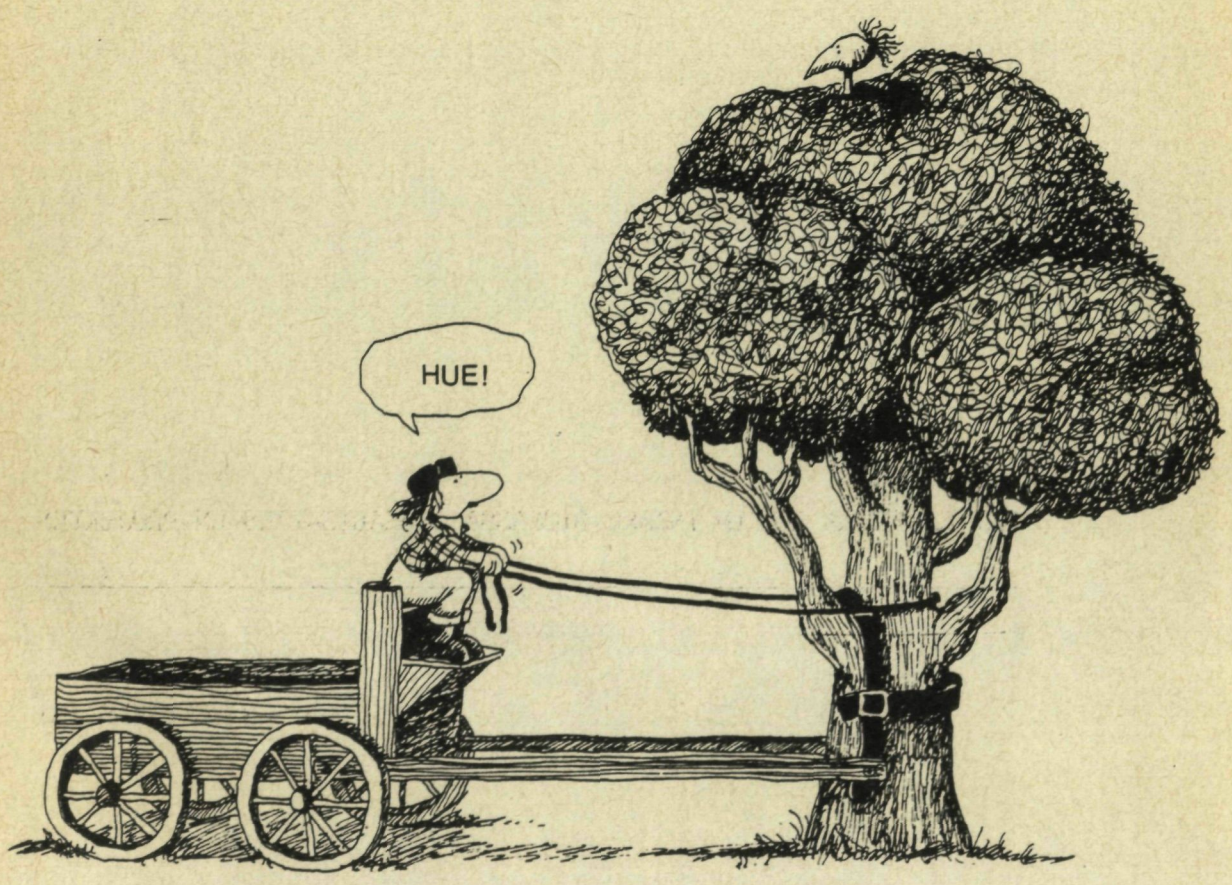
Het zou derhalve niet onmogelijk zijn, mocht dit als gevolg van de toestand van de crisis nodig zijn, bijvoorbeeld 10 % van de landbouwoppervlakte (3 miljoen hectare) aan deze produkties op te offeren. De bevoorrading van het land zou erdoor niet als dusdanig worden bedreigd doch de uitvoer van levensmiddelen zou uiteraard gevoelig dalen.

Er zou dan gezocht moeten worden naar teelten die een massa droge materie per hectare mogelijk maken van zowat 15 tot 25 ton (pijlriet bijvoorbeeld lijkt een dergelijke regelmatige produktie te kunnen voortbrengen). Het energierendement zou dan 4 tot 5 TPE/ha en per jaar bedragen en het is dus goed mogelijk dat, in voorgaande hypothese, de landbouw door dergelijke teelten tot 12 tot 15 miljoen TPE/jaar komt. Het spreekt vanzelf dat het hier slechts om een eventuele mogelijkheid gaat die op dit ogenblik niet gewettigd wordt door de energiesituatie op wereldvlak.

HET CANADEES BELEID INZAKE BIOMASSA : REALISATIES EN PROJEKTEN

Dhr. R. OVEREND (x)

(x) Energieprojekt, Coördinator "Biomass"
National Research Council of Canada


HUE!

HET CANADEES BELEID INZAKE BIOMASSA : REALISATIES EN PROJEKTEN

In het besef dat de fossiele brandstoffen, - petroleum, kolen, aardgas, bitumenzand-, niet onuitputtelijk zijn bevelen talrijke landen het gebruik aan van hernieuwbare grondstoffen om de energiebevoorrading in stand te houden en de daling van de petroleumreserves te compenseren. Figuur 1 geeft de daling van de petroleumproductie in Canada weer, evenals de voorziene productie van synthetische crude op basis van bitumenzand tijdens de volgende decennia. Door de daling van de traditionele productie van petroleum, is de overgang naar "niet-traditionele brandstoffen" begonnen, en deze tendens zal versnellen naarmate de 21e. eeuw nadert. Canada heeft aangekondigd dat het de bedoeling heeft hernieuwbare brandstoffen te exploiteren : over zonneverwarming (van gebouwen en water) en bosbrandstoffen werd onlangs een regeringsprogramma uitgewerkt, met het doel het percentage energie afkomstig van hernieuwbare brandstoffen van 3,5 % op dit ogenblik op te drijven tot 10 % in het jaar 2000. Om deze snelle stijging te realiseren, zal het noodzakelijk zijn aangepaste technologieën uit te werken, opdat de hernieuwbare energie haar plaats zou krijgen in deze wereld, die voornamelijk door gasvormige en vloeibare koolwaterstoffen aangedreven en verwarmd wordt. Voor de biomassa ligt de sleutel voor gebruik op grote schaal in de conversie van door fotosynthese geproduceerde grondstoffen in producten, die aangepast zijn aan de transportmogelijkheden en de systemen voor het uiteindelijk gebruik in het petroleumtijdperk. Men kan dit samenvatten in een tabel waar het potentieel van elke brandstof en technologie kwantitatief en grafisch voorgesteld kan worden. Zie hiervoor Figuur 2 ; de rubrieken van elke kolom werden als voorbeeld gegeven en de lijsten zijn in geen geval volledig. Om de behoeften aan R en D te identificeren, moet men dan overgaan tot een technisch-economische evaluatie van de mogelijkheden van de verschillende grondstoffen aangewezen in de tabel, en die het product is van (grondstof) x (vervoer) x (conversietechnologie) x (vervoer) x (uiteindelijk gebruik).

De aangeduide mogelijkheden zullen niet volstaan om alle problemen op te lossen in verband met de grondstoffen en behoeften van Canada, vooral rekening houdend met de rijkdom van het land aan hydraulische energie, met het nucleair potentieel, met de reserves aan gas en kolen, evenals de niet-conventionele petroleumproducten, zoals bitumenzand en zware olie. (Figuur 3). Die grondstoffen stellen

niet alleen op materieel en economisch vlak problemen, maar ook op maatschappelijk vlak. Enkele voorbeelden : Canada beschikt over aardgas tot in de 21e. eeuw ; de hydraulische energie en de kernenergie brengen de basiskostprijs voor elektriciteit op ongeveer 3c/kWh of 9 $/ GJ($ van 1977) ; het rechtstreeks gebruik van methanol voor auto's zal de vervanging vergen van een groot gedeelte van het huidig distributiesysteem van brandstof op het einde van de keten. Dit is geen volledige lijst, maar ze toont aan dat er andere criteria meetellen dan alleen het technisch feit in staat te zijn de biomassa in een gegeven product om te zetten, criteria die waarschijnlijk het eventueel gebruik van deze hernieuwbare brandstof zullen bepalen.

Grondstoffen

Bosbouw

De totale productiviteit in biomassa in Canada is niet bekend. Op basis van Russische gegevens over het noordelijk halfrond (1), beloopt het totaal energetisch gehalte van alle koolstof gefixeerd door fotosynthese, in Canada per jaar ongeveer 100 EJ (1 EJ = 10^{18} Joules = 0,948 Quad). Dit getal is een uiterst klein deel van de zonneënergie die jaarlijks op Canadees grondgebied valt. De gemiddelde zonneïntensiteit van 100W/m^2 op de 9,96 miljoen vierkante kilometer van Canada, komt overeen met een jaarlijkse energie van 34.000 EJ. Hoewel de biomassa de meest directe weg is om gebruik te maken van zonneënergie, zal het grootste deel van de bevoorrading in hernieuwbare energie in de verdere toekomst toch via opvang en transformatie gerealiseerd moeten worden. Op dit ogenblik wordt het biologisch rendement, lager dan 0,5 % van de transformatie van zonneënergie, gecompenseerd door de inherente karakteristieken wat stockage betreft en de hoge thermodynamische beschikbaarheid van de biomassa. De hernieuwbare energie onder de vorm van hydraulische reserves en biomassa draagt voor respectievelijk 0,8 EJ (2) en 0,35 EJ (3) bij in de bevoorrading van Canada in primaire energie (die in 1974 8,4 EJ bedroeg). Hoewel men dit aandeel kan vergroten door gebruik te maken van bekende technolo-

gieën, vereist het gebruik van zonne- en windenergie nog een aanzienlijke vooruitgang van de technologie op het gebied van de stockage om economisch competitief te zijn.

De biomassa op het land is natuurlijk afhankelijk van een niet-hernieuwbare bron, - de grond -,als mechanische houder en als leverancier van de voedende bestanddelen nodig voor de groei van de planten.
De totale oppervlakte van Canada, 996 699 000 hectare, werd als volgt ingedeeld (4) :

TABEL 1

Aard van het oppervlak	Oppervlakte (10^3 ha)	% van het totaal
Water	81 006	8,1
Ongerepte zone (toendra, muskeg, enz...)	519 105	52,1
Landbouwzone	67 344	6,8
Stedelijke zone en andere	6 199	0,6
Woud	323 045	32,4
	996 699	100,0

De voornaamste grondstof is het woud, dat eenderde van de oppervlakte beslaat. Het ligt aan de basis van de enorme houtindustrie in Canada : een nijverheid die 1 miljoen mensen tewerkstelt, 300.000 in de eigenlijke houtindustrie en 700.000 in aanverwante activiteiten, en die ongeveer 20 % van de waarde van de buitenlandse handel oplevert. Gegevens van de FAO (5) verstrekken statistieken van de voornaamste houtproducerende landen, geklasseerd in functie van hun houtvoorraden (6).

TABEL II

Land	Bevolking 10^3 inwoners	Houtvoorraad $10^6 m^3$	Houtvoorraad per inwoner	Rond hout $10^3 m^3$	Productie per inwoner
Brazilië	109 730	74 315	677,2	163 995	1,49
USSR	255 038	73 250	287,2	387 600	1,52
E-U	213 925	18 261	85,4	295 802	1,38
Canada	22 801	17 811	781,1	121 206	5,32
Indie	613 217	10 180	16,6	127 465	0,21
China	838 803	6 000	7,2	195 131	0,23

De mogelijkheden om de bossen, in nauwe samenwerking met de huidige industrie, voor energiedoeleinden te gebruiken zijn nergens in de wereld zo groot als in Canada.

Hoewel ongeveer de helft van het in de wereld geoogste hout als brandstof dient, zijn er slechts enkele landen die over voldoende hout per inwoner beschikken om een groot deel van hun behoeften aan energie te dekken. De vraag naar energie bedraagt in de geïndustrialiseerde landen op dit ogenblik ± 10 Kw per persoon, terwijl dit in de "ontwikkelingslanden" ongeveer 500 Kw per persoon is (7). Bij een conversie van 1 m^3 hout per jaar = 232 W (gebaseerd op de calorische waarde van het beste hout), ziet men gemakkelijk in waarom er een crisis in het brandhout ontstaat (8). Inderdaad, de landen vermeld in bovenstaande tabel zouden niet allemaal in staat zijn aan hun behoeften te voldoen, alleen door een beroep te doen op hun biomassa "hout".

Er werd een studie gemaakt over het energetisch potentieel van Canada aan hout (9). De beschikbare grondstof is voornamelijk van drieërlei aard. De goedkoopste is houtafval van de industriële verwerking van hout. Hoewel ongeveer de helft van het houtafval van zagerijen (schors, spaanders, zaagsel) reeds voor de productie van energie aangewend wordt, denkt men dat ongeveer nog 0,14 EJ/ jaar zou kunnen gebruikt worden voor thermische conversie in stoom of electriciteit in de houtverwerkende nijverheid, die op dit ogenblik voor dergelijke doeleinden ongeveer 7,5 % van de totale petroleum- en gasomzet verbruikt. De energiedistributie in de houtindustrie wordt samengevat in figuur 4.

Figuur 5 stelt een veralgemeend diagram voor van de distributie van de biomassa in de samenstelling van een boom. Op dit ogenblik oogst men slechts de stam van de boom ; de kruin, de takken en de stronk blijven ter plaatse. Met de belangrijke veranderingen in de oogsttechniek - sommige worden reeds toegepast - zal het mogelijk zijn alle houtafval te recupereren en te gebruiken. Men denkt dat men het huidig equivalent van 1,0 EJ rond hout afkomstig van alle Canadese soorten, met ongeveer 0,6 EJ zou kunnen verhogen.

Alhoewel de oogst van bomen voor energiedoeleinden alleen waarschijnlijk te duur zou uitvallen, zou het niet gebruikte woud in Canada de huidige oogst van hout theoretisch kunnen verdubbelen, hoewel dan het hout uit de tertiaire zones (zie tabel hierna) zou moeten aangesproken worden.

TABEL III

Soorten woud	Afstand van industriële houtverwerkingscentra, km	Oppervlakte 10^6 ha	%
Voorbehouden	onbepaald	13 141	4,1
Primair	< 80	157 233	48,8
Secundair	$\leq 80 < 120$	19 849	6,0
Tertiair	≤ 120	132 822	41,1
		323 045	100,0

Een belangrijke infrastructuur aan wegen en diensten of de verbetering van het transport over water, is dus een allereerste vereiste voor een dergelijke ontwikkeling.

Wanneer de houtoogst aan een andere activiteit gekoppeld wordt, zoals de intensieve exploitatie van de wouden, zou het misschien verantwoord kunnen zijn ongeveer 0,3 EJ te recupereren in de vorm van bomen uit de primaire en secundaire houtstreken die voor het ogenblik niet verkoopbaar zijn. Samengevat ziet het energiepotentieel afkomstig van hout er als volgt uit :

TABEL IV

Grondstof	10^6 t/jaar (droog product)	Bruto energetisch vermogen /EJ	Kostprijs $/GJ
Afval van zagerijen	7,5	0,14	- 0,2 (a)
Afval van het rooien	31	0,58	0,8-1 2
Niet-gebruikte bomen	20	0,37	1,0-1 5 (b)
Tertiaire wouden	52	0,97	2 ?

Afval van zagerijen

a) Er is voor het ogenblik een verwijderingskostprijs ; daar dit afval zich ter plaatse bij een industriële houtverwerking bevindt, bedraagt hun waarde 0,8 $ /GJ ten opzichte van kolen, of 2 $ /GJ ten opzichte van petroleum en gas.

b) Hangt af van de verdeling van de kosten naargelang de objectieven van de houtexploitatie.

Landbouw

Het relatief klein aandeel van de oppervlakte van Canada dat voor landbouw geschikt is, wordt gebruikt voor de productie van voedingsstoffen voor eigen gebruik of voor de export. Het is weinig waarschijnlijk dat de rol van Canada in de graanvoorziening van andere landen in een te voorziene toekomst zou veranderen. Het energiepotentieel van de landbouw bestaat dus uit allerlei soorten afval. Zelfs afval kan waarde hebben, als bodemverbeteraar, als voedingssubstituut voor dieren of substraat voor de productie van proteïnen op basis van eencellige organismen.

Figuur 6, volgens Leach (10), geeft de relatieve energierendementen aan van het huidig Canadees woud, van de primitieve en westerse landbouw, uitgedrukt in energievermogen voor de producten/energie-aanbreng voor de producten op de plaats van productie. De landbouwpraktijk is geëvolueeerd naar de substitutie van arbeid door kapitaal en energie, parallel met het gebruik van elementen met een hoog energiegehalte zoals herbiciden, meststoffen en irrigatie.

Hierna volgt het energiegehalte van de Canadese landbouwproductie (11) :

TABEL V

Productie van biomassa als voeding en veevoeding in de landbouw

Product	Hoeveelheid 10^6 ton	Energie PJ
Graangewassen	33,3	579
oliehoudende zaden	2,2	44,8
veevoeder	35,2	590
gras	43,2	627,7
fruit, groenten, aardappelen	4,15	10,1
melkproducten	9,2	21
vlees en gevogelte	2,0	21,6
Totaal van plantaardige oorsprong	117,95	1 851,6

TABEL VI

Productie van in Canada beschikbare biomassa op basis van afval en residus

Produkt	Hoeveelheid 10^6 ton	Energie PJ
Dierlijk afval	12,6	278,2
Afval van culturen	16,9	246,4
Totaal	29,5	525,1

+ Rekening houdend met het feit dat in het oosten het vee ongeveer 1/3 van het jaar in artificiële weiden vertoeft en dat het vee in het westen dikwijls in grote natuurlijke weiden graast, zodat slechts een vierde van het mest beschikbaar is.

+ Gemiddeld een halve ton per acre (1100 kg/ha). Bovendien beschikt men over meer dan een ton stro per acre in het oosten, maar veel minder in het westen.

Gespecialiseerde methodes voor de recuperatie van energie uit landbouwafval zijn mogelijk, maar hun toepassing wordt meestal nadelig beïnvloed door de kostprijs van het ophalen, wat weerspiegeld wordt in de inherente karakteristieken inzake stockering van de biomassa - eenjarige planten kunnen ongeveer 1 tot 5 ton stro per ha opleveren, een bosexploitatie met een trage rotatie kan 100 tot 200 ton/ha residu en 100 t/ha rond hout voortbrengen. Het verschil in intensiteit, en het feit dat bomen (levende) het hele jaar door gekapt worden, ook gedurende het tweede en derde trimester, in tegenstelling tot de landbouw, vormen een grote economische handicap voor de landbouw als energiebron.

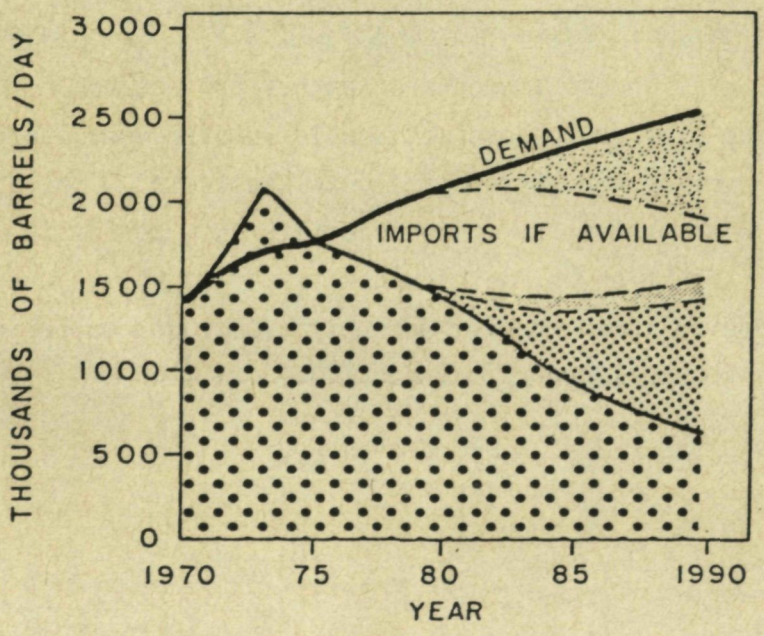
Dierlijk afval is op bepaalde plaatsen in grote hoeveelheden aanwezig, bijvoorbeeld in de vetweiden voor runderen, en bij de teelt van varkens en pluimvee. Het absoluut energievermogen is niet bijzonder groot, maar de doorbraak van de technologie van de anaërobe gisting maakt het mogelijk de objectieven inzake leefmilieu en de sociale objectieven te realiseren, parallel met de energieproductie (12).

Agro-bosbouw

Op wereldvlak is er zeer veel belangstelling voor de ontwikkeling van zeer productieve overblijvende planten voor de voeding-, vezel- en brandstofproductie. Canada werkt met vijf andere landen mee aan het project van het Internationaal Energie-Agentschap over de bosbouw met snelle rotatie voor energiedoeleinden. Men heeft reeds hybride populieren (13) ontwikkeld die 10 tot 25 t/ha per jaar produceren. Als het mogelijk zou zijn deze te kweken zonder in de regionale culturen de netto-winst en de energiewinst te ver te verplaatsen (figuur 5), dan zouden de gegeven ramingen over de energievoorraden op basis van hout 3 tot 5 maal hoger kunnen liggen.

FIGURE 1

OIL DEMAND AND AVAILABILITY
HIGH PRICE SCENARIO 1970-1990



SOURCE: Energy, Mines and Resources, Feb. 1978.

FIGUUR 2

EVALUATIE VAN DE BIOMASSA EN DE TECHNOLOGIE TERZAKE

GRONDSTOF	OOGST EN TRANSPORT	TECHNOLOGIE VOOR DE OMZETTING	TRANSPORT	UITEINDELIJK GEBRUIK
1. WOUD	WEG	VERBRANDING	STOOM	industrieel gebruik
AFVAL VAN ZAGERIJEN	SPOORWEG	VERGASSING	ELECTRICITEIT	electriciteit
AFVAL VAN HET ROOIEN	SCHIP	b.v. gas met laag calorisch	PIJPLIJN	chemische syn-
PRIMAIRE OOGST	PIJPLIJN	vermogen		these
		synthesegas	TANKER	transport
2. LANDBOUW		pyrolyse	WEG	BRANDSTOFFEN
LANDBOUWAFVAL		b.v. houtskool	SPOORWEG	(b.v. methanol)
DIERLIJK AFVAL		vloeibare brandstof		
ENERGY-CROPS				
3. AGRO-BOSBOUW		hydrogenatie		
ENERGETISCHE AANPLANTINGEN		b.v. vloeibare brandstof		
		gas		
4. MARIENE CULTUREN		fermentatie		
ZOET WATER		b.v. CH_4		
ZOUT WATER		C_2H_5OH		
1. STROOMMONDINGEN				
2. OCEAAN				

F I G U U R 3

VERGELIJKING TUSSEN DE CANADESE EN WERELDVOORRADEN

	PER PERSOON		
	CANADA	WERELD	
ZONNEENERGIE (CONTINU)	50	7	MEGAWATT
KOLEN	6100	2500	TON
TURF (GERAAMD)	5,65	0,06	HECTARE
PETROLEUM	8700	460	BARIL
AARDGAS	9500	2500	M pi^3
URANIUM	40	1	KILOGRAM
WOUD (HOUT OP STAM	300	31	TON
(JAARLIJKSE AANGROEI)	17,4	?	TON
HYDROELECTRICITEIT (CONTINU)	3200	2700	WATT
AFVAL VAN CULTUREN (PER JAAR)	2	0,2	TON
HUISHOUDELIJK AFVAL (PER JAAR)	740	350	KILOGRAM

FIGURE 4

ENERGY IN THE FOREST INDUSTRY SYSTEM ALL ENERGY IN PJ (10^{15} JOULE)

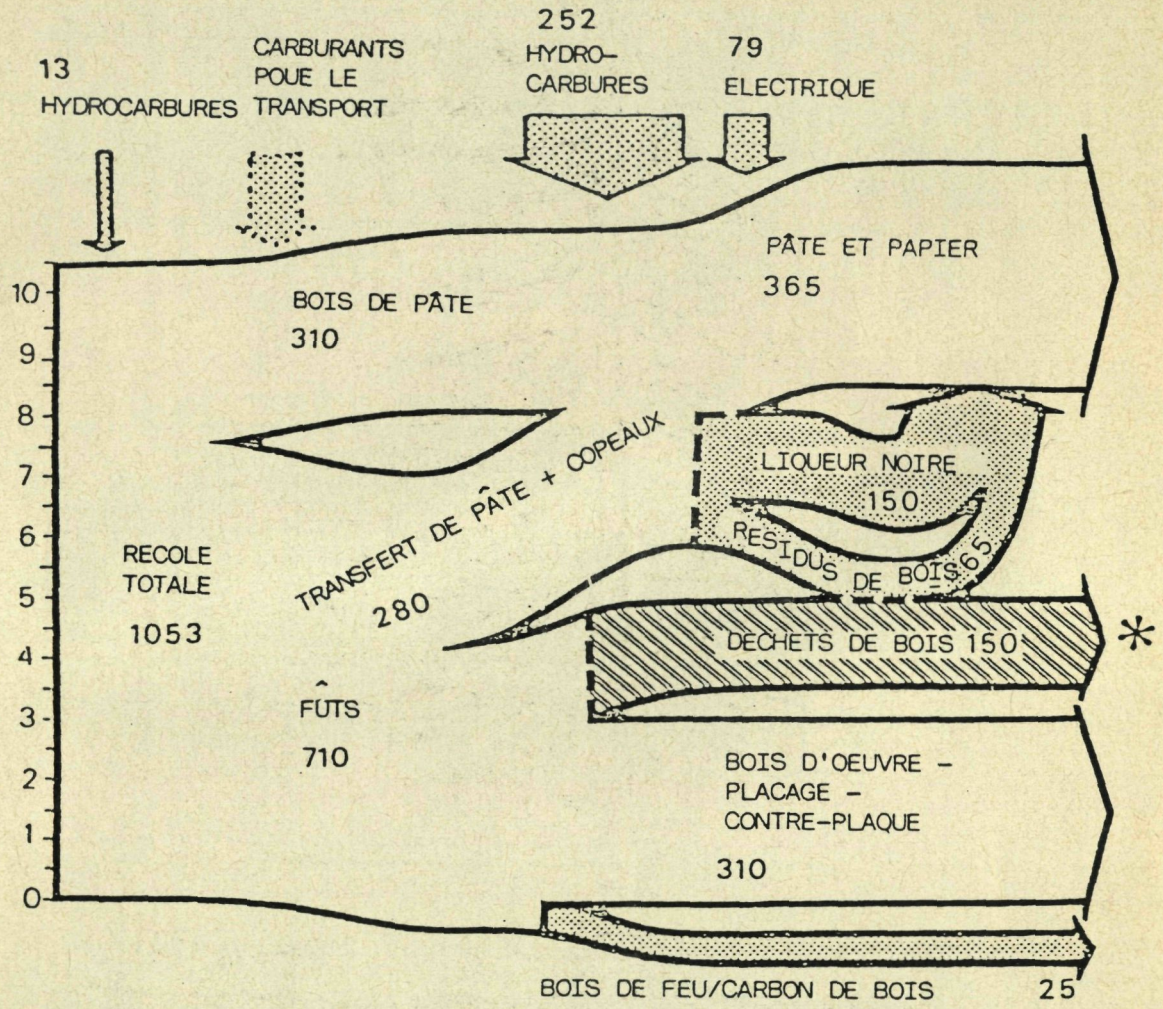


FIGURE 5

DISTRIBUTION APPROXIMATIVE DE LA BIOMASSE DES ARBRES EN POURCENTAGE

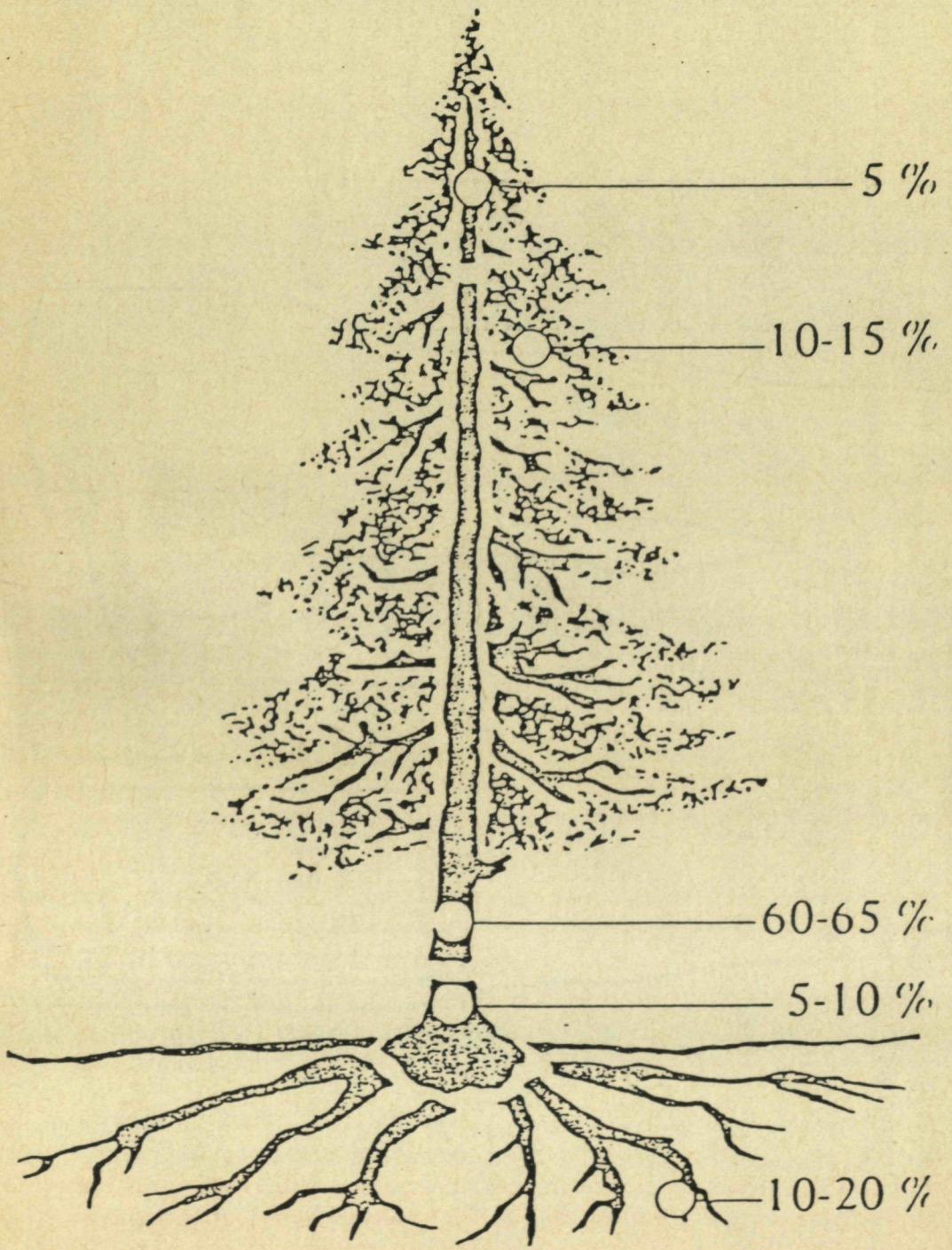
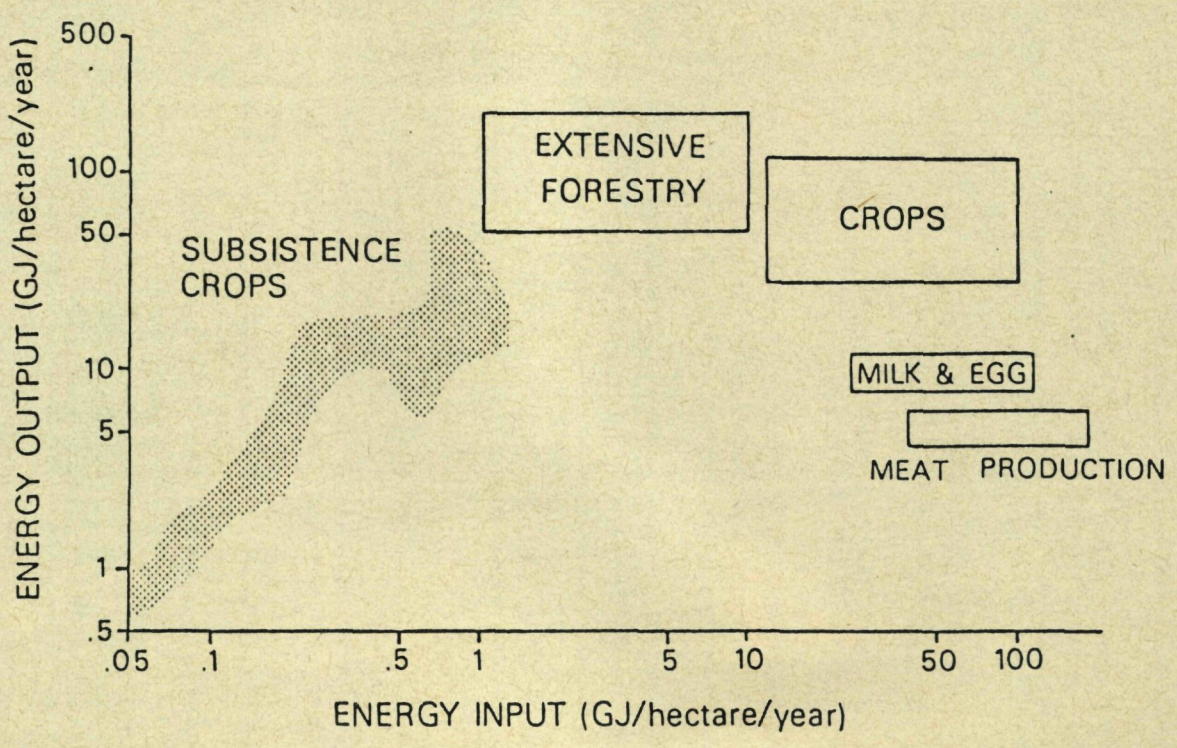


FIGURE6

ENERGY INPUTS & OUTPUTS PER UNIT OF LAND
WORLD FARMING SYSTEMS.



Literature Cited

1 Rodin, L.E., Bazilevich, N.I., Rozov, N.N., "Productivity of the World's Main Ecosystems," "Productivity of World Ecosystems: Proceedings of a Symposium," National Acedemy of Sciences, Washington, D.C., 1976, pp. 13-26.

2 Energy Policy Sector, Department of Energy, Mines and Resources, Report E1-77-5, "Electric Power in Canada 1976," Ottawa, Canada, 1976.

3 Overend, Ralph, "Energy and the Forest Industry (Estimates of Energy Flows)," Technical Note 5, Renewable Energy Resources Branch, Department of Energy, Mines and Resources, Ottawa, Canada, 1978.

4 Department of Fisheries and Environment, "Canada's Forests 1976," Ottawa, Canada, 1976.

5 Food and Agriculture Organization, "Production Yearbook 1975," Vol. 29, Rome, 1975.

6 Perrson, Reidar, "World Forest Resources: Review of the World's Forest Resources in the Early 1970's" Royal College of Forestry, Stockholm, 1974.

7 Hafele, W., "Energy Options Open to Mankind Beyond the Turn of the Century," International Institute for Applied Systems Analysis, Laxenburg, Austria, 1977.

8 Bene, J.G., Beall, H.W., Côté, A., "Trees, Food and People: Land Management in the Tropics," International Development Research Corporation, Ottawa, 1977.

9 Love, Peter, Overend, Ralph, "Tree Power: An Assessment of the Energy Potential of Forest Biomass in Canada," Report ER 78-1, Renewable Energy Resources Branch, Department of Energy, Mines and Resources, Ottawa, Canada, 1978.

10 Leach, Gerald, "Energy Accounting in Food Products," "9th International TNO Conference: The Energy Accounting of Materials, Products, Processes and Services," Rotterdam, Feb. 26 and 27, 1976, pp. 51-65.

11 Timbers, G.E., Downing, C.G.E., "Agricultural Biomass Wastes: Utilization Routes," Can. Agri. Eng. (1977) 19(2), 84-87.

12 Biomass Energy Institute, "Biogas Production from Animal Manure," Winnipeg, Manitoba, 1978.

13 Biomass Energy Institute, "Proceedings: Forest and Field Fuels Symposium," Winnipeg, Manitoba, Oct. 12 and 13, 1977.

APPENDIX

Samenvatting van de R en D over de bio-energie

Een van de belangrijkste punten van dit jaar is de publicatie van een monumentale studie Liquid Fuels from Renewable Resources : Feasability Study (vloeibare brandstoffen op basis van hernieuwbare grondstoffen : feasability-studie verricht door Intergroup Consulting Economists Ltd. In deze studie, gefinancierd door het Comité Interministériel de recherche et développement énergétiaue gedurende het financieel jaar 77, werden de hernieuwbare grondstoffen geidentificeerd, die geschikt zijn om te voldoen aan de voorziene behoeften van de transportsector in de 21e. eeuw. In het licht van de voorgaande analyses, bijvoorbeeld de energie uit bomen - Rapport EMRER 78-1-, werd de sector bosbouw aangeduid als de grootste leverancier in het totaal potentieel, en de landbouwresidus als zeer secundair (minder dan 5 %). In het rapport heeft men zich op methanol geconcentreerd als vloeibare brandstof, voornamelijk omdat het mandaat van de studie stimuleerde dat de toepassing van een optie inzake vloeibare brandstof op basis van de biomassa voor de periode na 1985 moest zijn. Verder werden nog andere veelbelovende brandstoffen, evenals domeinen waarvoor een gedetailleerde studie en meer onderzoek nodig zijn, geïdentificeerd en gebruikt als basis voor de uitwerking van een ontwikkelingsprogramma voor bosbouw.

De voornaamste gebeurtenis in 1978 was de erkenning door de politieke kringen dat de biomassa, in het bijzonder de houtbiomassa, in belangrijke mate zou bijdragen tot de energiebevoorrading in het jaar 2000. Om de huidige inbreng van de houtexploitatie aan zelf geproduceerde energie van 350 PJ op ongeveer 600 - 700 PJ te brengen, werd een financieel programma aangekondigd ter bevordering van de installaties voor de productie van energie uit hout. Dit programma - ERIF (Hernieuwbare energie in de bosbouw) - levert tot 20 % van het nodige kapitaal voor technologie voor omzetting van energie. Eerst bestemd voor beproefde commerciële technologieën, zal het programma eveneens dienen voor de bevordering van de snelle totstandkoming van realisaties op korte termijn, in het bijzonder op het gebied van de vergassing om een gas te produceren met een laag energetisch vermogen.

groot vochtgehalte, want deze zouden vooral in het oosten van Canada een belangrijk potentieel kunnen vormen. Men heeft ook de financiering van studies op lange termijn aangevraagd over de genetische engineering en fundamentele studies over de anaërobe fermentatie, teneinde basiskennis te verwerven op het gebied dat de twee volgende decennia de grootste mogelijkheden tot vooruitgang biedt in de biomassaconversie.

De huidige technologie inzake conversie is geconcentreerd op de thermochemische conversie ; een deel hiervan bestaat uit het aanpassen van 19e. eeuwse technologie. Het R en D-programma omvat een thermo-chemische behandeling die verder gaat dan de traditionele chemische afbraak van de biomassa in CO en H_2, gevolgd door een variante van de synthese van Fischer-Tropsch. Deze werkzaamheden over de hydrogenatie en het vloeibaarmaken bieden meer mogelijkheden dan de technologie van FT, hoewel, volgens sommigen, nog niet voldoende om het gebruik van de biomassa door middel van de biochemische conversie te veralgemenen.

APPENDIX

Samenvatting van de R en D over de bio-energie

Een van de belangrijkste punten van dit jaar is de publicatie van een monumentale studie Liquid Fuels from Renewable Resources : Feasability Study (vloeibare brandstoffen op basis van hernieuwbare grondstoffen : feasability-studie verricht door Intergroup Consulting Economists Ltd. In deze studie, gefinancierd door het Comité Interministériel de recherche et développement énergétiaue gedurende het financieel jaar 77, werden de hernieuwbare grondstoffen geidentificeerd, die geschikt zijn om te voldoen aan de voorziene behoeften van de transportsector in de 21e. eeuw. In het licht van de voorgaande analyses, bijvoorbeeld de energie uit bomen - Rapport EMRER 78-1-, werd de sector bosbouw aangeduid als de grootste leverancier in het totaal potentieel, en de landbouwresidus als zeer secundair (minder dan 5 %). In het rapport heeft men zich op methanol geconcentreerd als vloeibare brandstof, voornamelijk omdat het mandaat van de studie stimuleerde dat de toepassing van een optie inzake vloeibare brandstof op basis van de biomassa voor de periode na 1985 moest zijn. Verder werden nog andere veelbelovende brandstoffen, evenals domeinen waarvoor een gedetailleerde studie en meer onderzoek nodig zijn, geïdentificeerd en gebruikt als basis voor de uitwerking van een ontwikkelingsprogramma voor bosbouw.

De voornaamste gebeurtenis in 1978 was de erkenning door de politieke kringen dat de biomassa, in het bijzonder de houtbiomassa, in belangrijke mate zou bijdragen tot de energiebevoorrading in het jaar 2000. Om de huidige inbreng van de houtexploitatie aan zelf geproduceerde energie van 350 PJ op ongeveer 600 - 700 PJ te brengen, werd een financieel programma aangekondigd ter bevordering van de installaties voor de productie van energie uit hout. Dit programma - ERIF (Hernieuwbare energie in de bosbouw) - levert tot 20 % van het nodige kapitaal voor technologie voor omzetting van energie. Eerst bestemd voor beproefde commerciële technologieën, zal het programma eveneens dienen voor de bevordering van de snelle totstandkoming van realisaties op korte termijn, in het bijzonder op het gebied van de vergassing om een gas te produceren met een laag energetisch vermogen.

Er werden ook een reeks federale-provinciale akkoorden over experimenten met technologieën inzake hernieuwbare energie en de conservering ervan aangekondigd, en er werd gesteld dat dit de start zou zijn niet alleen voor de ontwikkeling van het materieel, maar ook voor een inventaris van de biomassa in de periode 1982-83 na het einde van de R en D-inspanning betreffende de evaluatie van de bronnen van biomassa.

Men heeft er zich toe verbonden het R en D-programma bosbouw gedurende 5 jaar te financieren om te voldoen aan de voorwaarden, noodzakelijk geacht om een betere kennis van het potentieel van de houtbiomassa te verzekeren. Dit programma met de benaming ENPOR heeft de ontwikkeling tot doel van een grondige strategie voor het gebruik op grote schaal van de houtbiomassa, dit wil zeggen op een schaal die kan vergeleken worden met die voorzien in de studie Intergroup, en die rond de 2 Exa J primaire energie ligt. De R en D-inspanning is inderdaad verdeeld tussen de toename en de productie van de houtbiomassa en de conversie in energievormen die verenigbaar zijn met het huidig distributiesysteem. Vroegere statistieken hebben aangetoond dat er onvoldoende gegevens zijn over de invloed op het leefmilieu van de twee luiken van het programma, wat in de toekomst een belangrijk element van het programma zal vormen.

De R en D over de landbouwbiomassa is voor het ogenblik beperkt tot het onderzoek naar de oplossingen voor de energiebehoeften op de boerderij door conversie van bruikbare dierlijke en plantaardige residus. In het licht van de resultaten van de studie Intergroup, zal dit waarschijnlijk het eerste objectief van het programma blijven. Dit jaar heeft men voor boerderijen anaërobe gistingsinstallaties besteld op pilootschaal (verbeterde of nieuwe) en een stroverbrander. Men heeft bij allemaal exploitatiemoeilijkheden ondervonden, inzonderheid bij de behandeling van de materialen en de warmtetransfer. Men zal ze dus verder bestuderen en aanpassen met de fondsen van het programma. Misschien zal men de twee volgende jaren meer aandacht besteden aan de conversie van plantaardige residus, terwijl de R en D over anaërobe gisting op het huidig niveau zal blijven tot men de recente vooruitgang van de technologie betreffende de snelle anaerobe gistingsinstallaties bestudeerd zal hebben.

Over anaërobe gisting wordt in de Divisie Biologie van de Conseil national de recherches (CNRC) toegepast en fundamenteel onderzoek verricht. De fundamentele werkzaamheden over de ecologie der anaërobe bacterieën gebruikt voor de gisting worden als essentieel beschouwd voor een beter begrip van de "pannes"die voorkomen in de door P. Lentz en B. van den Berg ontwikkelde anaërobe gistingsinstallaties met hoog rendement. De technologie met hoog rendement, dit wil zeggen 5 volumes methaan per eenheidsvolume van de digestors, vergeleken met 0,5 1 volume per volume in de huidige geïnstalleerde digestors, is een revolutie, die als de realisatie slaagt, de investeringen, die de huidige installaties vergen en die hun vroegtijdige toepassing schaadt, zal compenseren.

De internationale samenwerking inzake bosbouw voor de productie van energie onder auspiciën van het Internationaal Energie-agentschap (AIE), is uiterst nuttig gebleken op het vlak van de uitwisseling van informatie. Tijdens de derde vergadering over dit onderwerp, in maart 1979 te Ottawa, werden de projecten voor samenwerking bepaald. Er blijkt een grote belangstelling voor bilaterale of multilaterale samenwerking in verband met de realisatie van machines voor het oogsten van houtafval en inzake aanplantingen met snelle rotatie.

De toekomstige oriëntering van het programma werd niet volledig geregeld. De huidige toelage voor de voornaamste bron van de biomassa - bosbouw - is juist voldoende. De evaluatie van de landbouwbiomassa, inzonderheid voor de plantaardige residus, wordt voor het ogenblik verwaarloosd en men heeft dan ook fondsen voor deze werkzaamheden aangevraagd. De bosbouwactiviteit beschikt over fondsen voor R en D over levende oogsten met snelle rotatie (3 tot 10 jaar). Tot nu toe werd voor energieculturen in de landbouw geen vergelijkbare inspanning gepland.

Bij de aanvraag voor bijkomende fondsen heeft men de raming van de voorraden aan mariene biomassa's er in begrepen, evenals de conversie van biomassa's met

groot vochtgehalte, want deze zouden vooral in het oosten van Canada een belangrijk potentieel kunnen vormen. Men heeft ook de financiering van studies op lange termijn aangevraagd over de genetische engineering en fundamentele studies over de anaërobe fermentatie, teneinde basiskennis te verwerven op het gebied dat de twee volgende decennia de grootste mogelijkheden tot vooruitgang biedt in de biomassaconversie.

De huidige technologie inzake conversie is geconcentreerd op de thermochemische conversie ; een deel hiervan bestaat uit het aanpassen van 19e. eeuwse technologie. Het R en D-programma omvat een thermo-chemische behandeling die verder gaat dan de traditionele chemische afbraak van de biomassa in CO en H_2, gevolgd door een variante van de synthese van Fischer-Tropsch. Deze werkzaamheden over de hydrogenatie en het vloeibaarmaken bieden meer mogelijkheden dan de technologie van FT, hoewel, volgens sommigen, nog niet voldoende om het gebruik van de biomassa door middel van de biochemische conversie te veralgemenen.

Identificatiesleutel van het programma betreffende de biomassa

In het raam van de werkzaamheden over hernieuwbare energie, heeft men de R en D over de energie op basis van de biomassa aangeduid als het programma 4.3. , onderverdeeld in 9 subprogramma's en 49 secties.

SUBPROGRAMMA 4.3.1. BIOMASSA - EVALUATIE VAN DE GRONDSTOFFEN

4.3.1.1. - Bosbouw - afval van zagerijen
4.3.1.2. - Bosbouw - exploitatieafval
4.3.1.3. - Bosbouw - factoren van de biomassa
4.3.1.4. - Bosbouw - energetische aanplantingen - productiviteit
4.3.1.5. - Landbouw - dierlijk afval
4.3.1.6. - Landbouw - plantaardig afval
4.3.1.7. - Landbouw - energetische culturen
4.3.1.8. - Turf
4.3.1.9. - Marien milieu

SUBPROGRAMMA 4.3.2. BIOMASSA - INVLOED OP HET LEEFMILIEU

4.3.2.1. - Bosbouw - Invloeden van de sylvicultuur en het rooien
4.3.2.2. - Bosbouw - Invloeden van de technologie van de omzetting
4.3.2.3. - Landbouw - Invloeden van de landbouw en van de oogst
4.3.2.4. - Landbouw - Invloeden van de technologie van de omzetting
4.3.2.5. - Turf - Oogst
4.3.2.6. - Turf - Technologie van de omzetting.

SUBPROGRAMMA 4.3.3. BIOMASSA - INTERNATIONALE DEELNEMING

4.3.3.1. - Internationaal energie-agentschap
"Sylvicultuur met snelle rotatie voor de energieproductie"

4.3.3.2. - Internationaal energie-agentschap
"Dienst technische informatie over de biomassa"

SUBPROGRAMMA 4.3.4. BIOMASSA - FEDERALE EN PROVINCIALE DEELNEMING

4.3.4.1. - British Columbia Wood Waste Committee

4.3.4.2. - Akkoord Alberta-Canada (ACERF)

4.3.4.3. - Ile du Prince Edouard

SUBPROGRAMMA 4.3.5. BIOMASSA - TECHNOLOGIE BETREFFENDE DE OOGST EN HET OPHALEN

4.3.5.1.

SUBPROGRAMMA 4.3.6. BIOMASSA - TECHNOLOGIE VAN DE OMZETTING

4.3.6.1. - Productie van methaan

4.3.6.2. - Alcoholfermentatie

4.3.6.3. - Vergassing - gas met laag calorisch vermogen

4.3.6.4. - Vergassing - gas met gemiddeld calorisch vermogen

4.3.6.5. - Methanol

4.3.6.6. - Directe verbranding

4.3.6.7. - Productie van houtskool

4.3.6.8. - Productie van vloeibare brandstof

4.3.6.9. - Basis scheikundige producten, b.v. NH_3 (uitgezonderd de producten van het transport)

4.3.6.10. - Electriciteitsproductie

4.3.6.11. - Pyrolyse

4.3.6.12. - Vloeibaarmaken

SUBPROGRAMMA 4.3.7. BIOMASSA - FUNDAMENTELE STUDIES

4.3.7.1. - Anaërobe methaanfermentatie

4.3.7.2. - Fermentatie van pentosen

4.3.7.3. - Bekomen van bacteriestammen voor de productie van energie

4.3.7.4. - Stockage van warmte in eutectische zouten

4.3.7.5. - Moleculaire modellen van de fotosynthese

4.3.7.6. - Omzetting van zonneënergie via fotosynthetische bacterieën

4.3.7.7. - Catalytische synthese

SUBPROGRAMMA 4.3.8. BIOMASSA - SOCIAAL - ECONOMISCH - TECHNISCHE STUDIES

4.3.8.1. - Sociale infrastructuur

4.3.8.2. - Technologische evaluatie

4.3.8.3. - Economische evaluatie

4.3.8.4. - Informatie

4.3.8.5. - Juridische studies

SUBPROGRAMMA 4.3.9. BIOMASSA - BEHANDELING, TRANSPORT EN VOOR-BEWERKING VAN DE GRONDSTOFFEN

4.3.9.1. - Algemeen

4.3.9.2. - Behandeling van de grondstoffen

4.3.9.3. - Transport

4.3.9.4. - Voor-bewerking

TABEL I-1
VOORZIENE UITGAVEN PER SUBPROGRAMMA IN 1977-78 en 1978-79

	77-78 ($K)	78-79 ($K)	Totaal ($K)
Evaluatie van de grondstoffen	17,5	465,6	483,1
Invloed op het leefmilieu	-	47,6	47,6
Internationale deelneming	-	-	-
Federale en provinciale activiteiten	-	-	-
Technologie betreffende het oogsten en ophalen	-	80,5	80,5
Technologie van de omzetting	86,5	1.820,3	1.906,8
Fundamentele studies	77,4	504,8	582,2
Sociaal-ekonomisch-technische studies en informaties	291,9	939,8	1.231,7
Behandeling, transport en voor-bewerking	-	38,6	38,6
	473,3	3.897,2	4.370,5

TABEL I-2

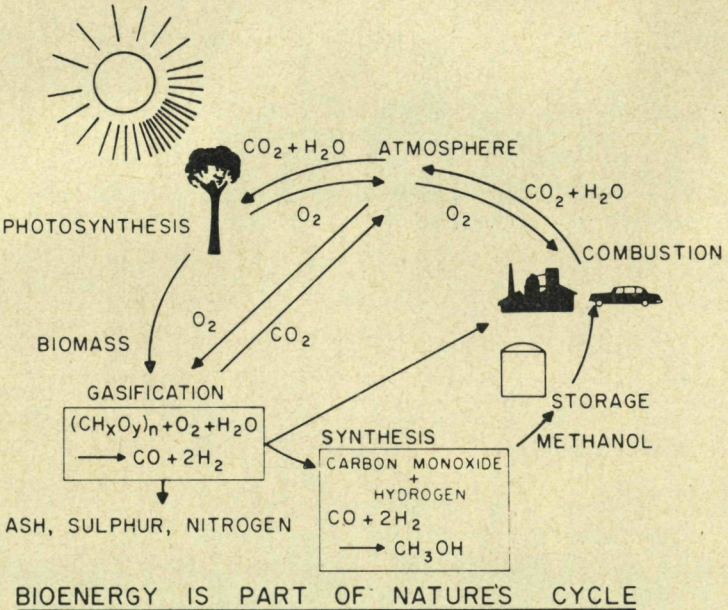
BRON VAN DE VOOR 1977-78 EN 1978-79 VOORZIENE UITGAVEN

a. Middelen voor de vermelde projecten.

Comité interministeriel fédéral de recherche et développement énergétiques :	$ 358,412	
Landbouw	358,412	
Energie, mijnen en grondstoffen	612,468	
Leefmilieu	1.645,757	$ 2,616,637
British Colombia Energy Commission		33,561
British Colombia Hydro		7,000
Société Canadienne d'hypothèques et de logement		12,000
Conseil des industries forestières		26,560
Energie, mines et resources		12,000
Lamb-Cargate Industries		300,000
Mac Millan-Bloedel		200,000
Conseil national de recherches du Canada		296,000
Conseil national de recherches et sciences naturelle et génie		271,700
L'Institut canadien de recherches sur les pâtes et papier		63,000
Saskatchewan Power Corporation		30,260
Stott Timber Corporation		416,667
Bevoorrading en diensten		84,620
		4,370,505

b. Bijkomende middelen, geïdentificeerd door de ministeries en federale diensten, en uitgegeven voor R en D over bio-energie in 1978-79, maar die niet direct verband houden met de hier vermelde specifieke projecten.

		4,370,505
Conseil national de recherches du Canada :		
middelen van de raad	$ 146,000	
comité sur les ressources de R & D en énergie	230,000	376,000
Landbouw		21,000
Leefmilieu		665,000
		1,062,000
Totaal van de middelen in 1977-78 en 1978-79 uitgegeven voor R en D over bio-energie		$ 5,432,505



BIOENERGY IS PART OF NATURE'S CYCLE

FABRIKATIEMOGELIJKHEDEN VAN SUBSTRATEN UIT SCHORS, SLIB EN HUISVUILKOMPOST VOOR TUINBOUWGEWASSEN EN POPULIERENTEELT

Dhr. M. DE BOODT(x)

(x) Professor aan de Rijksuniversiteit Gent

SUBSTRAAT UIT SCHORS, SLIB EN HUISVUILKOMPOST VOOR TUINBOUWGEWASSEN EN POPULIERENTEELT

Prof. Dr. Ir. M. DE BOODT
Dr. Ir. O. VERDONCK
Ir. D. DE VLEESCHAUWER
Faculteit van de Landbouwwetenschappen
Rijksuniversiteit Gent

INLEIDING

Verschillende fabrieken in ons land zoals de cellulose- en papierverwerkende industrie naast de gemeentelijke huisvuilophalingsdiensten, worden in toenemende mate gekonfronteerd met afvalstoffen, hetzij in droge of natte toestand. Het dumpen van zware afvalstoffen kan alleen maar geschieden met inachtname van strenge voorschriften. Vuil water mag niet meer willekeurig in de waterlopen geloosd worden.

Alzo zijn de fabrieken verplicht een waterzuiveringsstation op de richten. De vaste afvalstoffen en het slib afkomstig van de waterzuivering kan men verbranden, doch dit is vaak een polluerende aangelegenheid en tevens een dure oplossing. Het is dan ook niet verwonderlijk dat men naar andere oplossingen heeft gezocht die niet alleen goedkoper zijn maar ook milieuvriendelijk. Kompostage van schors met slib om eventueel te mengen met huisvuilcompost is daarbij een aantrekkelijke oplossing omdat naargelang de kwaliteit van het substraat men zijn toevlucht kan nemen tot boomaanplanting ofwel tot sierplantenteelt. Een belangrijk element is dat beide oplossingen grote hoeveelheden substraten kunnen verwerken.

In het kader van een nationaal R-D en IWONL programma "Afvalstoffen" werd reeds verscheidene jaren de valorisatie van kompost en slib bestudeerd voorwat respectievelijk de fundamentele of toegepaste aspecten van dit probleem betreft.

De bekomen resultaten kunnen samengevat worden als volgt :

1. Slib, toegevoegd aan schors, kan gekomposteerd worden om rechtstreeks te dienen als substraat in de sierplantenteelt of om na menging met stadsvuilkompost eveneens dienstig te zijn voor de kweek van bepaalde planten.
2. De mogelijkheid bestaat om slib, mits een aangepaste behandeling, aan te wenden als groeisubstraat voor populieren waarbij speciale variëteiten zoals de Trichocarpa-deltoïdes, of de Laciocarpa-Trichocarpa bijzonder gunstige resultaten opleveren.

1. Karakterisatie van slib

Om de valorisatie van het slib te kunnen bestuderen, moeten eerst de chemische en fysico-chemische karakteristieken bepaald worden. Vanzelfsprekend moet men weten of er geen elementen aanwezig zijn die nadelig kunnen zijn voor de plantengroei en zo ja of men niet door een gepast ingrijpen dit nadelig aspect niet kan wijzigen.

In tabel 1 zijn de analyses weergegeven van de verschillende slibsoorten die ons ter analyse werden toegezonden. In deze tabel wordt ook de analyse gegeven van schors omdat het meestal tesamen met het slib moet verwerkt worden. Ook werden de toegelaten grenzen van de zware metalen weergegeven, zoals vastgesteld door het FAO.

Uit de resultaten van tabel 1 kunnen volgende besluiten getrokken worden :

1. De monsters kunnen hoofdzakelijk onderverdeeld worden in twee grote groepen : deze die met kalk zijn uitgevlokt waardoor hoge pH en hoge Ca-gehalten worden vastgesteld en deze waarbij geen kalk te pas kwam.
2. De slibsoorten kunnen ook nog ingedeeld worden in groepen zonder en in groepen met bijmenging van biologisch slib. In dit laatste geval is het

stikstofgehalte veel hoger, wat de C/N verhouding in gunstige zin gaat beïnvloeden. De C/N verhouding is van zeer groot belang om het welslagen van de plantengroei te verzekeren.

3. De zware metalen liggen bij de meeste slibsoorten binnen de aangenomen normen van de FAO. Slechts enkele liggen iets te hoog voor wat het gehalte aan Zn en Cu betreft. In dit laatste geval moet er gezocht worden naar de mogelijkheid voor bijmenging met een ander organisch substraat, arm aan Zn en Cu waardoor een goed mengproduct of kompost kan bekomen worden.

Tabel 1 : Chemische analyse van verschillende slibsoorten in vergelijking met schors en toegelaten gehalten aan zware metalen volgens FAO normen.

Slibsoort	pH	Ec µS	$CaCO_3$ %	org. stof %	$N_{tot.}$	NO_3-N	NH_4
						mg/100 g	
1	10,8	4235	64,7	25,3	752	3,7	2,0
2	8,8	685	16,8	45,8	1009	2,7	1,5
3	8,0	307	6,5	54,3	361	1,3	1,1
4	7,6	247	2,0	71,8	751	0,8	5,7
5	7,3	203	0,0	62,8	177	0,8	2,3
6	7,3	395	0,0	96,1	311	2,3	2,0
7	7,8	374	5,7	63,3	600	1,1	2,2
8	6,7	200	0,2	83,7	294	0,9	11,7
9	6,4	215	0,0	98,4	1187	1,2	30,3
10	7,1	840	0,25	81,2	2737	1,7	3,7
11	7,14	237	0,45	82,6	671	0,0	0,0
12	7,35	142	0,0	92,2	167	0,0	0,0
13	7,75	540	1,6	53,7	223	0,7	2,0
14	7,50	495	1,2	83,4	237	1,0	1,7
Schors	6,50	205	0,0	93,5	467	4,2	2,1

Slibsoort	Ca	Mg	K	Na	P	(P_2O_5)
	mg/kg					
1	92200	835	39	258	1160	(265)
2	58400	1538	125	168	6395	(1460)
3	17020	130	101	317	569	(130)
4	6192	555	472	725	1402	(320)
5	2076	90	129	380	329	(75)
6	7900	455	421	1150	1161	(265)
7	20235	1514	26	4875	2300	
8	1692	178	113	570	285	(65)
9	654	75	82	290	1226	(280)
10	4232	498	1552	863	3132	(715)
11	2400	509	280	668	250	(57,1)
12	1600	253	120	450	120	(27,4)
13	700	263	235	8750	2,5	
14	7375	218	315	11750	27,5	
Schors	4100	475	585	184	841	(192)

Slibsoort	Fe	Mn	Zn	Cu	Pb	Ni	Cd	Co	Cr
	ppm								
1	2480	172	47	5	10	6	0,7	2,9	1,8
2	1080	1870	289	97	32	12	2,0	1,4	9,0
3	148	24	590	17	5	3,4	sp	1,2	0,4
4	163	65	86	10	13	1,2	0,25	sp	1,7
5	76	36	23	61	5	3,2	0,9	0,4	1,3
6	420	75	62	49	8	2,8	0,2	sp	0,1
7	150	841	510	169	10	4,6	0,4	1,1	1,2
8	74	44	19	10	37	1,0	0,2	sp	3,5
9	77	6	9	15	2	0,6	sp	sp	sp
10	638	50	193	11	24	8,5	1,3	sp	1,3
11	150	59	35	30	38	1,0	0,3	0,1	0,8
12	59	46	29	10	19	1,0	0,3	0,1	3,8
13	310	55	840	6	61	2,3	0,7	1,1	5,4
14	175	38	2640	7	70	1,2	0,8	0,3	5,0
Schors	304	1439	165	9	21	2,6	2,3	0,5	0,4
Toleerbare waarden (FAO)	-	-	300	100	100	100,0	5,0	50,0	100,0

2. Komposteringsvormen met slib alleen

2.1. Inleiding

Teneinde het slib afkomstig van de papierfabrieken te kunnen gebruiken in land- of tuinbouw is het nodig dat dit slib volledig uitgegist is. Daarom is vooreerst in het laboratorium getracht, met behulp van de komposteringssimulator, het slib op de meest efficiënte manier te behandelen om een biologisch waardevol produkt te verkrijgen.

Zo werden op twee verschillende soorten slib, afkomstig van papierfabrieken, de invloed van stikstof, fosfaten, kalk en zwavel nagegaan op de kompostatie van slib. Naast deze laboratoriumtesten werd op semi-industriële schaal een proef opgezet om de mogelijkheid uit te testen slib tesamen met schors te komposteren waarbij het eindprodukt aan de gestelde voorwaarden moet voldoen.

2.2. Komposteringsproeven in het laboratorium

A. Invloed van de N-dosis

Aan het slib werd N toegevoegd onder de vorm van ureum naar rato van 0,25; 0,50; 0,75; 1,00 en 1,25 % N op de droge stof. Deze mengsels werden gedurende 10 dagen in de komposteringssimulator onderzocht. De verkregen resultaten worden weergegeven in tabel 2.

Tabel 2 : De maximale en totale zuurstofkonsumptie in funktie van de N-dosis.

Slibsoort	Bemesting in % N	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25
slib n° 6	maximale O_2-konsumptie (mg O_2/g org. stof/uur)		0,91	0,99	0,61	0,39
	totale O_2-konsumptie (mg O_2/g org. stof)		150,4	169,7	98,5	68,7
slib n° 4	maximale O_2-konsumptie (mg O_2/g org. stof/uur)	1,51	1,14	0,99	1,02	1,06
	totale O_2-konsumptie (mg O_2/g org. stof)	222,3	216,1	193,8	199,2	188,1

Bespreking resultaten tabel 2

Uit de bekomen resultaten blijkt dat een N-bemesting een belangrijke rol speelt in het bevorderen van de kompostatie.

De totale zuurstofkonsumptie bekomen door het toevoegen van 0,25 % N bij het slib ligt op een te hoge waarde (223,3 mg O_2/gr org. stof) aangezien er een sterke schimmelaktiviteit was ontstaan op het einde van de kompostatie die extra zuurstof wist te verbruiken zonder de kwaliteit van de kompost te bevorderen.

Voor slib n° 6 kan besloten worden dat een N-gifte van 0,75 % N optimaal is terwijl voor slib n° 4 een dosis van 0,25 % N volstaat voor een optimale kompostage. Het verschillend reageren van beide slibsoorten op de N-giften kan verklaard worden door het oorspronkelijk verschil aan stikstof van beide slibsoorten. Slib n° 4 is tweemaal rijker aan N dan slib n° 6 waardoor N-giften hoger dan 0,25 % dan ook geen effekt meer hebben op de kompostatie van eerst genoemd slib.

Voor het uittesten van de invloeden van andere additieven zullen dan ook de respektievelijke optimale N-dosissen gebruikt worden als basis voor verdere vergelijkingen.

B. Invloed van de P_2O_5-dosis

Bij slib werd vervolgens de invloed nagegaan van volgende P-bemestingen : 0,1; 0,2; 0,3; 0,5; en 0,75 % P_2O_5. Vermits slib nr. 4 rijker is aan P dan slib nr. 6, werden voor dit soort slib enkel 2 P-dosissen uitgetest, namelijk 0,1 en 0,3 % P_2O_5. De resultaten zijn samengevat in tabel 3.

Tabel 3. De maximale en totale zuurstofkonsumptie in funktie van de P-dosis.

Slibsoort	Bemesting in % P_2O_5	0	0,1	0,2	0,3	0,5	0,75
slib nr 3	maximale O_2 konsumptie (mg O_2/g org. stof/uur)	1,40	2,41	2,43	2,39	2,40	2,33
	totale O_2 konsumptie (mg O_2/g org. stof)	222,1	375,2	373,5	373,6	387,0	364,1
slib nr 4	maximale O_2 konsumptie (mg O_2/g org. stof)	0,71	0,92		0,87		
	totale O_2 konsumptie (mg O_2/g org. stof)	133,0	183,5		178,9		

Bespreking resultaten tabel 3

Zoals uit de resultaten blijkt, is een P_2O_5 bemesting nodig om een sterke omzetting te bekomen.

Bij slib van eerder welke oorsprong kan vanaf een toevoeging van 0,1 % P_2O_5 geen merkbaar verschil tussen de verschillende P_2O_5 dosissen waargenomen worden, zodat voor de volgende proeven een P_2O_5 bemesting van 0,1 % zal toegepast worden. Bij het slib nr. 4 en nr. 6 werd immers de beste kompostatie verkregen bij een toevoeging van 0,1 % P_2O_5.

C. Invloed van $CaCO_3$ en zwavel op de kompostatie van slib

Alhoewel het slib een tamelijk neutrale pH heeft werd nagegaan of de omzettingen kunnen bevorderd worden door de pH te verhogen (met $CaCO_3$) of te verlagen (met S).

De bekomen resultaten zijn weergegeven in tabel 4.

Tabel 4. Invloed op de O_2 konsumptie door toevoeging van S en $CaCO_3$.

Slibsoort	Bemesting in %	$CaCO_3$		S	
		2	4	2	4
slib nr 6	maximale O_2 konsumptie (mg O_2/g org. stof/uur)	1,72	1,93	2,21	2,0
	totale O_2 konsumptie (mg O_2/g org. stof)	342,9	379,6	338,6	300,0
slib nr 4	maximale O_2 konsumptie (mg O_2/g org. stof/uur)	0,84	0,85	0,63	
	totale O_2 konsumptie (mg O_2/g org. stof)	156,6	156,9	123,4	

Bespreking resultaten tabel 4

Zoals blijkt uit de resultaten wordt bij slib nr. 6 de zuurstofkonsumptie bevorderd door toevoeging van $CaCO_3$ terwijl er geen effekt kon vastgesteld worden op het slib nr. 4.

Voor beide slibsoorten had toevoeging van zwavel een lagere zuurstofkonsumptie tot gevolg, wat nadelig is .

3. Karakterisatie van stadskompost

3.1. Inleiding

Voor de studie van het stadskompost werden produkten van twee verschillende steden onderzocht. Deze zijn herkomstig van de stedelijke kompostbedrijven van respektievelijk Avignon (Frankrijk) en Gent. Merken we op dat in het Zuiden van Frankrijk het klimaat gekenmerkt is door 6 droge zomermaanden en hoge temperatuur.

3.2. Karakterisatie van stads- en andere komposten

De analyseresultaten van stadskompost uit Avignon en Gent en enkele klassieke tuinbouwsubstraten zijn weergegeven in tabel 5.

Tabel 5. Karakteristieken van stadskompost uit Avignon en Gent en enkele klassieke tuinbouwsubstraten

Monster	% organische stof	pH	zoutgehalte Ec 1/25 µS	Ntot %	NH_4-N mg/100 g	NO_3-N mg/100 g
stadskompost Avignon	40,5	8,45	1450	1,56	7,2	12,7
stadskompost Gent	69,1	7,40	1530	1,02	5,7	10,5
naaldbladgrond	96,5	4,60	209	1,45	40,0	4,0
turf	74,9	5,00	206	2,13	57,5	10,6
gekomposteerde schors	72,3	6,50	286	1,37	24,2	0,8

Bespreking van tabel 5

Van bovenstaande tabel kunnen volgende besluiten getrokken worden :

- het organisch stofgehalte van stadskompost ligt lager dan dit van andere substraten. Het laagste cijfer wordt bekomen in kompost uit de warmste streek (Avignon) gezien aldaar de mineralisatie van de organische stof het snelst verloopt. Een laag organisch stofgehalte heeft meestal een nadelige invloed op de waterhuishouding.

- de pH van stadskompost ligt hoog(7,4 % voor kompost uit Gent en 8,4 voor kompost uit Avignon).Deze waarden zijn te hoog om optimaal te zijn voor de meeste planten.

- het zoutgehalte van de stadskomposten is hoog in vergelijking met deze van de andere substraten. Dit hoog zoutgehalte is eveneens nadelig voor optimale plantengroei.

Uit deze gegevens blijkt duidelijk dat om van stadskompost een gunstig resultaat te mogen verwachten, men noodzakelijk moet overgaan naar mengingen met andere organische stof waarvan:- het organisch stofgehalte hoger ligt
- de pH lager uitvalt
- het zoutgehalte laag is.

Bij een dergelijke menging heeft men ook het voordeel dat de toxische elementen kunnen verlaagd worden indien het komplementaire produkt een laag gehalte heeft aan dergelijke stoffen. In tabel 6 is de samenstelling aan oligo-elementen van stadskompost en van het komplementaire produkt weergegeven. Uit de hierna volgende tabel blijkt duidelijk dat door menging een bijna ideale samenstelling kan bekomen worden.

Tabel 6. Gehalten aan micro-elementen (ppm) van stads- en schorskompost

Monster	Fe	Mn	Zn	Cu	Pb	Ni	Cd	Co	Cr
Schorskompost	304	1434	165	9	21	2.6	2.3	0.5	0.4
Stadskompost	1340	899	506	66	308	9.2	1.9	1.6	3.8

3.3. Begroeiingsproeven in mengsels met stadskompost

De vergelijking van tabel 6 met de FAO normen weergegeven in tabel 1 geeft een idee van de toelaatbare mengingen van de beide soorten komposten.

A. De proefopzet

Om de waarde van de mengingen van stadskompost met schors in de praktijk uit te testen, werden volgende mengsels vergeleken :

nummering en samenstelling van de substraten

1. Schorskompost uit fabriek A
2. Schorskompost uit fabriek B
3. Turf bemest
4. Turf bemest/stadskompost mengsel 75/25

5. Schorskompost A/stadskompost mengsel 75/25
6. Schorskompost A/stadskompost mengsel 50/50
7. Schorskompost B/stadskompost mengsel 75/25
8. Schorskompost B/stadskompost mengsel 50/50

Volgende sierplanten werden hierop gekweekt :

- Fatshedera
- Dieffenbachia exotica
- Cordyline terminalis (Draceana)
- Codiaeum variegatum (Croton)
- Calathea makoyana (Marantha)

De proef bestond uit telkens 3 herhalingen elk bevattende 15planten Alleen chemische bladvoeding werden op de planten toegepast teneinde het zoutgehalte in de substraten niet te verhogen. In tabel 7. zijn de physico-chemische karakteristieken van de acht verschillende substraten weergegeven.

Tabel 7. Physico-chemische karakteristieken van de gebruikte substraten bij het begin (1) en einde (2) van de proef.

Substraten	pH H_2O		zoutgehalte Ec 1/25 µS		Ntot %		NH_4-N mg/100 g		NO_3-N mg/100 g	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	6,6	6,5	479	370	1,9	1,8	19,0	19,0	60,4	60,0
2	7,0	7,1	190	196	1,2	1,3	15,1	20,0	11,0	3,7
3	5,2	5,4	215	138	1,1	0,9	56,5	28,0	7,4	5,1
4	7,1	7,5	464	206	1,2	1,1	4,6	3,8	35,9	22,0
5	7,1	7,6	505	325	1,7	1,5	10,5	12,0	65,3	46,3
6	7,2	7,5	566	334	1,5	1,5	5,5	9,0	68,4	44,1
7	7,2	7,6	433	260	1,3	1,1	7,6	4,6	37,9	22,3
8	7,3	7,7	493	222	1,3	1,2	6,0	6,0	36,0	10,1

Bespreking van tabel 7

Volgende besluiten kunnen getrokken worden :

- in al de mengingen waar stadskompost in het substraat aanwezig zijn, vindt men een pH hoger dan 7,

- hoe meer stadskompost in de mengsels gebruikt wordt, hoe hoger het zoutgehalte. Een Ec-waarde van 500 µS is aanvaardbaar voor een substraat van sierteeltgewassen.

- het NH_4^+ gehalte ligt overal laag; dit wijst erop dat de gebruikte kompost het rijpheidsstadium heeft bereikt.

B. Resultaten van de groeiproeven

De groeiproeven werden gekontroleerd door telkens de hoogte van de plant en het aantal bladeren te meten op het ogenblik dat ze klaar waren om verkocht te worden. Dit betekende naargelang de plant dat er een groeiperiode van 12 tot 18 maanden mee gemoeid was.

De proeven met de groene kamerplant Fatshedera tonen aan dat het toevoegen van 25 % stadskompost aan schorskompost of turf geen meetbare verschillen vertoonden t.o.v. de referentie substraten zijnde de n° 1, 2 en 3 in bovenstaande tabel. Stijgt de bijmenging van stadskompost tot 50 % dan zijn er wel hoogteverschillen merkbaar doch de plant geeft evenwel een steviger uitzicht.

Voor de Dieffenbachia exotica, Cordyline celesta en Codiaeum variegatum mag de bijmenging met stadskompost in het schors- of turfsubstraat stijgen tot 50 % zonder dat groeiverschillen met het referentiemateriaal worden waargenomen.Tenslotte tonen de resultaten met de zeer zoutgevoelige plant Calathea makoyana aan dat bijmenging van stadskompost in het groeisubstraat niet aangewezen is omdat de plant chloroseverschijnselen vertoont alhoewel hoogte en aantal bladeren er anders geen nadeel van de bijmenging ondervinden.

4. Komposteringsproeven op semi-industriële schaal

4.1. Proefopzet

Teneinde de mogelijkheid te bestuderen om slib afkomstig van de waterzuiveringsstations samen met schors te komposteren,werd op semi-industriële schaal een proef opgezet waarbij ondermeer de invloed werd nagegaan van een bemesting met stikstof en fosfor op het omzettingsproces. Daartoe werden hopen van 20 m^3 aangelegd met volgende slib/schors mengsels :

100 % schors + 0 % slib + 0,75 % N,
100 % schors + 0 % slib + 0,75 % N + 0,3 % P_2O_5

90 % schors + 10 % slib + 0,75 % N,
90 % schors + 10 % slib + 0,75 % N + 0,3 % P_2O_5

80 % schors + 20 % slib + 0,75 % N,
80 % schors + 20 % slib + 0,75 % N + 0,3 % P_2O_5

In iedere hoop werd dagelijks de temperatuur gemeten, alsook het verloop van O_2 en CO_2-gehalte nagegaan.

Hieruit konden volgende besluiten getrokken worden :

- algemeen was vastgesteld dat in de hopen met slib het CO_2-gehalte hoger lag dan in deze zonder slib, dit dan vooral gedurende de eerste weken, wat wijst op een hogere microbiële activiteit in de hopen met slib,
- door de hogere CO_2-produktie in de hopen met slib dienen deze in de eerste weken meerdere malen omgezet te worden, teneinde anaërobe kondities te vermijden.Voor deze kompostatieproef kon door onvoorziene omstandigheden geen omzettingen gebeuren vóór de zeventiende dag,zodat reeds na één week methaan gevonden werd in alle hopen met slib(in de hoop met 50 % slib reeds na 4 dagen)wat dus wijst op anäërobe omstandigheden.Dit is niet altijd nadelig voor de goede kwaliteit van het eindprodukt indien de anaërobische toestand slechts ± 1 week duurt,
- uit het temperatuurverloop blijkt ook de hogere aktiviteit in de hopen met slib. De hoogste temperatuur (73°C)werd genoteerd voor de hoop met 10 % slib, bijmenging zonder P-bemesting en dit op een dag dat de buitentemperatuur -5 C was,
- vergelijkt men de hopen met en zonder fosforbemesting,dan blijkt er geen wezenlijk verschil te bestaan voor de hopen met slib bijmenging,doch voor zuivere schors blijkt de microbiële aktiviteit hoger te zijn in de hoop met fosforbemesting.

Als besluit kan men zeggen dat bij het komposteren van schors, slib kan bijgemengd worden tot zelfs 50 %. In deze gevallen moet de kompostagehoop dan meer geäereerd worden dan in het geval waarbij alleen slib gekomposteerd wordt. Dit is nodig om de gewenste grote microbiële aktiviteit mogelijk te maken.

Het bijmengen van fosfaten geeft geen betere kompostatie wanneer slib wordt bijgevoegd met schors aangezien het slib reeds hoge gehalten bevat aan fosfaten.

4.2. Vergelijkende groeiproeven met de schors/slib mengsels

Naast de groeiproeven waarbij stadskompost werd vermengd met schorskompost of turf hadden er ook plaats waarbij slib in verschillende percenten werd toegevoegd aan de schors om dan samen gekomposteerd te worden. Om de komposten uit te testen op hun waarde als substraat voor sierplanten werden enkele groeiproeven aangelegd. Ze vonden plaats in de Fakulteit van de Landbouwwetenschappen (RUG) en in het Rijksstation voor Sierplantenteelt te Melle. Volgende resultaten(tabel 8) werden bekomen wanneer de komposten van slib en schors vergeleken werden met de klassieke substraten.

Bespreking resultaten tabel 8

Uit de gegevens van tabel 8 blijkt dat tussen de verschillende substraten nagenoeg geen verschil kan vastgesteld worden. Er mag zeker tot 20 % slib aan de hoop toegevoegd worden om ze samen te laten komposteren zonder dat er chemisch nog biologisch (groeiremming van de planten) een verschil met de klassiek gebruikte substraten waargenomen wordt.

5. Het gebruik van slib als groeimedium voor populieren

5.1. Aangewende techniek

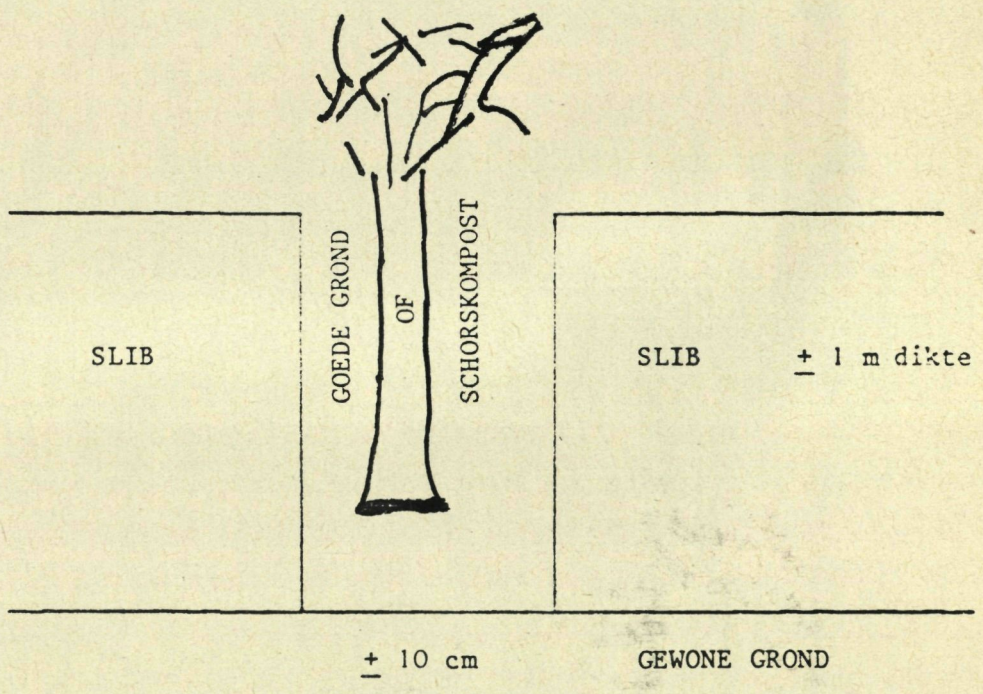
Gezien de produktie van slib herkomstig uit de waterzuiveringsstations veel belangrijker is of zal worden dan de hoeveelheden geproduceerde schors, moet uitgekeken worden naar andere aanwendingsmogelijkheden zoals groeimedia voor de populierenteelt.

Tabel 8. Resultaten van de groeiproeven met de verschillende slib/schors mengsels.

Substraten	Fakulteit van de Landbouwwetenschappen, RUG testplant: Fatshedera		Rijksstation voor sierplantenteelt, Melle testplant: Dieffenbachia		
	Hoogte van de plant (cm)	Aantal bladeren	Hoogte van de plant (cm)	Aantal bladeren	Aantal zijscheuten
zuiver schors + N	58,8	18,9	63,3	16,4	1,0
schors + 10 % slib + N	58,0	18,4	65,0	14,2	0,6
schors + 20 % slib + N	51,6	17,2	63,2	13,8	0,5
zuivere schors + N + P_2O_5	62,3	21,4	58,1	14,6	0,6
schors + 10 % slib + N + P_2O_5	53,4	19,1	62,4	13,9	0,7
schors + 20 % slib + N + P_2O_5	53,0	18,5	61,6	14,4	0,6
schors + 50 % slib + N + P_2O_5	54,2	20,4	-,-	-,-	-,-
naaldbladgrond	72,0	19,6	62,3	15,3	1,0
turf	-,-	-,-	62,2	15,4	1,1

Om het slib zuiver te valoriseren wordt een beplantingstechniek voor gesteld waarbij tweejarige populierenstekken(dus zonder wortel)geplant worden in het slib. Hiervoor wordt rond de stam een cylindervormige plantput opgevuld met goede grond of schorskompost. Dit om de beluchting van het groeimedium in evenwicht te houden en de wortelontwikkeling in de meest gunstige zin te laten verlopen. Beschikt men echter niet over kruimelige grond of kompost dan kan men gewone grond nemen waarin 50 tot 100 g CaO_2 is vermengd om de zuurstofhuishouding veilig te stellen en zo de wortelgroei te activeren.

In figuur 1 wordt deze techniek schematisch voorgesteld :



5.2. Resultaten

In 1976 werden terreinen aangeplant met verschillende klonen van populieren om de voorgestelde techniek uit te testen. Dit gebeurde in samenwerking met het Rijksstation voor Populierenteelt te Geraardsbergen (directeur Ir. STEENACKERS).

Op een mengsel van gecomposteerde schors en slib kan men na drie jaar reeds besluiten dat de populieren een zeer goede wortelontwikkeling hebben.Dit betekent dat de bomen gunstig hebben gereageerd op het groeimedium.De stand van de bomen is zeer goed te noemen.Geen gebreken werden tot nu toe vastgesteld.Uit de vergelijkende proef waarbij een zestal klonen getest worden kan men stellen dat de beste resultaten bekomen werden met hybride:trichocarpateltoïdes.Na 3 jaar was de gemiddelde stamomtrek ± 35 cm.Een veel belovende andere hybride is de hybride laciocarpa-trichocarpa.In een vergelijkende proef met de inheemse soort:populus robusta hadden eerstgenoemde reeds een omtrek van gemiddeld 42 cm terwijl de robusta bomen slechts 24 cm bereikten.Ook de hoogtegroei van de nieuwe populierenhybriden zijn gemiddeld 15-20 % sterker dan deze van het vergelijkingsobject. Op zuiver slib is de aangroei voor alle soorten iets minder doch de relatieve verhoudingen blijven bestaan.

5.3. Technico-economische verantwoording bij de valorisatie van slib als groeimedium voor populieren

Een algemene evaluatie van de voorgestelde beplantingstechniek als valorisatiemiddel voor het slib steunt op de mogelijkheid om brake gebieden zoals verlaten steengroeven of laagliggende terreinen waar niets waardevols kan groeien, toch aan te wenden als standplaats voor houtproduktie mits het gebruik van slib als ophogingsmateriaal.Het aandeel van de aankoop van terreinen voor het storten van slib zal voor elke toepassing in de praktijk verschillend zijn en bijgevolg is het moeilijk hierop een algemeen geldend cijfer toe te passen.

De meerwaarde van zo een terrein, nadat het een standplaats voor bomen is geworden, zal daarbij verschillend zijn van streek tot streek.

In deze toelichting wordt er alleen op gewezen van dergelijke plaatsen voor het produceren van grote hoeveelheden biomassa en dit op een economisch verantwoorde wijze.

De huidige slibverwerkingsmethoden zijn onder te brengen in twee grote kategoriën:het dumpen van slib enerzijds en het verbranden anderzijds.

Dumping tot vorming van substraat voor boomaanplanting

Evenals bij de bosaanplanting dienen bij het dumpen van het slib de faktoren: aankoop terrein en storten van het slib in rekening gebracht te worden.De bosaanplanting heeft dit voordeel dat een zekere rekuperatie van de investeringen in terrein en stortkosten kan gebeuren.

Immers voor de aanplanting van Populus trichocarpa in een bestand van 625 bomen per ha dienen volgende kosten per ha voor een groeiperiode van 30 jaar gerekend te worden :

- aanplanting in plantputten (130F/boom):625 x 130 F = 81.250 F
- snoeikosten = 18.750 F

TOTAAL =100.000 BF

De opbrengst aan populieren/ha voor de produktie van kwaliteitshout voor een groeiperiode kan als volgt geschat worden (625 bomen/ha) (4 x 4 m) :

- na 8 jaar (uitdunning 315 bomen) ± 80 m^3 hout/ha,
- na 12 jaar (uitdunning 155 bomen) ±120 m^3 hout/ha,
- na 25-30 jaar, oogst: 155 bomen (2,7 m^3/boom) ±418 m^3 hout/ha.

Naar rato van een prijs van ongeveer 1000 BF/m^3mag de opbrengst verrekend worden aan ±618.000 BF.

Rekening houdend met het feit dat per ha gemiddeld het slib kan gestort worden tot op een hoogte van 1,5m, betekent dit een volume van 1,5m x 10.000 m^2 = 15.000 m^3 slib.

Voor een groeiperiode van 30 jaar,normaal wordt voor de geselekteerde variëteiten slechts 24 jaar gerekend,is het duidelijk dat benevens de aankoop van de terreinen, de eventuele interesten en de stortkosten moeten afgetrokken worden van de opbrengst van het bos nagenoeg 618.000 BF - 100.000 BF = 518.000 BF/ha bedraagt.

Gezien er 15.000 m^3 slib per ha gestort is betekend dit een opbrengst van 22,2 BF/m^3slib.Dit cijfer is slechts bekomen na een periode van 30 jaar waarbij ook rekening moet gehouden worden met de gederfde intrest van 67.000 BF gedurende die ganse periode.Hoe dan ook al bij al is het zeker geen verlieslatende investering.

Voor de vaste kosten voor de aankoop van het terrein wordt hier alleen opgemerkt dat deze ruimschoots door de meerwaarde van het begroeide terrein gedekt worden en zelfs ruim overschreden.Voorbeelden zijn gekend van vroeger zompige

terreinen doch nu begroeid met populieren waar een gesaneerde toestand verondersteld,verkocht werden voor meer dan het dubbele van de aankoopprijs.

6. Algemeen besluit

Uit de resultaten van de proeven met kompostering van schors en slibmengingen zowel als de proeven met stadskompost vermengd met andere komposten blijkt eerst en vooral dat op die manier waardevolle substraten kunnen gemaakt worden op een ekonomisch verantwoorde wijze die daarbij zeer goede resultaten opleveren voor de teelt van sierplanten.

Tussen een kompost van slib en schors en de normaal gebruikte substraten is er kwalitatief noch kwantitatief geen verschil vast te stellen.

Voor de papierfabrieken kan dus gemakkelijk deze oplossing in aanmerking komen omdat het gehalte slib t.o.v.de schors de laatste tijd nooit meer dan 25 à 30 % heeft bereikt.Het gebruik van slib als groeimedium voor populieren is gemakkelijk aan te wenden wanneer braakliggende terreinen ter beschikking kunnen gesteld worden.Speciaal aangepaste variëteiten werden hiervoor uitgetest. Een houtproduktie van nagenoeg 600 m^3 hout in $\pm$ 25 jaar blijkt een realistische schatting te zijn.

Wanneer het slib zou verbrand worden dan staat men tegenover de hoge kostprijs en de bijhorende last voor het verwijderen van de assen. Hier tegenover worden biologisch geïnspireerde milieuvriendelijke verwerkingstechnieken geplaatst die in de praktijk zeker als kostendekkend mogen beschouwd worden.

Het behoud van de organische stof dat als een afvalprodukt van de cellulos of papierverwerkende industrie ter beschikking komt is des te meer verantwoord omdat men op West-Europees vlak zoals als op universeel gebied men steeds meer en meer organische stof ontbeert voor het behoud van de produktiviteit in land- en tuinbouw.

LITERATUUR

1. DE BOODT M, VERDONCK O, and DE VLEESCHAUWER D. (1979)
Valorisatie van het slib uit de papierindustrie - Bulletin Verbond Papier en karton : april 1979 nr. 4 Q 2 - Q 16 en mei 1979 nr. 5 Q 4 - Q 16

2. DE VLEESCHAUWER D, VERDONCK O, and DE BOODT M (1979)
The use of town refuse compost in horticultural substrates.Proceedings of the symposium "Substrates in horticulture other than soils in situ" Ayr 17-20 september 1979 (in press)

3. GULDAHL T. (1979)
Use of sewage suldge in urban areas.Proceedings symposium europeen sur la caractérisation, le conditionnement et l'utilisation des boues résiduaires. Cadarache 13-15 february 1979, p.7.

4. VAN ACKER L. (1978).
Marktprospektie van kompost in het kader van de recyclage van organische afvalstoffen. Eindverslag nationaal R-D Programma "Afvalstoffen",december 1978.

5. VERDONCK O, DE VLEESCHAUWER D, and DE BOODT M. (1979)
The use of bark-sludge composts as a substrate for ornamental plants. Proceedings of the symposium "substrates in horticulture other than soils in situ" Ayr 17-20 september 1979 (in press)

6. VERDONCK O, DE VLEESCHAUWER D. and DE BOODT M. (1979)
Making horticultural substrates from bark,sludge and town refuse compost. Proceedings international recycling congress CRE/MER,Berlin 1-3october 1979 (in press).

7. WILLIAMS H. (1979)
Utilisation of sewage sludge and the other organic manures on agricultural land.
Proceedings symposium europeen sur la caractérisation,le conditionnement et l'utilisation des boues résiduaires.Cadarache,13-15February 1979, p. 7.

MARKTPROSPEKTIE VAN COMPOST IN BELGIE

Dhr. L. VANACKER (x)

(x) Ingenieur, Seminarie voor Survey en Ruimtelijke Planning
Rijksuniversiteit Gent

MARKTPROSPEKTIE VAN KOMPOST IN BELGIE.

1. Inleiding.

Komposteren is een versnelde mikrobiële afbraak van biodegradeerbaar materiaal aanwezig in huisvuil of andere organische afvalstoffen bij verhoogde temperatuur (40-70°C) onder gekontroleerde omstandigheden (VERSTRAETE, 1977).
Tijdens het komposteringsproces worden de gemakkelijk afbreekbare organische verbindingen omgezet tot een stabiel eindprodukt.
Dit eindprodukt, kompost, kan men vergelijken met een soort humusrijke grond en kan gebruikt worden als meststof, als bodemverbeteringsmiddel of als substraat.
Diverse soorten organische afvalstoffen kunnen dus gezamelijk verwerkt worden tot een bruikbaar produkt, wat leidt tot de recyclage van organische stof, mineralen en sporeelementen.
In het kader van het R + D - Programma Ekonomie van de Afvalstoffen werd een studie uitgevoerd om duidelijke en konkrete informatie te verschaffen over de afzetmogelijkheden van kompost in België, met bijzondere aandacht voor huisvuilkompost.
De resultaten van deze studie voor Vlaanderen en Wallonië worden in extenso weergegeven in de respektievelijke eindrapporten (1). Deze tekst is hiervan een beknopte weergave.

2. Karakteristieken en waarde van kompost.

De karakteristieken van kompost (nutriëntengehalte, rijpingsgraad, watergehalte, pH,...) zijn van groot belang voor de kwaliteitsbepaling en de waarde van kompost en bijgevolg voor de afzetmogelijkheden.
Vooraf moet opgemerkt worden dat er een grote heterogeniteit bestaat aan kompostsoorten, naargelang de soort afval, de aard van de bewerking, de duur van het komposteringsproces, de nabewerking... .

---

(1) Voor Vlaanderen : studie uitgevoerd door het Seminarie voor Survey en Ruimtelijke Planning, R.U.G. onder supervisie van de G.O.M.-Antwerpen.
Voor Wallonië : studie uitgevoerd door het S.D.R.W.

Voor stadskompost kan men eerst en vooral onderscheid maken tussen :

- ruwe kompost (mechanisch afgescheiden en gemalen organische fraktie) ;
- verse kompost (gedurende korte termijn gekomposteerd materiaal bv. in trommel of toren) ;
- rijpe kompost (kompost die een narijping ondergaan heeft tot een gestabiliseerd produkt bekomen is).

De C/N verhouding is afhankelijk van de verteringsgraad en daalt in funktie van de rijpingsgraad. Juist deze rijpingsgraad is uiterst belangrijk voor de toepassingsmogelijkheden en het tijdstip van toediening.

Verder wordt de kompost nog ingedeeld naargelang haar fijnheid met als voornaamste klassen :

- fijn < 8 mm. diameter
- middelmatig < 20 mm. diameter
- grof < 45 mm. diameter

In tabel 1 worden enkele voorname karakteristieken weergegeven van de momenteel aangeboden kompost.

Bij een grove benadering kan men stellen dat stadskompost vergelijkbaar is met stalmest en schorskompost met turf.

Stadskompost bevat evenwel ongeveer 1,5 à 2 maal zoveel organische stof per eenheid gewicht dan stalmest. Het mineralengehalte ligt op het zelfde niveau. Daarentegen bevat kompost een veel hoger kalcium gehalte, en is eveneens veel rijker aan sporeelementen. Opgemerkt moet worden dat tevens sommige toxische zware metalen in sterk verhoogde mate voorkomen in huisvuilkompost (cfr. 7).

Schorskompost bevat vooral een hoog gehalte aan organische stof. De waterkapaciteit van schorskompost is zeer goed.

De minerale samenstelling van schorskompost heeft slechts een geringe betekenis en is natuurlijk sterk afhankelijk van de toegevoegde mineralen of mengprodukten ter optimalisering van het komposteringsproces. De pH van stadskompost is licht alkalisch, deze van schorskompost licht zuur.

De zoutkoncentratie van stadskompost ligt aan de hoge kant, zodat dit bij hoge dosissen en als potgrond problemen kan opleveren.

Tabel 1 : Gemiddelde samenstelling en karakteristieken van de voornaamste kompostsoorten en bodemverbeteringsmiddelen in Vlaanderen in vergelijking met het buitenland.

	huisvuilkompost					schorskompost	afgewerkte champignonmest	stalmest	turfstrooisel	tuinturf
	glasvrij Gent (a)	Hoeselt (a)	rekrokompost VAM(Ned) (b)	(gem) W.D. MKK (c)	Frankrijk (d)	(a)	(e)	(e)	(bolsterveen) (f)	(doorvroren zwartveen) (f)
D.S. (tot.)	60	60	60	65	65	38	38	22	30	20
D.S. (tot.)	41	30	22	24,5	?	27	19	14	27	18
Volumegewicht	0,9	--	0,9	0,73	?	0,5	0,55	?	0,15	0,55
pH water	7,4	8	7,1	7,7	7,8	6,5	7,8	7,5	3,2 - 4,4	3,2 - 4,4
N-tot(gewichts %)	0,6	0,6	0,6	0,45	0,59	0,52	0,65	0,55	---	---
P_2O_5 "	0,06	?	0,5	0,39	0,39	0,073	0,59	0,38	---	---
K_2O "	0,3	?	0,2	0,33	0,2	0,026	0,85	0,35	---	---
CaO "	1,2	?	1,5	3,25	?	0,34	2,5	0,4	---	---
MgO "	0,08	?	0,3	0,45	?	0,03	0,23	0,15	---	---

Bron (a) Dienst Prof. DEBOODT Fakulteit Landbouw R.U.G. en eigen berekeningen.

(b) Vuilafvoermaatschappij-Nederland.

(c) Umweltbundesamt und ZfA (1977) ; MKK = Müllklärschlammkompost.

(d) JUSTE (1977) ; gemiddelde van verscheidene bedrijven.

(e) Consulentschap voor Bodemaangelegenheden in de landbouw, Wageningen (1974).

(f) K.B. betreffende de handel in meststoffen en bodemverbeterende middelen, 6 oktober 1977 (B.S. 30 december 1977) ; wettelijke minimumgehalten.

Het zoutgehalte is een parameter die voor diverse toepassingen in het oog moet gehouden worden.

Verder is vooral van huisvuilkompost de hygiënische kwaliteit zeer belangrijk. Een produkt vrij van patogene-en onkruidkiemen is noodzakelijk en wordt bekomen bij een goede sturing van het komposteringsproces.

Andere meer kwalitatieve aspekten, nl. ballaststoffen, rijpingsgraad (C/N verhouding) gehalte aan schadelijke stoffen (zware metalen) worden verder besproken.
Naargelang het gehalte aan O.S. en mineralen enerzijds, en anderzijds de andere karakteristieken van kompost, kan kompost dus in meer of mindere mate beschouwd worden als bodemverbeteringsmiddel, organische meststof, of geschikt voor potgrond.
De intrinsieke waarde van kompost is moeilijk te bepalen en varieert volgens de samenstelling en toepassing.
Op basis van de inhoud aan mineralen en organische stof zou stadskompost een landbouwkundige waarde hebben van 325 BF/ton (op basis van de kunstmestwaarde van de mineralen en 0,5 BF/kg O.S.). Op basis van de O.S.-waarde van turf berekende VAN HIRSCHEYDT (1977) zelfs een waarde van 1600 BF/ton.

3. Het huidig en toekomstig potentieel aanbod van kompost.

Het huidig aanbod aan kompost beperkt zich hoofdzakelijk tot de produktie van huisvuilkompost, champignonkompost en schorskompost. In onderstaande tabel wordt een overzicht gegeven van de bestaande produktiecentra van kompost met hun kapaciteit (zie ook fig.1) (1).

---

(1) Ter vergelijking worden produktiecijfers gegeven van het buitenland. De Nederlandse produktie van stadskompost door de V.A.M. bedroeg 108.000 ton in 1977. Daarnaast werden nog andere organische bodemverbeteringsmiddelen door de V.A.M. gedistribueerd (+ 200.000 m^3). De produktie in Frankrijk bedraagt 420.000 ton (BERNARD, 1977) en in West-Duitsland wordt de produktie van huisvuil-slibkompost geraamd op 500.000 ton.

Tabel 2 : Raming van het huidig aanbod aan kompost per soort in België.

SOORT	PRODUKTIEPLAATS	PRODUKTIE/JAAR	PRIJS/TON EXKL.TRANSPORT
huisvuil-	Gent	± 16.000 ton	250 - 380 BF.
kompost	Hoeselt	cap.35.000 ton (start'77)	0 - 250 BF.
	Cuesmes	2.400 ton	1000 - 1500 BF./m^3
	Dendermonde	30.000 ton (start okt. 1979)	
	invoer (VAM-Nederland)	3.700 ton	
champignon-	Kachtem (Izegem)		
kompost	Zichem-Zussen-Bolder	48.000 ton	
	Invoer (CNC)	24.000 ton	
afgewerkte champignon-mest	W.-Vl., Limburg	± 50.000 ton (90.000 m^3)	250 - 400 BF.
schorskom-post	O.-Vl.,	?	600 - 650 BF./m^3
OSMO (Diksmuide)		± 2.000 m^3	500 BF/m^3

Het huidig aanbod aan huisvuilkompost zou ± 40.000 ton/jaar bedragen in Vlaanderen en ± 2.400 ton in Wallonië.
Hierbij wordt verondersteld dat de jaarlijkse produktie op het kompostbedrijf te Hoeselt 20.000 ton per jaar bedraagt, vermits het bedrijf onder zijn kapaciteit werkt, en de aanvoer van huisvuil aan grote schommelingen onderhevig is, o.a. omwille van kommunautaire moeilijkheden, en de noodzakelijke investeringen voor de produktie van kwaliteitskompost niet konden gebeuren.

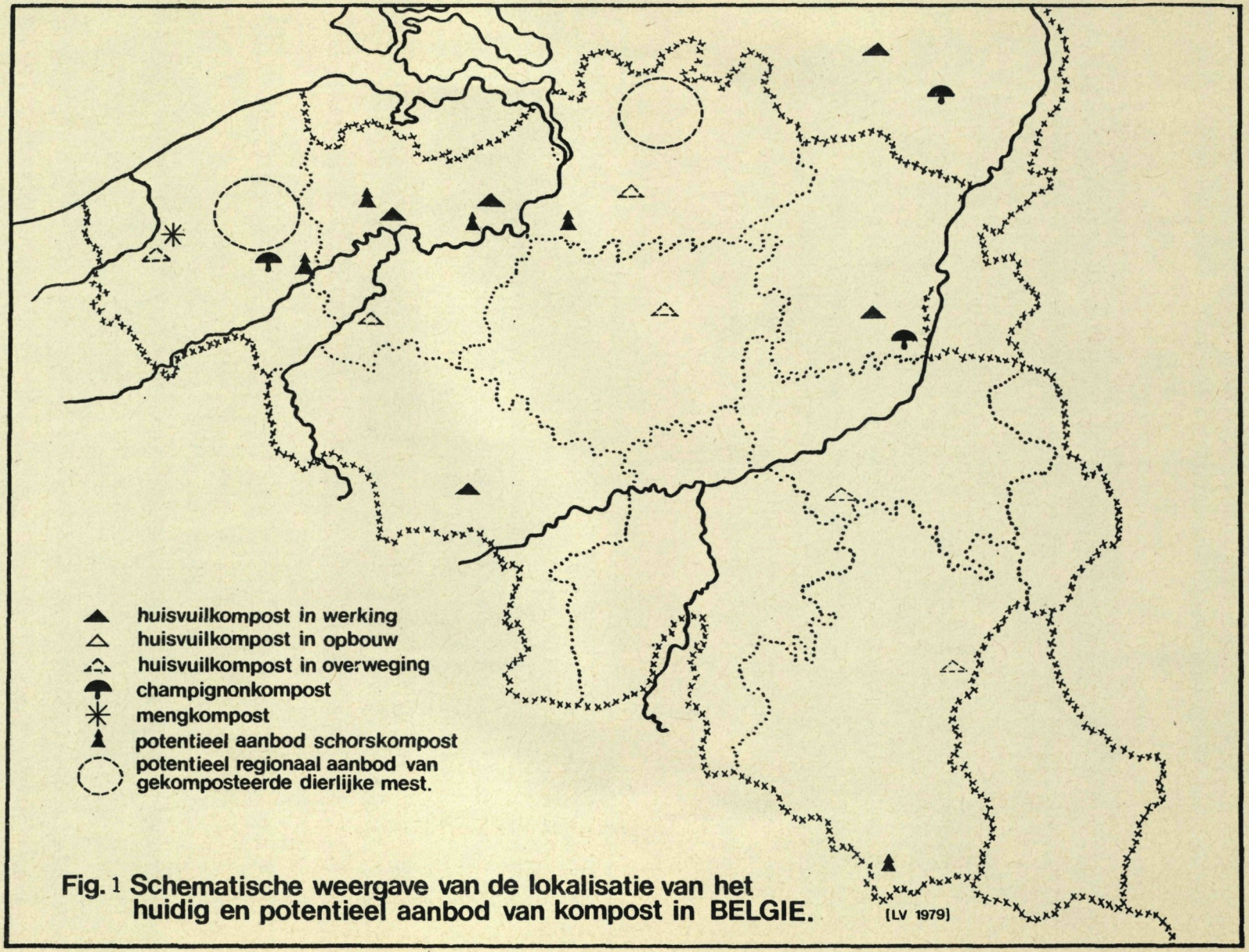


Fig. 1 Schematische weergave van de lokalisatie van het huidig en potentieel aanbod van kompost in BELGIE.

De produktie te Gent schommelt sedert de start in 1964 rond 16.000 ton/jaar. Daarenboven wordt nog 3.700 ton kompost (rekro-kompost, edelkompost, veenkompost) uit Nederland (MIERLO) ingevoerd.

De produktie aan schorskompost is voor het ogenblik nog relatief gering, maar komt op gang op diverse produktieplaatsen (te Willebroek, 's Gravenwezel, Oostrozebeke, Dendermonde, Zomergem), hoofdzakelijk op basis van schors van de papierfabrieken (Langerbrugge), zagerijen en houtspaanderfabrieken (Z.O.- West-Vlaanderen).

Daarnaast bestaan nog privé-initiatieven waarbij kompost op basis van het mengen van diverse soorten afval op de markt gebracht wordt. Zo brengt OSMO te Diksmuide een kwaliteitskompost op de markt op basis van stalmest, kippemest, turf en boomschors, fijngemalen, afgezeefd en gedurende verscheidene maanden nagerijpt. Daarnaast worden nog produkten op basis van organische afval zoals Fertifum en Nitrofum in de handel gebracht.

Kompost voor champignonkultuur neemt een bijzondere plaats in. Tot 1972 kende de champignonkultuur een belangrijke expansie in Vlaanderen, maar vanaf 1973 is er een stagnatie in de produktie. In 1977 bedroeg de teeltoppervlakte in Vlaanderen 142.700 m^2 en in Wallonië $\pm$ 7.000 m^2 (1). De produktiecentra situeren zich vooral in West-Vlaanderen en in Limburg (cfr. figuur 2).
De inlandse produktie aan champignonkompost bedroeg in 1977, 48.000 ton en de invoer wordt geraamd op 24.000 ton. Het totaal aanbod aan champignonkompost wordt dus geraamd op 72.000 ton (2).
Door het gebruik van doorgroeide kompost, is het mogelijk de bestaande infrastruktuur beter te benutten, zodat de vraag naar champignonkompost eventueel kan uitbreiden. Na de champignonproduktie blijft er nog een kompost-dekaarde mengsel over, afgewerkte champignonmest genaamd.

---

(1) N.I.S. Landbouwtelling, 15 mei 1977.

(2) Inlandse producenten zijn :
- Firma ACKERMANS, Zichen-Zussen-Bolder (Limburg)
- PVBA STERCKX, Kachtem-Izegem (W.-Vlaanderen)

De Nederlandse invoerders zijn :
- De Coöperatieve Nederlandse Champignonkwekersvereniging (C.N.C.), Ottersum (Ned. Limburg)
- Firma Theeuwen, Venlo (Ned. Limburg)

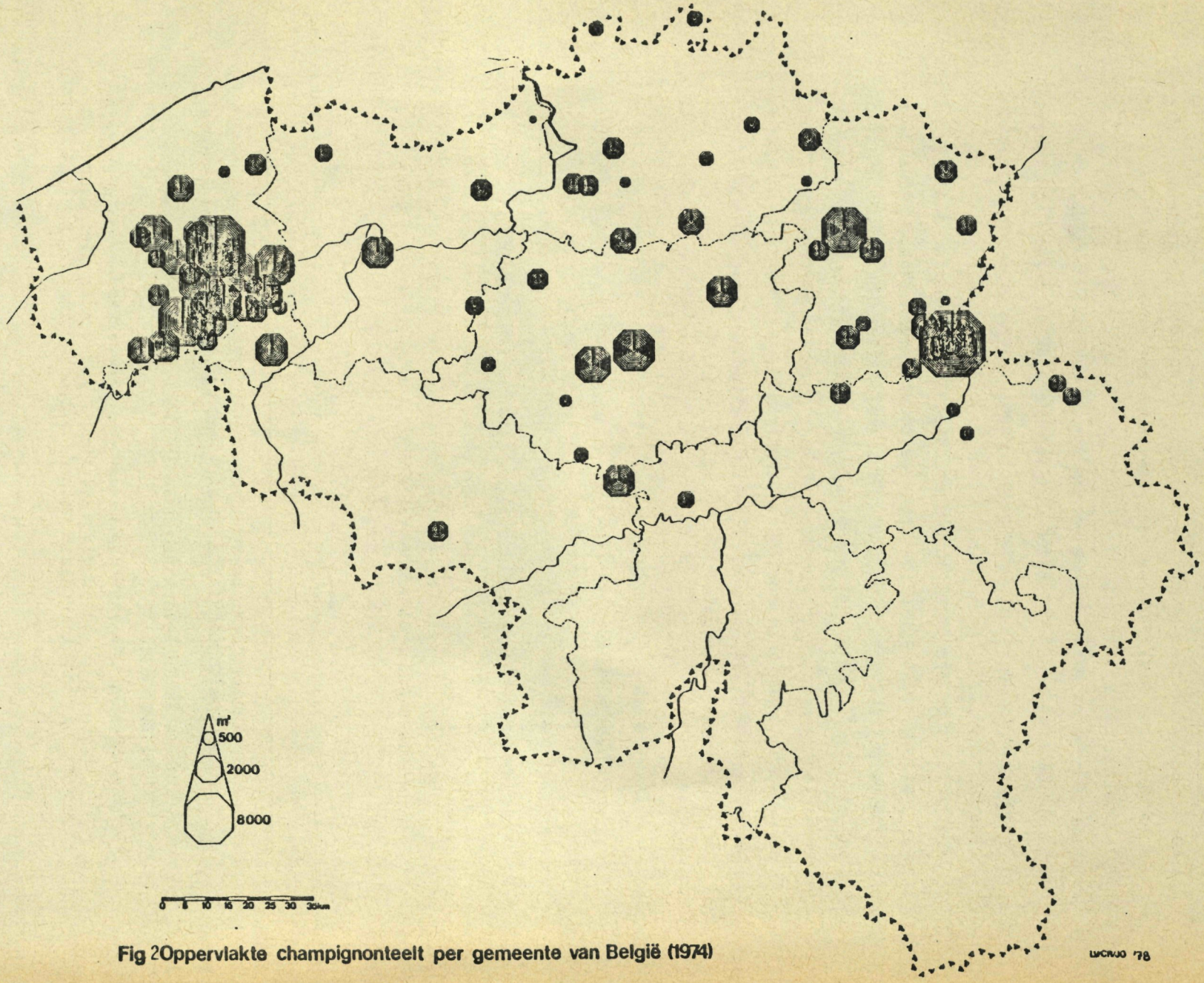


Fig 2Oppervlakte champignonteelt per gemeente van België (1974)

LUCIUJO '78

De produktie van afgewerkte champignonmest wordt in Vlaanderen geraamd op ongeveer 50.000 ton of 90.000 m^3 (1).

Wat de toekomst betreft is er op korte termijn belangrijke uitbreiding te verwachten van de produktie van huisvuilkompost (Dendermonde) en van schorskompost (praktisch de totaliteit van het aanbod aan schors in Vlaanderen).
Anderzijds moet er opgemerkt worden dat er een quasi onbeperkt aanbod is aan organische afvalstoffen die afzonderlijk of gezamelijk komposteerbaar zijn, op een grootschalig technologische of op een kleinschalige manier.
Vooreerst is er een groot aanbod aan stedelijke organische afval (huisvuil, slib). Ook zijn er belangrijke hoeveelheden landbouwafval (dierlijke mest, teeltafval) en agro-industriële afval (bv. afval of slib van gist, spiritus en enzymfabrieken, van slachterijen, brouwerijen, konservennijverheid, chokoladefabrieken, zuivelbedrijven, enz...).
De verwerking van deze organische afvalstoffen kan op diverse manieren gebeuren telkens met een hogere valorisatiegraad (2).

dumpen, storten = afval
↓
uitspreiden op het land
↓ in de bossen = nuttig gebruik
bodemverbeteringsmiddel (kompost) = opwaardering
↓
substraat, organische meststof = verdere verrijking

---

(1) - 1 ton kompost komt overeen met 725 kg afgewerkte champignonmest
- per m^3 teeltoppervlakte wordt ± 480 kg. champignonmest gebruikt per jaar.
- 1 m^3 teeltbed levert per jaar 350 kg. (0,635 m^3) afgewerkte champignonmest.

(2) Op de diverse alternatieve verwerkingsmogelijkheden zoals energiewinning en valorisatie als (vee)voeder wordt hier niet dieper ingegaan. Er wordt verwezen naar de uiteenzetting van Prof. SCHEPENS en Prof. NAVEAU.

Onder invloed van diverse verenigingen voor ekologische land- en tuinbouw (VELT, Nature et Progrès) is het zelf komposteren van organische afval sterk toegenomen, alhoewel het grotendeels beperkt blijft tot de hobby-tuinbouw.
Ook het komposteren van vers hak- en snoeihout wordt gepropageerd door het Comité Jean-Pain Benelux. Zo wordt o.a.aktie gevoerd bij de gemeentebesturen en overheidsdiensten om het hak- en snoeihout afkomstig van hun parken, lanen, bossen, enz. te versnipperen en te laten komposteren.

4. Huidige afzet en toekomstige afzetmogelijkheden.

4.1. Huidige afzet :

Tot 1977 was het kompostbedrijf van Gent het enige huisvuilkomposteringsbedrijf in Vlaanderen.
De afzet van het kompostbedrijf in Gent situeert zich in gans Vlaanderen met uitzondering van Limburg.
De voornaamste afzetsektor is de tuinbouw onder glas (geraamd op 60 %). Zo zijn er gemeenten in het centrum van West-Vlaanderen waar praktisch al de glastuinbouwers Gentse stadskompost gebruiken of gebruikt hebben. Andere sektoren zijn de begoniateelt, de aardbeienteelt, de bloemkoolteelt. Sporadisch werd kompost afgezet voor tuinaanleg, privé-tuinen, druiventeelt...
In het verleden, vooral in de beginperiode werd kompost verkocht voor de bloementeelt, bomenteelt en sportvelden, maar omwille van de variabele afrijpingsgraad en samenstelling, omwille van de visuele kwaliteit en vooral omwille van de aanwezigheid van glas is de afzet in deze sektoren praktisch volledig verdwenen en staat men er zeer argwanend t.o.v. het kompostgebruik.
De prijs van de Gentse kompost bedraagt momenteel 250 BF/ton voor gewone kompost en 380 BF/ton voor speciale glasvrije kompost.
Dit is de prijs aan de verbruiker exklusief B.T.W., vervoer niet inbegrepen.
De stad ontvangt hiervan 190 BF/ton voor de gewone kompost en 320 BF/ton voor de glasvrije kompost.

De produktie en dus ook de afzet van kompost in Hoeselt is pas gestart in 1977 zodat ze nog geen duidelijke vorm aangenomen heeft. Voorlopig blijkt de afzet moeilijk op gang te komen en beperkt zich tot de groenvoorziening en vooral tot de landbouw (suikerbieten). De afzet gebeurt vooral onder de vorm van een soort promotie-en proefkampagne.
Een gedeelte betere kompost (droger en deels glasvrij) wordt verkocht aan 115 en 250 BF/ton.
Op het bedrijf in Dendermonde (VERKO) zal de produktie van huisvuilkompost binnenkort starten. Momenteel wordt er reeds schorskompost verkocht en vooral afgezet in de tuinbouw en voor tuinaanleg.
In Wallonië te Quesmes wordt ± 2.400 ton kompost/jaar verkocht, hoofdzakelijk in kleinverpakking.
De prijs varieert van 18 tot 80 BF/zak van 20 l. aan de handelaars.
De afzet van schors en schorskompost is in enkele jaren sterk toegenomen.
De prijs van schorskompost bedraagt 600-650 BF/m^3.

4.2. Potentiële afzet in de landbouw :

Kompostering, waarde van organische stof, humifikatie zijn onderwerpen, waarover veel onderzoek verricht is, en wordt, maar waarover nog veel kennis ontbreekt en veel misverstanden en tegenstrijdige opvattingen bestaan.
De organische stofvoorziening en de humustoestand van de grond wordt algemeen erkend als belangrijk. De vraag blijft nl. wat is het minimale humusniveau ? wat is het optimale ? welke efekten worden bereikt op welk niveau ?
Sommige deskundigen zijn van mening dat het humusniveau niet noodzakelijk (veel) hoger moet liggen dan het niveau dat bereikt wordt met de teelt- en wortelresten en dat een organische bemesting door onderwerken van bietenkoppen en/of stro, of toediening van dierlijke mest (of kompost) om de vier jaar volstaat om het C-niveau op een voldoende peil te houden.

Anderen konkluderen dat met stalmest en andere organische meststoffen hogere opbrengsten kunnen bekomen worden dan met kunstmeststoffen alleen, vooral bij bieten en aardappelen.
De goede resultaten van organische bemesting al dan niet met kompost worden vooral bekomen in jaren met extreme klimatologische omstandigheden.
Vanuit de hoek van de ekologische landbouw wordt daarenboven aan kompost een bijzondere betekenis gehecht, omdat de alternatieve landbouw er naar streeft de plant niet rechtstreeks te voeden, met behulp van wateroplosbare meststoffen, maar indirekt door stimulering van de mikrobiologische omzettingsprocessen in de bodem, en dit vooral door het gebruik van kompost.
Ook wijzen vertegenwoordigers van de alternatieve landbouw erop dat zij onder bodemvruchtbaarheid méér verstaan dan de gangbare landbouw doet. Als in de gangbare landbouw het begrip bodemvruchtbaarheid als volgt wordt omschreven : "het vermogen van de grond tot hoge produktie, met behoud van een goede fysische, chemische en biologische toestand", dan wordt in de alternatieve landbouw er tevens onder verstaan : "ook met behoud van een hoge innerlijke kwaliteit en een goede weerstand tegen ziekten en plagen bij plant, dier en mens" d.w.z. dat bodemvruchtbaarheid ook niet-natuurwetenschappelijke zaken bevat, wat dikwijls tot misverstanden, begripsverwarring en diskussie leidt.
(Commissie Onderzoek Biologische Landbouwmethoden, 1977).
Vermits het gebruik van kompost vooral belangrijk is voor de humushouding en de struktuurverbetering, is de toepassing vooral aangewezen in die gebieden waar struktuurverlies waargenomen wordt zoals in het noordelijk deel van de Leemstreek, en zuidelijke Zandleemstreek en in de Kempen.
Wanneer we rekening houden met de tekorten aan organische stof, het struktuurverlies en de sterke koncentratie van de teelt van aardappelen en bieten dan zouden vooral het zuiden van de provincie West-Vlaanderen, het zuid-westen van Oost-Vlaanderen en de Leemstreek in aanmerking komen.

4.3. Potentiële afzet in de groenten-en fruitteelt :

Zowel uit onderzoeksresultaten als uit de praktijk blijken de goede resultaten van kompost in de tuinbouw onder glas voor de teelt van sla, tomaten, meloenen, en van aardbeien.
Ongeveer 25 % (4.000 ton) van de in het kompostbedrijf van Gent, geproduceerde kompost wordt afgezet in de tuinbouw onder glas, in het centrum van West-Vlaanderen (Westrozebeke, Roeselare, Ardooie, Meulebeke, Ingelmunster).
De kompost wordt meestal toegediend tussen de rijen tomaten in dosissen van 50 à 100 ton/ha/jaar. Hiermede wordt in eerste instantie beoogd de paden droog te houden, de struktuur te behouden en de onkruidbestrijding.
In tweede instantie komt de organische stofvoorziening, vooral bedoeld voor de tweede teelt tomaten of dikwijls salade, waarmee een heel goed effekt bekomen wordt.
In de groententeelt in openlucht kunnen goede resultaten behaald worden, maar het gebruik van alternatieve goedkope organische mest zoals mengmest beperkt vooral in West-Vlaanderen de afzet. In het Mechelse en Brabant daarentegen is het aanbod van de dierlijke mest eerder gering. In de bloemkoolteelt worden in de praktijk met de stadskompost van Gent goede resultaten behaald. Door de gebruikers wordt vooral de preventie tegen knolvoet, een ziekte die vooral voorkomt in zure grond of bij slechte bodemstruktuur, als een voordeel aangehaald.
In de fruitteelt bestaat geen direkte behoefte meer aan het regelmatig toedienen van organische mest. Er wordt verondersteld dat het gras tussen de boomrijen de zogenaamde "groene strook" reeds voldoende organische stof levert. In de lijnen evenwel zou kompost oppervlakkig kunnen toegediend worden met als bijkomend effekt de onkruidbestrijding.
Ook kan kompost (in de eerste plaats schorskompost) de veengrond in de plantputten eventueel vervangen.

4.4. Potentiële afzet in de bloemen- en boomteelt :

Over de toepassing bij de teelt van kamerplanten wordt reeds jaren onderzoek uitgevoerd door Prof. DEBOODT en zijn medewerkers. Hieruit blijkt dat schorskompost als een zeer goed substraat kan beschouwd worden met ruime toepassingsmogelijkheden. Stadskompost kan slechts in een mengverhouding van 25 tot maximum 50 % gebruikt worden en voor bepaalde planten is de toepassing uitgesloten (bv. azalea's).
In de begioniateelt en ook in de rozenteelt worden wel positieve resultaten bekomen met huisvuilkompost.
In de bomenteelt kan kompost eveneens toegepast worden.
Volgens praktijkproeven van ALT en KOHSTALL (1977)is een mengsel van huisvuilslibkompost en turf bruikbaar als substraat in de kontainerbomenteelt. De toepassing wordt beperkt door de zoutkoncentratie.

4.5. Potentiële afzet in de groenvoorzieningssektor :

Zowel voor openbaar groen als bij tuinaanleg bij afzonderlijke partikulierewoningen wordt in veel gevallen vertrokken van een slechte bodem (te laag O.S.-gehalte, slechte struktuur, slechte waterhuishouding,...). Daarom worden bij de groenaanleg grote hoeveelheden organische bodemverbeteringsmiddelen en/of organische meststoffen ingezet, of in ieder geval is de noodzaak hiertoe aanwezig.
Momenteel worden vooral veenprodukten (bolsterveen, zwarte turf) gebruikt.
Deze kunnen echter meestal vervangen worden door kompost zoals in Nederland en West-Duitsland trouwens reeds veel gebeurd (bv. 70 % van de huisvuilkompost van de V.A.M. wordt in deze sektor afgezet).
Ook de champignonmest en schorskompost zijn in deze sektor goed bruikbaar.

Marktstudies m.b.t. huisvuilkompost en huisvuilslib kompost in West-Duitsland wijzen telkens op de reële afzetmogelijkheden in de sektor groenvoorziening. (KOWALD und VOGEL, 1976 ; SAMMET und WACHTER, 1977 ; DUSPOHL, 1977)
De gebruikte hoeveelheden of de aan te raden hoeveelheden variëren sterk naargelang de bodemtoestand (50-200 m^3 kompost/ha).
Het is evenwel duidelijk dat deze markt moet veroverd worden. Vermits de potentiële gevaren verbonden aan zware metalen voor deze sektor niet reëel zijn, het voornaamste konkurrentieprodukt turf, duur is en geheel of gedeeltelijk te vervangen door kompost, is het aangewezen op de eerste plaats in deze sektor sterke promotie te voeren.
Daartoe is op de eerste plaats een imagoverbetering noodzakelijk bij de groenambtenaren en tuinaanleggers. Zowel op lokaal als nationaal vlak moeten de overheidsdiensten tot de kompost bekeerd worden.
Het gebruik van kontainers als tussenvorm tussen het leveren in vrac en kleinverpakking zou de toepassingsmogelijkheden kunnen verruimen tegen een gunstige prijs.
Voor private tuinen (siertuinen, groententeelt) voor aanleg en onderhoud is er een groeiende belangrijke markt voor produkten in kleinverpakking, waarvan de omvang echter moeilijk te ramen is. Er worden hoge kwaliteitseisen gesteld, maar de te behalen prijs is ook relatief hoog. De vraag stelt zich echter of huisvuilkompost aan de kwaliteitseisen zal voldoen voor de steeds meer beoefende ekologische groententeelt. Organische meststoffen, schorskompost, champignonmest komen wel in aanmerking.
Belangrijk is de ontwikkeling en propaganda voor het zelf komposteren en recycleren van de eigen afvalstoffen, wat de afzetmogelijkheden nadelig zou kunnen beïnvloeden.

4.6. Alternatieve afzetmogelijkheden :

4.6.1. De champignonteelt :

In Frankrijk worden goede resultaten bekomen met het mengen van huisvuilkompost (5 tot 20 %) en stro voor de produktie van champignonkompost.

Trouwens 15 % van de produktie (75.000 ton) van de geproduceerde kompost wordt bij onze zuiderburen in deze sektor afgezet (POMMEL et BERNARD, 1975).
Bepaalde kompostbedrijven hebben hun produktie volledig op deze sektor afgestemd bv. Tours, Orléans.
De toename aan zware metalen, zou vooral door het kwikgehalte moeilijkheden kunnen opleveren.
Het gebruik van schors bij de produktie van champignonmest levert technisch geen moeilijkheden op en geeft bij menging met stro vergelijkbare opbrengsten (OVERSTEYNS, 1974).
Op korte termijn is het gebruik van schors of huisvuilkompost moeilijk haalbaar door het voldoende aanbod van paardemest.
Bij een kleiner aanbod aan paardemest van goede kwaliteit, bij een hogere prijs van stro en een gestegen vraag naar champignonkompost zijn de kansen voor bijmenging van schors en/of huisvuilkompost evenwel reëel.

4.6.2. Preventie bloedarmoede bij biggen ; mestvarkensvoeder :

Uit literatuurgegevens (HAUSI, 1970) en uit vergelijkende praktijkproeven konkludeert BURKI (1972) dat huisvuilkompost een vergelijkbaar of beter effekt heeft bij biggen dan de in de handel zijnde Fe-preparaten, ter bestrijding van bloedarmoede.
Ook in Nederland worden met kompost goede resultaten bekomen.
In 1977 werd door de V.A.M. 1.320 m^3 biggenkompost in kleinverpakking geproduceerd.
Door diverse firma's wordt recent in België een soort biggenkompost gepromoveerd. Deze kompost bestaat uit veengrond, al dan niet aangerijkt met ijzer. (bv. Pigco van Versele-Laga, Bebi, ingevoerd vanuit Frankrijk).
Uit de studie van BURKI (1972) blijkt tevens dat bijmenging van 5 tot 10 % kompost aan mestvarkensvoeder, gelijke resultaten geeft en zelfs een betere slachtkwaliteit. Gekonkludeerd kan worden dat uitgerijpte kompost een zeer goede "verdunning" geeft aan energierijk mestvarkensvoeder.

4.6.3. Bouwmaterialen-bakstenen :

Op praktijkschaal werden reeds bij proef bakstenen geproduceerd met de fijne organische fraktie van huisvuil gemengd met klei. Deze proeven werden uitgevoerd door de Belgische firma Hoeke Engineering uit Damme en opgevolgd door het Centraal Technisch Instituut T.N.O.

Ook werden door VANDERVELDEN (1977) berekeningen gemaakt en een globale specifikatie uitgewerkt van een bouwblokkenfabriek met een verwerkingskapaciteit van 500 ton fijne organische fraktie per week, afkomstig van een scheidingsinstallatie die 2.000 ton huishoudelijke afval per week verwerkt en vergeleken met een installatie uitsluitend op basis van klei. De brandstofkosten zouden slechts de helft bedragen.

Ook het produktieproces zou door de betere droging belangrijk ingekort worden. De investeringen en arbeidskosten zouden vergelijkbaar zijn.

De toegelaten kostprijs van de fijne organische fraktie wordt geraamd op 400 BF/ton.

Ter vergelijking zou de prijs van gebruiksklare klei afgeleverd aan de ingang van de fabrikageeenheid tussen 120 en 200 BF/ton liggen (1).

4.6.4. Stankbestrijding met een kompostfilter :

Bodemfilters voor de stankbestrijding van organische oorsprong geven gunstige resultaten en worden in de praktijk reeds toegepast in West-Duitsland bij kompostbedrijven, waterzuiveringsstations, intensieve veehouderijen, voedingsindustriën, enz... .

Voor de aardfilter kunnen diverse vezelige materialen en turfsoorten gebruikt worden, maar kompost geeft eveneens goede resultaten (ZEISIG und KREITMEIER, 1977). Zo wordt reeds 35 % van de in Duisburg (D.B.R.) geproduceerde kompost afgezet als materiaal voor biofilters.

Voor ons land kan vooral gedacht worden aan de stankbestrijding in de intensieve veehouderij.

---

(1) Rekeninghoudende met een hoger volume gewicht van klei zou dit overeenkomen met een prijs van 200 à 300 BF/ton fijne organische fraktie. Hierbij moet echter nog de voordelige droge droogkosten geteld worden en de tijdswinst om de eigenlijke waarde van de fijne organische fraktie te berekenen bij fabrikage van bakstenen.

Onderzoek aan het Institut für Landtechnik te Freising-Wechenstephan, wijst op de gunstige resultaten met de kompostfilter, qua rendement en kostprijs. De kostprijs zou 3 D.M. (± 50 BF) per afgeleverd mestvarken bedragen (ZEISIG e.a., 1977).
Het nader bestuderen en eventueel uittesten van deze toepassing is daarom aan te bevelen vermits de kostprijs van bestaande systemen (luchtwasser) ± 100 BF/afgeleverd mestvarken bedraagt (VANGEELEN, 1977).
In Nederland is recent een bodemfilter bij een zuiveringsinstallatie in gebruik genomen te Renkum (Veluwe).

4.7. Globale potentiële afzet :

Er werd een grove schatting gemaakt van de hoeveelheid gebruikte bodemverbeteringsmiddelen. Op middellange termijn wordt een zekere stagnatie verwacht, met uitzondering voor de privé-tuinen. 500.000 m^3 substraat (turf + bladgrond) zou jaarlijks noodzakelijk zijn in de sierplantenteelt en als potgronden. 250.000 m^3 turf zou de jaarlijkse behoefte zijn in de groenvoorzieningssektor. Daarnaast zouden 400.000 à 1.000.000 m^3 organische bodemverbeteringsmiddelen gebruikt worden in de fijne groententeelt, groententeelt onder glas, de bomenteelt, de groenvoorzieningssektor. Stadsvuilkompost zou potentieel hiervan 300 à 400.000 m^3 kunnen vervangen.
Schorskompost heeft een ruimer toepassingsveld als substraat én bodemverbeteringsmiddel. In landbouw en grove groententeelt, is er voor kompost evenwel een "quasi onbeperkt" afzetgebied.
In de sektor privé-tuinen bestaat er een grote potentiële markt voor produkten in kleinverpakking. De bestudeerde alternatieve afzetmogelijkheden (bouwstenen, veevoeder, kompostfilter...) kunnen niet als futuristisch afgewimpeld worden, maar worden op semi-industriële proefschaal reeds toegepast in de praktijk.
Bij de beoordeling van bovenvermelde cijfers en konklusies, mag evenwel niet uit het oog verloren worden dat de huidige kompostafzet sterk beperkt is en de vraag slechts een vervangingsvraag is.

5. Konkurrentiepositie t.o.v. de substitutieprodukten.

De vraag naar huisvuilkompost (schorskompost) is in hoofdzaak een vervangingsvraag, vermits er min of meer vergelijkbare produkten op de markt zijn. Deze produkten vormen een gans gamma bodemverbeteringsmiddelen en organische meststoffen nl. diverse turfsoorten, bladgrond (stalmest), mengmest, organische meststoffen, evenals champignonmest. Het aanbod, de prijs en de herkomst worden in onderstaande tabel weergegeven.

Tabel 3 : Herkomst, prijs en evolutie van het aanbod van de voornaamste konkurrentieprodukten van huisvuilkompost (schorskompost).

	voornaamste herkomst	prijs (inkl.transp.) aan verbruiker	evolutie van het aanbod/jaar
turf - doorvroren zwartveen	B.R.D.	500 - 600 BF/m^3.	160.000 m^3 ? -
- bolsterveen	B.R.D.	600 - 700 BF/m^3.	400.000 m^3
bladgrond		300 BF/m^3.	370.000 m^3 ? -
stalmest	Polders	100 - 350 BF/ton	? -
mengmest	Zandstreek, Kempen	25 - 100 BF/ton	±
vaste fraktie mengmest	scheidingsinstallatie	250 - 500 BF/ton	
organische meststoffen	dierlijke afval - kippemest	5 - 20 BF/kg	? +
champignonmest	Limburg, West-Vlaanderen	150 - 250 BF/m^3	90.000 m^3 ± (50.000 ton)

De konkurrentieprodukten kunnen globaal ingedeeld worden in twee kategoriën nl. turfprodukten (inkl. naald- en bladgronden) en organische meststoffen van dierlijke oorsprong.

Vooral turf blijkt een belangrijk te vervangen produkt te zijn in diverse sektoren bv. enerzijds in de sierplantenteelt en bereiding van potgronden, anderzijds in de sektor groenvoorziening en privé-tuinen ; voor de eerste toepassing lijkt schorskompost geschikt, voor de tweede toepassing huisvuilkompost.
Er zijn diverse aanwijzingen dat de konkurrentieprodukten bladgrond, turf op middellange termijn prijsstijgingen zullen ondergaan, omwille van aanvoermoeilijkheden en er op lange termijn een werkelijk tekort zal optreden. Hierbij moet opgemerkt worden dat deze produkten grotendeels ingevoerd worden en van fossiele oorsprong zijn.
Sedert verleden jaar is de turfprijs met ± 35 % gestegen deels door de schaarste tengevolge van de strenge winter waardoor de winning lange tijd onmogelijk was, deels door de gestegen loon- en transportkosten. De verwachting is dat de prijzen wat zullen stijgen op korte termijn en daarna wat zullen stabiliseren.
Het bevoorradingsgebied in Noord-Duitsland wordt steeds verder naar het noorden verplaatst. Volgens DUSPOHL (1977) en SAMNET en WACHTER (1977) zou er in West-Duitsland nog witte turf beschikbaar zijn voor 20 à 30 jaar. Door natuurbeschermingsmaatregelen zou de afbouw van de veenlagen echter vroeger kunnen gestopt worden of afgeremd. Volgens dezelfde bronnen zou de voorraad zwartveen in West-Duitsland nog voor 150 jaar voldoende zijn. Hierbij moet aan toegevoegd worden dat er nog grote voorraden witte turf aanwezig zijn in Finland, Rusland en Polen, wat echter grotere aanvoerkosten met zich kan meebrengen.
De naald- en bladgronden zijn afkomstig van de organische stofprodukten in de bossen. In België is het verboden naald- en bladgronden uit de bossen weg te halen zonder restitutie te doen met een equivalente hoeveelheid kompost of ander bodemverbeteringsmiddel.
Daarom wordt ook een gedeelte uit het buitenland betrokken wat soms aanleiding kan geven tot onregelmatige aanvoer en kwaliteit. Alhoewel het misschien voor de hand zou liggen eventueel kompost terug in de bossen te brengen in de plaats van de bladgrond, zal waarschijnlijk een dubbele handeling prohibitief zijn.
Sedert 1 januari 1978 zou het weghalen uit de bossen van grond ook in Nederland en West-Duitsland verboden zijn.

Omwille van de relatief hoge prijs van turf 500-700 BF/m^3 en de verwachting dat deze verder zal stijgen, kan de konkurrentiepositie van kompost, vooral schorskompost, gunstig evolueren.
Een tweede soort konkurrentieprodukten zijn de afvalstoffen van dierlijke oorsprong ; al dan niet gekoncentreerde organische bovemverbeteringsmiddelen of meststoffen.
Hieronder vallen de champignonmest, stalmest, mengmest en gedroogde organische meststoffen, zowel op basis van bewerkte kadavers en slachtafval als van dierlijke mest (vooral kippemest en stalmest).
De toediening van mengmest blijft beperkt tot de akkerbouw en de grove groententeelt.
In deze sektoren zal kompost slechts tegen een geringe prijs kunnen afgezet worden en vergelijken moeten worden met bv. het effekt en de kostprijs van het inploegen van stro.
Stalmest wordt eveneens gebruikt in deze sektoren, maar ook in de tuinbouw onder glas, bomenteelt, bloementeelt in openlucht en bij de groenvoorziening.
De champignonmest vindt ook in deze sektoren toepassing.
Zowel stalmest als champignonmest hebben een relatief hoog organisch stofgehalte en mineralengehalte. Ze hebben evenwel nadelen bv. voor stalmest, onkruid en ziektekiemen, minder strorijk dan vroeger... en voor champignonmest het zoutgehalte.
Organische meststoffen zoals bloedmeel, beendermeel, vedermeel, guano, gedroogde koemest en kippemest kunnen geheel of gedeeltelijk de organische bodemverbeteringsmiddelen vervangen of overbodig maken.
De prijzen variëren tussen 5 à 20 BF/kg aan verbruiker. De prijs lijkt hoog in vergelijking met de prijzen van stalmest en andere bodemverbeteringsmiddelen maar het produkt is veel gekoncentreerder en meer handelbaar en bijgevolg veel minder arbeidsintensief wat een niet te onderschatten faktor is.
Het aanbod aan dierlijke mest en champignonmest situeert zich vooral in de provincie West-Vlaanderen, Noord-Antwerpen en Limburg. In het zuiden van de provincie Antwerpen en Brabant is er een tekort.
Er is een flow van organische bodemverbeteringsmiddelen naar het Mechelse en Brabant, waardoor in deze gebieden ook een hogere prijs betaald wordt dan in de rest van Vlaanderen, vooral in de sektoren tuinbouw onder glas en groenvoorziening.

De prijs van stalmest en champignonmest bedraagt in West-Vlaanderen respektievelijk 100 en 250 BF/ton en in Mechelen 350 en 400 BF/ton.

6. Te verwachten afzet, te "bewerken" markt.

6.1. Marktindeling :

Er onderscheiden zich twee marktsegmenten :

1) de landbouw en grove groententeelt.
   Bij een prijs van 100-200 BF/ton aan verbruiker, geraakt men kwaliteitskompost praktisch altijd kwijt in deze sektoren.
   De vraag blijft of in de toekomst kompost een hogere appreciatie kan krijgen, uitgedrukt in een hogere prijs, omwille van de intrinsieke waarde door de evenwichtige bemesting, de bodemverbeterende werking en omwille van zijn onkruid- en kiemvrij karakter.
   In de ekologische land- en tuinbouw wordt trouwens de exklusieve voorkeur gegeven aan organische bemesting, voornamelijk onder gekomposteerde vorm.
2) de tuinbouw onder glas, fijne groenten in open lucht, bloemen- en bomenteelt, groenvoorziening.
   In deze sektoren is men bereid een hogere prijs te betalen voor kwaliteitsprodukten, als substraat, bodemverbeteringsmiddelen of organische meststof.

6.2. Produktontwikkeling :

Uitgaande van de potentiële vraag en de analyse van de konkurrentiepositie wordt gezocht naar de beste ontwikkeling van kompostprodukten.
Enerzijds kan men stellen dat er een zekere stagnatie optreedt, of lichte groei is in de markt van bodemverbeteringsmiddelen.
Uitzondering hierop vormen de privé-tuinen zowel qua aanleg als onderhoud.
De verkoop van turf, kompostsoorten en organische meststoffen ten behoeve van de privé-tuinen kent een sterk stijgende trend. Zo is bv. de afzet van VAM-kompost in kleinverpakking in de GB-Garden-Centers in twee jaar verviervoudigd.

Anderzijds is er tekort (en bijgevolg prijsstijging) te verwachten op middellange termijn voor de traditionele produkten, vooral voor turf, meer in het bijzonder bolsterveen.
De voornaamste afzetsektoren voor deze produkten zijn de groenvoorziening, tuinbouw onder glas en de produktie van potgronden.
Nu stelt zich de vraag naar de opportuniteit van diverse kompostsoorten. Is er een "gat" in de markt ? nu of in de toekomst ? is de markt toegankelijk ?
Volgende voorstellen kunnen gedaan worden inzake produktontwikkeling :

1) Er moet onderscheid gemaakt worden tussen verse en rijpe huisvuilkompost.
   Daarom moet fijne tot matige grove, rijpe kompost, vrij van ballaststoffen geïntroduceerd worden. Hierrond moet een nieuw produktimago opgebouwd worden dat geen verband meer houdt met afval. Vooral in de groenvoorzieningssektor en bij partikuliere verbruikers zijn hiervoor belangrijke afzetmogelijkheden.
   Deze sektoren vormen tevens de voornaamste te bewerken markt.
2) Schorskompost is een goed vervangmiddel van turf en moet als zodanig gehanteerd worden.
   Er kan gespekuleerd worden op zijn natuurrein en zuiver karakter en op de goede resultaten in het jarenlange wetenschappelijke onderzoek bij de Dienst van Prof. DEBOODT.
   Alhoewel schorskompost ruime toepassingsmogelijkheden heeft lijkt het aangewezen dit produkt te lanceren in de sierplantenteelt en te gebruiken voor potgronden in het algemeen.
3) De produktie van mengprodukten kan leiden tot kwaliteitsverbetering en tot produkten voor specifieke toepassing. Verder onderzoek is hieromtrent zeker nodig. Diverse kombinaties zijn hierbij mogelijk schors + slib ; schors + dierlijke mest ; schors + slib + huisvuil ; schors + champignonmest, enz... .
   Voor deze produkten kan ruime toepassing gevonden worden in de groenvoorziening en groententeelt onder glas.

6.3. De prijs :

De prijs van kompost en zeker van schorskompost moet zich richten naar die van turf, met als streefdoel een prijs van 400 à 700 BF/m^3. De vraag blijft of dit op korte termijn haalbaar zal zijn voor alle kompost.
Indien het globale aanbod van champignonmest (90.000 m^3) schors (130.000 m^3) en stadskompost (80.000 m^3 in 1979) op de markt is zou dit een sterke aanbodstijging teweegbrengen, wat kan leiden tot een sterke prijsdruk.
De argumentatie van marktintroduktie mag zeker niet leiden tot bestendiging van een lage prijs. Opgemerkt moet worden dat indien er een goedkoop en efficiënt systeem geïntroduceerd wordt om mengmest te behandelen (scheiding vaste en vloeibare delen) er een nog veel belangrijker aanbod aan bodemverbeteringsmiddelen op de markt zou komen.

6.4. Regionale differentiatie van de afzet :

Op basis van de regionale differentiatie in de vraag naar en in het aanbod aan organische bodemverbeteringsmiddelen kan gekonkludeerd worden dat de kompostafzet tegen een gunstige prijs het meest perspektieven biedt in de provincies Antwerpen (Antwerpen-Mechelen) en Brabant.
Er zijn enerzijds goede afzetmogelijkheden in de sektoren groenvoorziening en groenten onder glas en anderzijds is er een tekort aan dierlijke mest en een relatief geringe produktie aan champignonkompost.
In het Gentse en het gehele N.O. van Oost-Vlaanderen zijn de perspektieven eveneens gunstig voor huisvuilkompost (sierplantenteelt, bomenteelt).

6.5. Afzetuitbouw :

Kompost blijft een vervangingsprodukt dat naargelang de herkomst, de kwaliteit en de prijs min of meer een belangrijk marktaandeel zou kunnen innemen.

In eerste stadium zou er moeten naar gestreefd worden om de volledige produktie van huisvuilkompost, schors, champignonmest als substraat en bodemverbeteringsmiddel af te zetten.
Schors(kompost) als vervangmiddel van turf (bladgrond) ; huisvuilkompost (champignonmest) ter vervanging van stalmest (turf).
Omwille van de betere waardering van schorskompost t.o.v. huisvuilkompost, zou huisvuilkompost sterke konkurrentie kunnen ondervinden van schorskompost. Speciaal om huisvuilkompost kompetitief te houden is het noodzakelijk om :

- schorskompost te stimuleren in de sierplantenteelt ;
- een mengprodukt (schors + slib + huisvuil) op de markt te brengen ;
- huisvuilkompost vooral te lanceren in de sektor groenvoorziening.

Vooral omwille van de onzekere markt op korte termijn, moet de landbouw en grove groententeelt als potentieel afzetgebied in beschouwing genomen worden.

7. Methoden tot afzetverbetering (van huisvuilkompost).

7.1. Kwaliteitsverbetering :

7.1.1. Zware metalen :

Huisvuil en slib kunnen in belangrijke mate gekontamineerd zijn met zware metalen.
De gehalten in slib en huisvuil zijn nochtans sterk variabel naargelang de plaatselijke toestand en naargelang de verwerkingswijze.
Zo speelt het scheidingssysteem in het geheel van de verwerkingseenheid (scheiding voor of na het komposteren) een belangrijke rol. Ter oriëntatie volgen hierna de relatieve verhoudingen van de gehalten aan zware metalen volgens verschillende systemen :

+ Van Maanensysteem (VAM-Nederland) : 1
+ Dano-systeem (bv. Gent) : 1/3
+ Scheidingsinstallatie (Fläkt) : 1/5 - 1/10

Uit de literatuurstudie van VAN WEENEN (1977) blijkt dat in huisvuilkompost ook diverse xenobiotica gevonden worden. Zo lagen de gehalten aan PCB bij 23 monsters tussen 0,4 en 9,7 ppm. Met betrekking tot de normering moeten we ons vooral baseren op normering en richtlijnen van slibtoediening met extrapolatie naar kompost.
Wat de voorgestelde normering en richtlijnen betreft, kan men stellen dat de normeringen sterk verschillen. Vooral met betrekking tot de voedingstuinbouw is het uiterst belangrijk dat er duidelijkheid geschapen wordt, vermits dit een belangrijke potentiële afzetsektor is. De voorgestelde maximale dosissen variëren van 1 tot 4 (7) ton DS slib/ha/jaar. Anderen vooral in West-Duitsland en Zwitserland stellen dat het toedienen van kompost bij normaal gebruik kan gekontinueerd worden ook bij teelten voor direkte konsumptie. Tot dat gefundeerde grenzen getrokken zijn en duidelijke waarden gekend zijn wordt door de VAM in de sektor van de voedingstuinbouw een voorzichtig standpunt genomen.
Daarom wordt geen propaganda gevoerd in de voedingstuinbouw voor huisvuilkompost en werd de naam van pure middelgrove kompost (relatief rijk aan zware metalen) veranderd van tuinbouwkompost naar rekrokompost.
Ook in de ekologische land- en tuinbouw wordt de huisvuilkompost niet aanvaard omwille van de gehalten aan zware metalen en xenobiotica. Alhoewel diskutabel kan voorlopig toch gekonkludeerd worden dat in de veronderstelling dat de gehalten aan huisvuil 1/2 à 1/5 bedragen van de gemiddelde gehalten in slib, de jaarlijkse toediening van max. 15 à 20 ton kompost/ha/jaar tolereerbaar is ook in de voedingstuinbouw.
Zelfs indien deze dosissen te hoog genomen zijn dan is er nog geen reden om de organische fraktie in het huisvuil niet te hergebruiken. Gedacht kan worden aan inleveringsplicht van potentieel kontaminerende produkten, ook voor huishoudens. Volgende produkten komen in aanmerking : batterijen, verfresten, kosmetika, medikamenten, resten van pesticiden en insecticiden, enz... .

Er moet immers geleerd worden vanaf de produktie en het gebruik, rekening te houden met de betekenis van een stof, of materiaal, in de afvalverwerking, de afvalprodukten en de bestemming ervan.

7.1.2. Glas en andere ballaststoffen :

Door de gemengde aard van het huisvuil, blijven er nogal wat ballaststoffen over in de stadskompost, nl. glas, plastiek, rubber, stenen ... . Vooral glas wordt als hinderlijk ervaren bv. voor sportvelden, in de tuinbouw (vooral bloementeelt) als potgrond. Heel wat bedrijven zijn na eenmalig gebruik van stadskompost gestopt omwille van het glas.
Daarom is het uiterst belangrijk dat er glasvrije kompost geproduceerd wordt. Uit de afzet van de Gentse kompost blijkt dat hiervoor een belangrijke meerprijs bekomen wordt.

7.1.3. Afrijpingsgraad :

Verse kompost, waarvan de organische stof onvoldoende gemineraliseerd en gehumifieerd is, met nog een belangrijke fermentatie, verbruikt verder zuurstof en stikstof. Om een gestabiliseerd produkt te bekomen moet de kompost gedurende verscheidene maanden gekomposteerd worden. De afnemer moet weten waar hij aan toe is. Voor sommige gebruiksmogelijkheden is rijpe kompost vereist, voor andere toepassingen (bv. toedienen tussen de rijen tomaten, bv. voor inwerken in de bodem, maanden voor de teelt) speelt de rijpheid een mindere rol.

7.1.4. Standaardisering en normering :

Om de kompostgebruiker meer zekerheid te geven over de inhoud en de kwaliteit is het noodzakelijk gestandaardiseerde produkten op de markt te brengen die aan bepaalde normen voldoen.
Daarom is het wenselijk dat de diverse kompostsoorten met specifieke garanties (min. en max. waarden) in het meststoffenbesluit opgenomen worden.

7.2. Markpromotie :

Bij de introduktie van nieuwe produkten moet een zekere weerstand overwonnen worden. Dat deze marktweerstand kan overwonnen worden bewijst de succesvolle afzet in de tuinbouw onder glas.
In Nederland heeft vooral de VAM het succes bewezen van een goede marktpromotie (VANACKER, 1978,a) (1).
Er wordt aan aktieve marketing gedaan en gewerkt aan een duidelijk imago :
1) Van milieuvriendelijkheid ;
2) VAM past in ieders plan.
Daarom wordt een zo breed mogelijk produktassortiment aangeboden (in vrac en kleinverpakking; naast stadsvuilkompost, ook champignonmest en veenprodukten).
De afdelingen public relations, voorlichting en onderzoek zijn er goed uitgebouwd.
De onontbeerlijke medewerking van twee groepen moet verkregen worden teneinde succesvol op de markt te komen :
- groenambtenaren ;
- officiële onderzoeksinstituten en proeftuinen.
Zij kunnen de produkten uittesten (proefvelden) en de voorlichting helpen verzorgen.

7.3. Afzetorganisatie :

Voor een goede marketing d.w.z. een verbruikersgerichte produktie en afzet is een bijzondere inzet noodzakelijk. De produktie moet gericht zijn op specifieke verbruikers. Daarom moet kompost geproduceerd worden met aangepaste kwaliteit en genormaliseerd.
Er moet marktonderzoek zijn, produktontwikkeling, reklame, aangepaste bedrijfsleiding. De promotie en voorlichting voor kompost moet tot in de puntjes verzorgd zijn.

---

(1) De VAM is een N.V., waarvan de aandelen in overheidshanden zijn. De totale verkoop bedraagt ± 300.000 m^3 kompost, waarvan ± 100.000 m^3 huisvuilkompost.
Momenteel is de produktie van huisvuilkompost gekoncentreerd in twee bedrijven te Wijster en te Mierlo.

De vraag stelt zich dan of deze taak door ieder huisvuilkompostbedrijf afzonderlijk moet vervuld worden, of dat een gemeenschappelijke aktie en bijgevolg organisatie mogelijk is.
In Vlaanderen werden recent diverse initiatieven genomen tot verbetering van de kompostafzet en -organisatie.
Zo werd o.a. door de Intercommunale D.D.S. toenadering gezocht met de Belgische Boerenbond (A.V.V.) om de afzet te verzekeren van het in opbouw zijnde kompostbedrijf te Dendermonde.
Dit leidde tot de oprichting van de nieuwe intercommunale "Verenigde Kompostbedrijven" (VERKO).
De bedoeling van VERKO kan echter ruimer gezien worden dan het kompostbedrijf te Dendermonde, vermits in art. 50 van de statuten de klausule is opgenomen dat de vennootschap kan uitgebreid worden tot andere kompostfabrikanten.
Ook op het kompostbedrijf te Gent wordt gestreefd naar een betere afzetstruktuur en naar diversifikatie van de produktie.
Om tot een efficiënt gebruik te komen van gemeenschapsgelden wordt voorgesteld de krachten te bundelen en een overkoepelende afzetorganisatie op te richten, teneinde het maximum resultaat te halen uit de ingezette middelen.
Uit het buitenland blijkt immers dat een intens doorgevoerde marketingsaktiviteit slechts efficiënt kan gebeuren en voldoende resultaten kan afwerpen bij een redelijke (= groter dan één bedrijf) omvang en bij gekoördineerde aktie. (1)
Hoe zo'n organisatie effektief moet uitgebouwd worden kan alleen van onderuit groeien en moet uitgemaakt worden door de betrokken partners.
Hierbij een aantal vragen en mogelijke initiatieven :

- Hoe juridisch, administratief, financieel te regelen ?
- de regio (Vlaanderen ?, Belgie ?, Vlaanderen + Nederland ?)
- de aktiviteiten
  - normering, kwaliteitsovereenkomsten ? afspraken terzake ?
  - gezamelijke marktprospektie en onderzoek
  - produktieontwikkeling ?
  - voorlichtingen en propaganda ?
  - één merknaam ?

---

(1) Dit blijkt uit diverse buitenlandse marktstudies en in de praktijk uit de resultaten van de VAM in Nederland. Stellen we bv. hier tegenover het in W.-D. gevormde TORFSTREUVERBAND, dat 40 turfproducenten verenigt, waardoor echte promotie mogelijk is voor de turf.

8. Algemeen besluit.

Belangrijke hoeveelheden organische afval kunnen op het land gevaloriseerd en gerecycleerd worden.
Door het komposteren wordt een hoogwaardig produkt bekomen met relatief grote potentiële afzetmogelijkheden, vooral in Vlaanderen.
De afzet van kompost is momenteel beperkt maar de belangstelling neemt sterk toe.
Op middellange en lange termijn is er een tekort te verwachten van turf en bladgrond die zullen moeten vervangen worden.
Op korte termijn is de vraag echter een vervangingsvraag. De markt zal moeten veroverd worden volgens de hedendaagse marketingmethodes.
Vooral de sektor groenvoorziening en private tuinen moet geviseerd worden, en dit zowel in Vlaanderen als in Wallonië.
De kwaliteit van de kompost en de verbruikersgerichte produktie zullen van doorslaggevende betekenis zijn voor het uiteindelijk resultaat.
Voor nieuwe huisvuilkomposteringseenheden moet opgemerkt worden dat vermits alleen hoogwaardige kwaliteitskompost afzetperspektieven biedt, hiermede bij de konceptie moet rekening gehouden worden.
Dit zou kunnen inhouden dat gezien de verwachtingen t.a.v. het gehalte aan ballaststoffen en zware metalen in de kompost, komposteren, slechts dan zinvol is als eerste vorm van recycling, aansluitend bij selektieve ophaling en/of geperfektioneerde scheidingssystemen.
Men moet immers vermijden, dat het terug in de kringloop brengen van de organische fraktie, samengaat met een grotere dispersie (entropie) van diverse ballaststoffen en zware metalen.

BEKNOPTE BIBLIOGRAFIE

BURKI, A (1972) - Untersuching über die Eignung von getrockneten Müllkompost als Futterkomponente bei Ferkeln und Mastschweinen. Doctoraat am Veterinair-Medizinischen Facultät der Universität Zürich, 50 pag.

CAPPAERT, I (1975) - Kritische studie van de fysische en chemische parameters bij de omzetting van schors tot een volwaardig plantensubstraat. Doktoraat R.U.G., Fak. der Landbouwwetenschappen, 140 pag.

COMMISSIE ONDERZOEK BIOLOGISCHE LANDBOUWMETHODEN (1977) - Alternatieve landbouwmethoden, inventarisatie, evaluatie en aanbevelingen voor onderzoek, Eindrapport. Pudoc, Wageningen, 398 pag.

COOKE, G.W. (1977) - The roles of organic manures and organic matter in managing soils for higher crop yields - a review of the experimental evidence. Proc. of the int. Sem. on soil environnement and fertility management in intensive agriculture. The society of the science of soil and manure, Japan, pag. 53-64.

DEBOODT, M., VERDONCK, O. en DE VLEESHAUWER, D. (1978) - Evaluatie van de kompostering van naaldhoutschors tesamen met slib.
Fak. der Landbouwwetenschappen R.U.G., 16 pag.

DEBOODT, M., VERDONCK, O., DE VLEESHAUWER, D. (1978) - Studie en aanwendingsmogelijkheden van huisvuilkompost als substraat voor de sierplantenteelt.
Labo voor Bodemfysika, Bodemkonditionering en Tuinbouwbodemkunde, R.U.G., 70 pag.

DEVOS, P. (1978) - Het komposteren van huisvuil, BESWA-Revue, jg. 9, nr.1, pag. 11-30.

D'HARDEMARE, G. (1977) -"Incorporation de compost urbain dans les substrats destinés à la culture du champignon de couche" communication au Symp.sur la Recherche en matière de sol et déchets solides. 15-17/3/77,Orleans.

DUSPOHL, H. (1977) - Untersuchung über die Verbesserung der Absatzmöglichkeiten von Kompost. In Auftrag von Forschungs- und Entwicklungsvorhaben des Umweltbundesamtes. Berlin , Duisburg.

GRANDRY, G. (1978) - Prospection du marché du compost dans le cadre du recyclage des déchets organiques. S.D.R.W. Programme Nationale R - D pour les économies de déchets. Service de programmation de la Politique scientifique.

HAURI, P. (1970) - Vergleich von Kompost mit verscheidene Eisenpräparaten bei der Prophylaxe der Ferkelanämie. Doct. aan Vet. Med. Fac. der Univ. Zürich.

HIRSCHHEYDT, (VON) A. (1977) - "Uber den Volkswirtschaftlichen Wert von Siedlungsabfällen". Vortrag beim Abfalltechnischen Kolloquium der Universität Stuttgart am 25 März 1977. Müll und Abfall, jg. 5, pag. 132-134.

JUSTE, C. (1977) - Etude des possiblités d'utilisation des composts d'ordures ménagères en culture maraîchère sous serre et en champ. 1er Symp. sur la Recherche en matière de Sols et Déchets solides, 15-17 mars, 1977, Orléans.

KOWALD, R. und VOGEL, CHR. (1976) - Bedrafsermittlung von Müllklärschlammkompost und Standortermittlung für künftige Kompostwerke in Hessen unter Berücksichtigung neuer Kompostierungsanlagen. Institut für Landeskultur der J.Liebig-Universität, Gessen.

PAIN, I. et J. (1972) - Un autre jardin. Negro, Draguignan, 58 pag.

POMMEL, B. et BERNARD, D. (1975) - "Le compost et son marché", Genie Rural, jg. 68, nr. 8-9, pag. 255-8.

SAMMET, D. und WACHTER, J. (1977) - Situation des Kompostabsatzes, Müll und Abfall, nr. 1, pag. 5-6.

STRAUB, H., HÖSEL, G. und SCHENKEL, W. (Ed.) (1967-1978) - Müll und Abfallbeseitigung.
Handbuch über die Sammlung, Beseitigung und Verwertung von Abfallen aus Haushaltungen, Gemeinden und Wirtschaft.
Band 3, Erich Schmidt Verlag.

VANACKER, L. (1976 ,) - Planologische studie van het mestprobleem.
In uitgave 25e post-universitaire studiedag "Verwerking van bioindustriële afvalstoffen", Fakulteit der Landbouwwetenschappen, R.U.G., 21 pag.

VANACKER, L. (1978 a) - De VAM (Vuilafvoermaatschappij)-Nederland : grondige analyse en konklusies voor het komposteren in België.
R.U.G. - Nationaal R - D programma Ekonomie van de afvalstoffen.
Diensten voor Programmatie van het Wetenschapsbeleid, 126 p.

VANACKER, L. (1978 b) - Marktprospektie van kompost in het kader van de recyklage van organische afvalstoffen. R.U.G. - Nationaal R - D programma van de Ekonomie van de afvalstoffen. Diensten voor Programmatie van het Wetenschapsbeleid, 35 pag.

VAN DER VELDEN, J.H. (1977) - Bouwblokken uit bestanddelen van huishoudelijke afval en klei (proeffabrikage op industriële schaal). Centraal Technisch Instituut, TNO, 21 pag.

VAN GEELEN, M.A. (1977) - "Stankbestrijding van ventilatielucht, met behulp van luchtwassers", Megista-kontaktdagen, 8-9 maart 1977, Wageningen, pag. 238-242.

VAN WEENEN, H. (1977) - "Afvalverwijdering en milieuverontreiniging". Intermediair, jg. 13, nr. 36, pag. 9-17.

VERDONCK, O. (1974) - Bijdrage tot de studie van de bodemfysische en fysiko-chemische eigenschappen van tuinbouwsubstraten. Doktoraatsthesis, R.U.G., Fak. der Landbouwwetenschappen, 155 pag.

VERSTRAETE, W. (1974) - Verwerken van huishoudelijke en landbouwtechnische afvalstoffen. Interfakultair Centrum Milieusanering, R.U.Gent, 141 pag.

ZEISIG, H.D. , KREITMEIER, J. und FRANZSPECK, J. (1977) - Untersuchungen über Erdfilter zur Verringerung der Gerüchsbelästigung aus Tierhaltungen. Institut für Landtechnik, Freisig- und Weihenstephan, 51 pag.

CONCRETE PRODUKTIE- EN GEBRUIKSMOGELIJKHEDEN VAN BIOMASSA IN BELGIE

Dhr. H. NAVEAU (x)
Dhr. G. SCHEPENS

(x) Professor aan de Université Catholique de Louvain
Professor aan de Facultés Universitaires Notre-Dame de la Paix, Namur

INHOUDSOPGAVE

		blz.
1.	Inleiding	109
2.	Inventaris van de biomassa	110
	2.1. Organische afval en bijprodukten	110
	2.2. Energieculturen	114
3.	Methaangisting	115
	3.1. Stand van de technologie	115
	3.2. Economische aspecten van de methaangisting	120
	3.3. Concrete vooruitzichten inzake toepassing van methaangisting	127
	3.4. Voorgestelde acties op het gebied van de methanogenesis	130
4.	Fermentatie	132
	4.1. Stand van de technologie	132
	4.2. Grondstoffen voor de alcoholgisting	135
	4.3. Energetische mogelijkheden en economische aspecten van fermentatie	137
	4.4. Actievoorstellen inzake fermentatie	140
5.	Verbranding	141
	5.1. Stand van de technologie	141
	5.2. Mogelijkheden en rentabiliteit	144
	5.3. Sleutelfactoren en mogelijke acties	149
6.	Vergassing en pyrolyse	150
	6.1. Stand van de technologie	150
	6.2. Economische aspecten van gasgeneratoren	154
	6.3. Concrete gebruiksperspectieven van de thermochemische procédés	155
	6.4. Actievoorstellen inzake pyrolyse en vergassing	157
7.	Algemene conclusies	157

CONCRETE MOGELIJKHEDEN INZAKE PRODUKTIE EN GEBRUIK VAN BIOMASSA IN BELGIE

M. de Bruyn[1], C. Declerck[2], D. Mahy[3], H. Naveau[1], G. Schepens[3], en L.Vanacker[2].

1. Inleiding

Sedert het begin van zijn bestaan benut de mens plantaardige en dierlijke biomassa voor zijn voeding, kleding, huisvestig en verwarming. Uiteraard zijn de produktietechnieken in de loop der eeuwen sterk geëvolueerd. Vroeger beperkte de mens zich tot het plukken en het jagen, nu beoefent hij intensieve landbouw in onze streken.Ook de gebruiksmethoden hebben een parallelle ontwikkeling gekend : het voedsel bv., dat onze voorouders rauw aten, wordt nu ingevroren en in aantrekkelijke, gesofistikeerde verpakkingen aangeboden. Wat echter het gebruik voor energiedoeleinden betreft, werd de aan de gang zijnde ontwikkeling - houtskool, houtdistillatie - gestuit door de opkomst van de fossiele brandstoffen. De benutting van biomassa bleef dus hoofdzakelijk gericht op de voeding en zij heeft zich ook - zij het in mindere mate - ontwikkeld in de scheikundige industrie, namelijk voor papier of als materiaal, voor hout.

Ingevolge de steeds duurder wordende energie en de dreigende schaarste wordt er nu opnieuw aandacht besteed aan biomassa als enige vernieuwbare koolstofbron, zowel voor de scheikunde als voor de energievoorziening.

---

1) Unité de Génie biologique, Université Catholique de Louvain
2) Seminarie voor Survey en ruimtelijke Planning, Rijksuniversiteit te Gent.
3) Faculté des Sciences Economiques et Sociales, Facultés universitaires N-D de la Paix, Namur.

In feite bestaan er twee hoofdcategorieën biomassa. Enerzijds is er de biomassa die door de landbouw als primaire plantaardige of dierlijke grondstof wordt geproduceerd en anderzijds de hele reeks sub-produkten die worden verkregen bij de verwerking van die primaire produkten, en naar gelang van het geval, bijprodukt, restprodukt, afvalprodukt enz.. worden genoemd.

Over welke biomassa beschikken wij nu in België ? In welke hoeveelheden en welk is de kwaliteit ? Kunnen die voorraden worden verhoogd en hoe kunnen zij worden benut ? Welke acties dienen ter zake gevoerd ? Om een antwoord te geven op die vragen werd een team "Biomassa" in het kader van het Nationaal R&D programma Afval en Secundaire grondstoffen belast met een studie van het probleem en met het uitstippelen van een beleid voor de ontwikkeling van biomassabenutting in België. Die studie werd hoofdzakelijk gericht op het energetisch gebruik van biomassa.

In deze uiteenzetting wordt eerst een beknopte inventaris gegeven van de in België aanwezige biomassa die in aanmerking komt voor energieproduktie. Daarna worden vier procédés voor de omzetting van biomassa tot energie belicht, met opgave van de stand der technologie, de rentabiliteit, de mogelijke toepassingen en de voorgestelde actielijnen. Afgezien van kompost, dat momenteel in een ander verband wordt behandeld (dhr.Vanacker), was het voor het team technisch onmogelijk om andere toepassingen te overwegen.

2. INVENTARIS VAN DE BIOMASSA

2.1. Organische afval en bijprodukten

In tabel I staat een overzicht van de bestaande hoeveelheden van afval in tonnen droge organische stof en van hun energiepotentieel uitgedrukt in t.p.e. (ton petroleumequivalent à 42 JG), zoals die voor 1979 zijn geraamd.

TABEL 1 : Biomassa : inventaris van de organische reststoffen van de landbouw en van de landbouwindustrie en van stadsafval in België voor 1979.

Biomassa	Droge organische stof 10^3 t	ton petroleum (bij 42 GJ) 10^3 tpe
Dierlijke mest		
Runderen (stalperiode)	1.460	292
Varkens	480	156
Pluimvee	150	58
Stro	1.500	510
Hout		
Afval in bossen	1.100	385
Schors	50	15
Zaagsel, schaafkrullen, ..	250	88
Landbouwindustrie		
Afvalwater	75	15
Stadsafval		
Vaste afval	1.180	420
Zuiveringsslib (1)	76	15
Slachthuisafval	13	3
	6.334	1.957

(1) een sterke stijging wordt verwacht.

Het opstellen van een inventaris voor organische afval was geen gemakkelijke taak aangezien een gedeelte daarvan reeds wordt benut of verwerkt en er geen georganiseerde ophaling bestaat. In dit bestek is derhalve geen rekening gehouden met organische afval en sub-produkten waarvoor er een regelmatige, lonende benutting bestaat. Zo worden o.m. de vaste restprodukten van landbouwindustrieën grotendeels tot veevoeder verwerkt en deze zijn dus niet in onze cijfers verwerkt. Rundermest is wel in aanmerking genomen maar dan alleen voor de stalperiode (6 maanden). Tenslotte werd geen rekening gehouden met de restprodukten van andere dan landbouwindustrieën noch met het hun afvalwater en zuiveringsslib omdat daarover binnen de gestelde termijn geen representatieve cijfers bijeengebracht konden worden. Met in achtneming van de aldus vermelde beperkingen, geven de cijfers in tabel I dus de totale hoeveelheden organische afval.

De energetische waarde van waterige reststoffen (mest, afvalwater, slib) stemt overeen met de waarde van het methaan dat via anaërobe gisting kan worden verkregen. Voor droge reststoffen gaat het om de onderste verbrandingswaarde.

Tenslotte dient vermeld dat de genoemde cijfers een verschillende socio-economische betekenis kunnen hebben, naar gelang van het type residu. Bepaalde residuën hebben nl. een negatieve waarde omdat zij gezuiverd moeten worden. Dat geldt o.m. voor afvalwater, varkensmest, stadsafval en slachthuisresten. Andere zijn neutraal omdat zij niet vervuilen maar ook niet benut worden, zoals de residuen bij de bosontginning, of omdat bij gebruik ervan het vervuilingseffekt wegvalt, zoals voor dierlijke mest.
Andere tenslotte hebben een positieve waarde omdat zij in verschillende circuits kunnen worden benut : dat geldt voor vaste reststoffen zoals stro en afval van de houtnijverheid.

Ook het seizoenaspect is belangrijk, vooral voor vochtige, moeilijk stockeerbare afval.Dit aspect is uiteraard afhankelijk van het ritme van de landbouwbedrijvigheid en heeft tot gevolg dat bepaalde investeringen in korte exploitatieperioden moeten worden kunnen afgeschreven, tenzij achtereenvolgens uit verschillende afvalsoorten kan geput worden.

Een nog belangrijker factor is de ruimtelijke spreiding van een aantal afvalstoffen,zoals mengmest,slibmest,stro en bosbouwresten en ook die van heel wat kleine fabrieken. Die verspreiding kan van doorslaggevend belang zijn, zowel voor de technische haalbaarheid van een procédé (minimum afmetingen) als voor de kosten. Kleine eenheden vergen nl. per capaciteitseenheid duidelijk hogere investeringen en werkingskosten. Anderzijds valt het transport, vooral van vloeibare afval, altijd duur uit, behalve misschien indien dat via een pijpleiding geschiedt.

Al die elementen bepalen in hoge mate de benuttingsmogelijkheden van de afvalstoffen.

Bovendien kunnen de ophaalkosten zeer hoog zijn. Het staat bv. vast dat het ophalen van de grote hoeveelheden afvalhout die in de bossen liggen grote moeilijkheden schept vooral vanwege de grote verspreiding ervan. Dat neemt evenwel niet weg dat er kan worden gezocht naar andere bosbouwtechnieken om dat afvalhout op grote schaal te kunnen benutten.

De totale hoeveelheid organische afval wordt geraamd op 6,3 miljoen ton, d.i. 2 miljoen t.p.e. of 4,3 % van de primaire energie die in België wordt verbruikt. Uiteraard betreft het een potentiële energiebron maar zij is wel aanzienlijk en het loont dus de moeite er nader op in te gaan. Bij de bespreking van de verschillende omzettingstechnieken worden produktiecijfers gegeven die rekening houden met een aantal beperkingen die in dit eerste overzicht niet vermeld worden.

2.2. Energy-crops

Een inventaris opstellen van de energy-crops in België is een onmogelijke opdracht om de eenvoudige reden dat die teelten niet bestaan. Hierna wordt dus alleen het energiepotentieel vermeld dat tot stand kan worden gebracht door een bepaalde oppervlakte landbouwgrond in België te besteden aan energieculturen van tweeërlei types.

Het eerste type bestaat in de alcoholproduktie (ethanol) uit bieten en graan. Dit ethanol zou dan gedeeltelijk als vervangingsprodukt voor benzine dienen, hetgeen een aantal voordelen oplevert. Op het eerste gezicht kan het nuttig lijken het betreffende areaal aan de traditionele landbouw te onttrekken. In feite konden de produkten van (vee)voeding en van energie goed geïntegreerd worden. Een dergelijk scenario wordt in hoofdstuk 4 nader omschreven.
Het volstaat met te vermelden dat het bebouwen van 60.000 ha, d.i. 4,1 % van de Belgische landbouwgrond, en de geïntegreerde gebruik van de gewassen kan leiden tot een jaarproduktie van 30.000 ton levend vee en 180.000 m^3 ethanol ter vervanging van 215.000 t.p.e. benzine, met een positieve handelsbalans.

Een tweede teelttype voor energieproduktie is de bosbouw met snelle rotatie. De biomassaproduktie van bepaalde boomsoorten kan, via selectie, zeer hoge waarden bereiken, en wel tot 25 t droge stof per ha en per jaar. Deze bomen worden na 2, 5 of maximaal 10 jaar geveld en de herbebossing zou spontaan geschieden door nieuwe scheuten. In ons land zijn er grote oppervlakten bos waarvan de opbrengst zeer gering is omwille van het ontbreken van een economisch beheer Die bossen zouden voor energetische teelt kunnen benut worden zonder de houtproduktie ten behoeve van de industrie te verminderen. Ondanks heel wat hinderpalen (verspreiding van de bossen, reliëf, investering) lijkt het wenselijk om die mogelijkheid te onderzoeken. De voortgebrachtte biomassa kan worden verbrand of tot gas wor-

den omgezet (5-7000 kJ x m^{-3}) via vergassing of pyrolyse. De ontginning van 30.000 ha, d.i. 5 % van het totale Belgische bosbestand, bij 15 t organische stof per jaar, zou circa 160.000 tpe opleveren.

Bij die energetische teelten rijst vanzelfsprekend het probleem van de bestemming van onze bodem : levensmiddelenvoorziening, grondstof-, bouwstof- of energieproduktie ? Men dient zich bewust te zijn van het bestaan van die keuze en daarbij mag niet uit het oog worden verloren dat ook onze landbouw energie nodig heeft.
Daarom moet elke oplossing die verschillende produkties combineert , bevorderd worden.

3. METHAANGISTING

3.1. Stand van de technologie

3.1.1. Beginsel

Methanisatie of anaërobe gisting, is een procédé waarbij een hele reeks organische stoffen, in suspensie of in oplossing, worden omgezet tot een gas rijk aan methaan. Dat proces is gebaseerd op het vermogen van bepaalde microörganismen om, zuurstof, de potentiële energie in de organische stoffen te benutten via een ingewikkelde reeks enzymreacties waarbij een gedeelte van die stoffen oxydeert totkoolstofdioxyde (CO_2) en een ander gedeelte tot methaan wordt omgevormd (CH_4). Bij die reacties komt niet alleen de nodige energie voor het overleven en voortplanten van die bacteriën vrij maar bovendien ook een gasmengsel dat 60 à 75 % methaan en 40 à 25 % koolstofdioxyde bevat.

Dit biologisch omzettingsproces omvat verschillende, opeenvolgende stappen waarin men inzicht moet hebben voor het ontwerp en de sturing van de reactors. Deze stappen worden elders beschreven. Samenvattend kan worden gesteld dat er in een eerste stap

hydrolyse van de grote moleculen plaatsvindt. Vervolgens zijn er twee verschillende wegen om de monomere moleculen om te zetten in vluchtige vetzuren. Tijdens de volgende stap wordt methaan gevormd.

3.1.2. Parameters

De werkingsvoorwaarden van een vergister worden gekenmerkt door de verblijftijd (θ), de temperatuur, het volume of de dagelijkse belasting, de inhoud aan droge stof en de bacterieconcentratie.

De verblijftijd (θ) bepaalt de fractie van de reaktor-inhoud die dagelijks wordt vernieuwd. Die duur wordt overigens in dagen uitgedrukt. De verblijftijd kan aanzienlijk schommelen naar gelang van het type reactor. Bij een volledige menging van de reaktorinhoud,moet hij langer zijn dan de gemiddelde tijd die de bacteriën nodig hebben om zich voort te planten, anders worden zij sneller afgevoerd dan zij zich vermenigvuldigen. De verblijftijd is minimum 10 à 15 dagen.
Wanneer de bacteriële biomassa of het geheel aan vaste stoffen langer dan de vloeistof wordt opgehouden, vervalt die voorwaarde en worden veel kortere vloeistofverblijftijden toegepast, nl. tot 6 uur. Vandaar dat de reactoren veel minder omvangrijk moeten zijn.

De optimale temperatuur situeert zich rond 35 of 55-60 °C. Bij 55-60° verloopt de produktie veel sneller doch er moet meer warmte worden toegevoegd om die temperatuur op peil te houden en de reactie is veel minder stabiel. In een goed geïsoleerde installatie waarbij de verblijftijd 15 dagen is, dient 90 % van de warmtebehoefte voor het opwarmen van het te vergisten materiaal, indien het een temperatuur van 10° C heeft.

Het gebruik van een warm substraat bevordert dus het rendement van de installatie.

De belasting in kg organische stof (m^3 vergister x aantal dagen) drukt de hoeveelheid organische stof uit die per dag wordt toegediend. Dat volume schommelt van 1 tot 10 kg organische stof (m^3.d.) maar bedraagt meestal 3 à 6 kg. Bruuske schommelingen moeten worden voorkomen. Samen met de verblijftijd van de vaste stoffen bepaalt de belasting de maximale concentratie van de vergistingsinhoud. In de praktijk bedraagt die meestal circa 10 % droge stof.

De bacteriënconcentratie is uiteraard van doorslaggevend belang. Zij is gedeeltelijk afhankelijk van de verblijftijd en vormt een van de hoofdfactoren die de kinetika van de transformatie bepalen. Het gehalte aan eigenlijke methaanopwekkende bacteriën kan worden gemeten door dosering van een specifiek coënzym, nl. de factor F 420.

3.1.3. Ontwerp van een methaangistingsinstallatie

Er bestaan allerlei ontwerpen, naar gelang van de te behandelen substraat, de omvang van de digester de hydraulische verblijftijd, de gewenste automatiseringsgraad, het gebruik van het gas en van het effluent. Vast staat dat er geen algemeen type digestor bestaat. De digesters moeten worden aangepast aan elk geval afzonderlijk. Toch sluit zulks niet uit dat een groot aantal onderdelen van de installaties gestandaardiseerd kunnen worden.

Naar gelang van de gewenste perfectiegraad, bestaat een installatie uit de volgende onderdelen of omvat zij een gedeelte daarvan :
- een stockage voor het nog niet behandelde produkt ; de geïsoleerde digester zelf, met of zonder menginstallatie ; het verwar-

mings- en regelingssysteem ; een stockage voor het effluent al dan niet uitgerust met een bezinkvat ; een gaszuiveringsapparaat met kolom voor het afvoeren van het H_2S en het doorborrelen van het CO_2 ; een gascompressor, een gastank of een gashouder die afzonderlijk of boven de digestor wordt geïnstalleerd ; pompen, leidingen en kleppen voor de voeding, de recyclage en de afvoer ; controle- en sturingsapparatuur voor de temperatuur, de pH, de voeding en de afvoer, een gasbrander, boiler of motor.

3.1.4. Het gebruik van het gas

Het gas kan op allerlei manieren worden gebruikt. Meestal wordt het gebruikt voor water- of ruimteverwarming. Het kan ook worden gebruikt als brandstof voor trekkers en andere motorvoertuigen en voor electroaggregaten. Een interessante oplossing lijkt de TOTEM-motor die electriciteit opwekt en warm water produceert met een globaal rendement van 90 %. Het warm water bij een temperatuur van 60-80° komt van de koeling van de motor, van de alternator en van de uitlaatgassen en kan gedeeltelijk worden benut om de temperatuur van de digester op peil te houden.

De gasopslag is een belangrijk probleem. De produktie van verscheidene dagen opslaan is een kostbare zaak. Daarom komt het erop aan, voor het gas een bestemming te vinden waarbij de vraag zo goed mogelijk overeenstemt met het "aanbod" van de installatie.

3.1.5. Het gebruik van residueel slib en de zuiveringsgraad

Het slib dat vrijkomt bij anaërobe vergisting bevat een mengsel van bacteriecellen en van stoffen die min of meer zijn afgebroken. Dat slib kan worden gebruikt als meststof of als grondverbeteraar. Bij de methaangisting blijven namelijk alle minerale elementen en de stikstof behouden,hoewel er toch een bepaalde hoeveelheid

amoniakstikstof verloren kan gaan bij het uitstrooien.
De kennis over het stikstofgedrag op het veld is echter nog zeer gering.

Er bestaat echter nog een tweede interessante toepassing, nl. als veevoeder. Proeven waarbij het slib of het vaste gedeelte ervan in veevoeder werd gemengd hebben bemoedigende resultaten opgeleverd.

Reactors waarbij gebruik wordt gemaakt van afvalwater, zoals die van het "upflow"-type, waarbij het bacterieslib wordt opgehouden, produceren zelf een te verwaarlozen hoeveelheid residu,hetgeen een aanzienlijk voordeel betekent.

Metingen betreffende de daling van de vervuilingscapaciteit wijzen op een vermindering van de totale droge stof met 10 à 45 %, van de COD en met 30 à 65 % en van de BOD met 80 à 85 %.
De zuiveringsgraad is afhankelijk van de waarden die worden gebruikt voor de parameters van het gistingsproces : naar mate de gasproduktie stijgt, neemt ook de zuivering toe.

3.1.6. Huidig belang van de methaangisting in de wereld.

Zo wat overal ter wereld zijn er anaërobe digesters in werking. In China zouden er 7 miljoen in bedrijf zijn en in Indië 70.000. Het betreft landelijke digesters met een capaciteit van respectievelijk 6-8 m^3 en 4-140 m^3. Hun produktie is betrekkelijk gering (0.15 - 0.45 m^3 gas per dag). Voorts bestaan er vooral mestdigesters en ook enkele installaties voor de gisting van industrieel afval. Op grond van recente cijfers kan het aantal full-scale digesters als volgt worden geraamd : er bestaan een 30 tal digesters met een capaciteit van 50 tot 300 m^3 die mest verwerken en een tiental die afvaloverschotten van de industrie verwerken. In dat getal zijn de digesters voor afvalslib van zuiveringsstations niet begrepen.

Deze zijn nl. meer gericht op het stabiliseren van het slib dan op methaanproduktie. Overal ter wereld werken een groot aantal pilootinstallaties (1-20 m^3) In België zijn er een tiental in bedrijf of in aanbouw. Er is ook een digester voor varkensmest op reële schaal in aanbouw.

3.2. Economische aspecten van de methaangisting

3.2.1. Economische evaluatie per toepassingsgebied

a) Zuiveringsslib.

De anaërobe-gisting van het slib doet het colloïdale karakter van de deeltjes in suspensie afnemen, vermindert de hoeveelheid afval met twee derden en geeft 10 à 15 m^3 methaan per kubieke meter slib (5% droge stof). Een aëroob-anaëroob zuiveringsstation kan zelfs volledig zelfstandig in zijn energie voorzien.

De kosten voor gisting kunnen worden geraamd op 40 F per m^3 slib. Volledige behandeling van het slib kost 70 F/m^3. Die kostprijs ligt lager dan die van de traditionele procédés. Indien al het slib van alle in België bestaande of geplande installaties werd behandeld, zou zulks $1{,}3.10^9$ MJ/jaar energie opleveren (± 31.000 tpe.).

b) Huisvuil

Er bestaan allerlei systemen die alle gericht zijn op energierecuperatie van huishoudafval. Die systemen zijn reeds operationeel of bevinden zich in het proefstadium. Het betreft o.m. verbrandingsovens met warmterecuperatie R.D.F. (refuse derived fuel) en pyrolyse. In de Verenigde Staten, Frankrijk, de Bondsrepubliek en Nederland, zijn er thans een aantal studies aan de gang om de concrete mogelijkheden inzake methaanproduktie te bestuderen, ofwel op de stortplaats zelf, ofwel in een digestor met de organische

fractie van het afval, eventueel gemengd met zuiveringsslib.

c) Afvalwater van de levensmiddelenindustrie van landbouwprodukten

Momenteel is de zuivering van zowel huishoudelijk als industrieel afvalwater hoofdzakelijk gebaseerd op aërobe procédés. Toch lijkt het interessanter om het afvalwater aan een anaëroob gistingproces te onderwerpen, gevolgd door een beperkte aërobe zuivering. Het is wenselijk dat dit water

- rijk is aan organische stoffen die snel gisten
- arm is aan stoffen in suspensie en aan toxische of remmende stoffen.

Een ton C.O.D. verbruikt 1000 kwh bij een aërobe behandeling terwijl een anaërobe behandeling 350 m^3 methaan oplevert.

Organisch afvalwater van de industrie kan in drie kategorieën worden gerangschikt, in rangorde van geschiktheid voor anaërobe behandeling :

1) afvalwater van de vlasroterijen, de zuivelindustrie, de enzymenproduktie en de conservenfabrieken
2) afvalwater van de gistbereiding, de wolnijverheid, enz.
3) afvalwater van de margarineindustrie en van de petrochemische bedrijven.

De globale kostenanalyse bevestigt de conclusie van Lettinga dat afvalwater van de eerste categorie beter volgens de anaërobe-aërobe methode dan volgens de aërobe techniek kan worden behandeld. In dit verband dient vermeld dat zulk afvalwater vaak zeer geschikt is om behandeld te worden omdat het warm is (er is geen energie nodig om de reactor te verwarmen) en omdat er digesters met retentie van de bacteriemassa en korte verblijftijd (6 à 24 uur) kunnen worden ingezet, zoals proefondervindelijk werd aangetoond met vinasse (zie § 3.1.2.).

d) Varkens- en rundermest

Verscheidene auteurs (HOBSON, 1978; POELMA, 1979), beweren dat digesters van meer dan 300 m^3 nu economisch rendabel zijn. Onze rentabiliteitsberekeningen bevestigen ruimschoots die stelling maar onder bepaalde voorwaarden zijn ook kleinere installaties rendabel. Toch dient te worden opgemerkt dat een aantal omstandigheden de rentabiliteit van een installatie in doorslaggevende mate bevorderen :

- bij een hoge concentratie van dieren kunnen grote digesters worden gebouwd zonder tevens een mesttransportsysteem te moeten installeren ;

- om de investering optimaal te benutten dient er het gehele jaar door een voldoende aanvoer van mest te zijn en moet vooral het gas onmiddellijk en op nagenoeg constant peil kunnen worden verbruikt. Indien deze laatste voorwaarde is vervuld kan worden afgezien van zeer dure voorzieningen voor de gasopslag ;

- de automatiseringsgraad en de bedrijfszekerheid van de digester beïnvloeden de werkingskosten in hoge mate (onderhoud en lonen) ;

- integratie in het systeem van één of meer aggregaten (gasmotor + alternator met totale energierecuperatie) maakt de omzetting mogelijk van
  - 30 % van de gaskalorieën in elektriciteit
  - 60 % van de kalorieën in warmte die aan het koelwater wordt afgegeven (70° C).

Het verlies bedraagt dus maar 10 %. Al het biogas kan door de motor worden benut. Een gedeelte van het koelwater wordt gebruikt om de digestor te verwarmen.

3.2.2. Gebruik van een financieel model.

Om de mogelijkheden van de methaangisting te kunnen evalueren, werd een financieel model opgesteld op basis van de volgende factoren :

- gasproduktie en -gebruik
- volledige kostenstructuur
- cash flows.

Datzelfde model heeft als basis gediend voor de raming van de methaangisting uit varkensmest, rundermest en slachthuisafval. Dit model is ook geschikt voor de bestudering van gedetailleerde projecten op andere toepassingsgebieden, o.m. in de levensmiddelenindustrie.

Om onze resultaten beter te situeren, herhalen wij enkele belangrijke gegevens en hypothesen :

- De investeringskost voor een digestor met een geraamde levensduur van 20 jaar (behalve de mechanische onderdelen die een levensduur van 7 jaar hebben) is vermeld in tabel 2.

Tabel 2. Investeringskosten voor digestors van 60 tot 250 m^3, exclusief opslag en gebruik van het gas.

Capaciteit in m^3	Prijs per m^3 (in BF)	Totale prijs (BF)
60 m^3	14.000	840.000
80 m^3	12.500	1.000.000
100 m^3	11.250	1.125.000
150 m^3	9.000	1.350.000
225 m^3	7.000	1.575.000
en meer		

- De investeringskosten voor een stockageëenheid : "compressor" + reservoir" schommelen tussen 270.000 en 480.000 BF. in functie van de grootte van de installatie.
- Een aggregaat "motor + alternator met totale recuperatie" met 15 kWh vermogen kost 220.000 BF.

- De jaarlijkse onderhoudskosten van de digester worden geraamd op 3 % van de investering, die van de compressor en van het aggregaat "motor + alternator" op 6 % (het olieverbruik van de motor wordt afzonderlijk gerekend).

- De loonkosten (exclusief onderhoud) worden berekend op basis van 0,5 à 1,5 uurloon per week (boerderij : 300 BF/uur ; slachthuis : 350 FB/uur).

- Het biogas wordt gevaloriseerd à 0,75 BF/1000 kcal en de elektriciteit à 2,9 F/kWh.

Het betreft dus ramingen voor toekomstige installaties waarvan de verkoopprijs en vooral de levensduur en de bedrijfslasten moeilijk kunnen berekend worden. Overigens hebben juist die onzekere basisgegevens ons ertoe genoopt geheel op parameters gebaseerde financiële modellen op te bouwen. Aan de hand van die modellen hebben wij tijdens de studie onze economische schattingen voortdurend kunnen aanpassen aan de nieuwe gegevens.

Deze modellen hebben vooral belang met het oog op de toekomstige ontwikkeling . Aan de hand daarvan kunnen de drempels worden bepaald waarboven methaangisting rendabel wordt, hetzij via particuliere financiering, hetzij met behulp van subsidies ter stimulering van de nationale energieproduktie of voor de bestrijding van de milieuhinder.

Hieronder geven wij een samenvatting van de resultaten van methaangisting uit varkensmest, rundermest en slachthuisafval.

a) Varkensmest

Een varken produceert 1,5 m^3 mest per jaar. De methaanproduktie wordt geraamd op 13 m^3 per m^3 mest bij een verblijftijd van 15 dagen.

Uit diverse casegevallen blijkt dat de economische rentabiliteitsdrempel (8 %) bereikt wordt voor een varkenshouderij met 2000 dieren, mits deze beschikt over twee aggregaten "motor + alternator met totale recuperatie" van 15 kWh elk. In dat geval moet er een digestor van 125 m^3 zijn. De totale investering bedraagt 1.835.000 BF. De economische rentabiliteit verbetert snel naar mate er meer varkens worden gehouden, mits de mengmest over geen te grote afstanden moet worden vervoerd (ca 2 à 3 km).

b) Rundermest

De hoeveelheid mest per rund/jaar kan op 20 m^3 worden geraamd. De methaanproduktie bedraagt 11 m^3 per m^3 mest bij een verblijftijd van 15 dagen.

Bij hoge runderconcentratie (250 stuks) is de rentabiliteit van een installatie waarschijnlijk verzekerd, ongeacht de voor het biogas gebruikte valorisatiemethode (brander, aggregaat "motor + alternator" of gemengd). Toch dient hierbij opgemerkt dat elektriciteitsopwekking de rentabiliteit aanzienlijk verbetert.

Wanneer er slechts 100 runderen zijn wordt de minimum rentabiliteitsdrempel (8 %) niet bereikt, behalve wanneer de gehele biogasproduktie via een aggregaat-motor-alternator kan gevaloriseerd worden.

c) Slachthuizen

Wij beperken ons hier tot enige conclusies van twee concrete studies :

- een middelgroot slachthuis(type-Charleroi) (12.650 runderen, 3.500 kalveren, 42.300 varkens per jaar).

- een groot slachthuis(type-Anderlecht) (39.300 runderen, 15.000 kalveren, 68.800 varkens per jaar).

Ter rechtvaardiging van een installatie in een middelgroot slachthuis (zoals in Charleroi) dient gewezen op het zuiverend effect dat voor minder dan 3 fr. per kg BOD wordt gevaloriseerd. Bij een degelijke integratie van een aggregaat "motor + alternator" is zulks echter niet meer nodig.

Voor een groot slachthuis (zoals dat van Anderlecht) is er geen enkel rentabiliteitsprobleem. Daar is een digestor van 225 m^3 nodig. De biogasproduktie zou ruim 150.000 m^3 per jaar waarvan slechts een gedeelte (minder dan 20 %) voor de verwarming van de installatie zou dienen. De installatie van aggregaten "motor + alternator" kan tot 280.000 kWh per jaar opleveren en ook nog circa 380 Gcal in de vorm van koelwater bij ruim 70°C produceren.

3.2.3. Besluiten

Met dit kort overzicht van enkele casegevallen hebben wij niet de bedoeling gehad de methaanproduktieinstallaties te klasseren in rendabele en niet-rendabele. Wij stellen alleen maar vast dat de rentabiliteit van kleinere installaties (minder dan 80 m^3) momenteel nog problematisch blijft vanwege de hogere aankoopkosten per m^3 digester en mede omdat de werkingskosten moeten verdeeld worden over een betrekkelijk geringe biogasproduktie. Zulke kleine instal-

laties kunnen echter geprefabriceerd en dus in hoge mate geïndustrialiseerd worden hetgeen de prijs kan drukken. Momenteel kan de eigenaar van een kleine installatie het rentabiliteitsprobleem echter ook geheel anders opvatten. Voor hem kan nl. vooral de bevoorradingszekerheid van brandstof van belang zijn en voor zichzelf behoeft hij ook geen 300 F uurloon mee te rekenen.

De opslag van biogas blijft een nijpend probleem en kan tot hoge extra investeringen nopen. Voor elk geval moeten dus de schommelingen in de tijd van de produktie en het verbruik van biogas ter dege bestudeerd worden.

Een aggregaat "motor-alternator met totale recuperatie" is van doorslaggevend belang voor de valorisatie van het biogas.
Met zo'n installatie kan de gehele biogasproduktie naar de motor worden geleid, aangezien een gedeelte van de recuperatiewarmte kan worden benut om de digestor te verwarmen.

3.3. Concrete perspektieven inzake gebruik van methaangisting

De methaangisting blijft nog beperkt tot de substraten in oplossing, in suspensie of met een hoog vochtgehalte. Daarom zijn mest, afvalwater, waterzuiveringsslib, slachthuisafval en een gedeelte van het stadsafval bijzonder geschikte substraten.

In tabel 3 staat een overzicht van de energie die in België kan gerecupereerd worden door anaërobe gisting, op grond van twee hypothesen .

Bij deze hypothese zou de geproduceerde hoeveelheid energie met methaangisting gelijk zijn aan 278.000 tpe. of 0,6 % van onze behoeften aan primaire energie of nog 2,9 % van ons totaal gasverbruik.

3.4. Voorgestelde acties op het gebied van de methaangisting

De start van de industriële methaangisting in België stuit op heel wat hinderpalen. Als voornaamste gelden daarbij de kostprijs van de digestor t.o.v. het geproduceerde gasvolume of van het volume gezuiverd substraat, de weerstand tegen een biologisch procédé dat nog onvoldoende bekend is en de twijfel aan de (onderschatte) mogelijkheden en ook een onzeker gebruik van het geproduceerde gas. De methaangisting maakt het evenwel mogelijk om de energie van een aanzienlijke hoeveelheid biomassa (zie § 3.3.) te recupereren en dus is het de moeite waard die techniek verder te ontwikkelen.

Daartoe worden de volgende actielijnen voorgesteld.

3.4.1. Verbetering van de conceptie en de vervaardiging van vergisters

Om tot een industriële produktie van kleine of middelgrote installaties (tot 250 m^3) te komen voor een prijs van minder dan 10.000 BF/m^3. Bovendien kan de initiële investeringskost moeilijk los worden gezien van de bedrijfskosten (gebruikskosten, onderhoudskosten, energieverbruik), aangezien bv. een meer betrouwbaar en beter geïsoleerde digester duurder is bij de aanschaf. Men dient dus onderdelen te ontwikkelen die, qua ontwerp, prijs en toepassingsmogelijkheden optimaal zijn.

3.4.2. Opvoering van de productiviteit per m^3 aan de digestor

Het procédé zelf moet verbeterd worden in functie van de verschillende gebruikte substraten. Men moet meer inzicht verwerven in de basisgegevens

van de verschillende stappen van het proces en deze beter controleren om de kinetica (m^3 gas/dag) en het omzettingsrendement (m3 gas/kg organische stof) op te voeren, waardoor de kostprijs van het geproduceerde gas en van de daarmee gepaard gaande zuivering kan worden gedrukt.

3.4.3. De valorisatie van het gas moet geoptimaliseerd worden op grond van de specifieke behoeften van de gebruiker en van de produktiemogelijkheden, om zodoende een maximaal energetisch en economisch rendement tot stand te brengen. Zulks omvat ook de opslagproblematiek en de technische en economische studie van de verschillende gebruiksmogelijkheden, speciaal aggregaat motor-alternator met totale energierecuperatie.

3.4.4. Installatie van piloot-digesters (1-20 m^3) of van installaties op reële schaal, in functie van de toepassingsgebieden die de meeste mogelijkheden bieden of waarvoor de vervuilingsproblemen het meest acuut zijn. Aan de hand van die installaties kan ervaring worden opgedaan inzake bouw, gebruik en werking van de installaties en hun toebehoren en kan de nodige know-how inzake het procédé worden verworven. Zij kunnen ook dienen ter ondersteuning en ter uitvoering van het onderzoek als bedoeld sub § 3.4.1. tot 3.4.3. en tevens technisch en economisch volwaardige demonstratieëenheden vormen. Om de industriële ontwikkeling van de methaanproduktie tot een goed einde te brengen moet alle amateuristisch gedoe worden uitgeschakeld en dient er een ernstige wetenschappelijke follow-up te zijn.

3.4.5. Er dient een steunbeleid te komen opdat de gemeenschap van de aldus ontwikkelde technische mogelijkheden kan profiteren. Zonder doeltreffende steun zal de aanloopfase erg traag verlopen omdat de investeringskost alleen in functie van het aantal geïnstalleerde eenheden kan worden gedrukt. Er dient een stimulans te worden geschapen d.m.v. een steunbeleid dat verantwoord is vanwege de deviezen die op

de aardolieïnvoer kunnen worden bespaard, de nieuwe arbeidsplaatsen die worden geschapen en het gunstige milieueffect van de afvalverwerking.

4. FERMENTATIE

4.1. Stand van de technologie

Fermentatie is een goed bekend procédé en wordt al eeuwenlang toegepast, vooral bij de produktie van alcoholische dranken.

Bij de alcoholfabricage wordt gebruik gemaakt van gist die de glucose van suikerhoudende of zetmeelhoudende basisprodukten ontbindt in twee moleculen ethanol, waarbij kooldioxyde vrijkomt.

De voortdurende stijging van de prijs van fossiele brandstoffen heeft weer interesse gewekt voor alcohol als brandstof. Daarom wordt er de laatste jaren weer druk onderzoekwerk verricht om de traditionele alcoholgistingsprocessen te vervolmaken en meer gesofistikeerde procédés ter verbetering van het produktierendement te ontwikkelen.
Op dat gebied betekent de ontwikkeling van een continu fermentatieproces een grote stap vooruit ten opzichte van de vroegere batchgistingsprocessen.

Dank zij de continu fermentatie kunnen de dode tijden nu sterk verminderd worden en in de laboratoria kan de fermentatie nu 60 dagen worden aangehouden zonder dat er schadelijke mutaties van de gist optreden.

In steeds meer landen wordt er momenteel gewerkt aan vaak zeer ruim opgezette projecten voor de produktie van ethanol als brandstof.

In dat verband kunnen Brazilië en de Verenigde Staten genoemd worden.

4.1.1. Brazilië. In Brazilië is er sedert einde 1975 een ruim nationaal programma aan de gang . Dat zgn. "PROALCOOL"-programma bevordert de produktie van alcohol uit suikerriet, maniok , sorghum of andere voor gisting vatbare stoffen.

Volgens de gegevens die verstrekt werden door het Braziliaans Alcoholinstituut, wordt er verwacht dat dat programma binnen afzienbare tijd leidt tot een jaarproduktie van ruim 3 miljard liter alcohol in een aantal stokerijen met een dagelijkse produktiecapaciteit van meer dan 20 miljoen liter, bij een mogelijke distilleringscampagne van circa 160 dagen.

Daartoe zullen er 145 nieuwe stokerijen worden gebouwd waarvan een veertigtal uiterlijk reeds tijdens de campagne 1980/81 zouden starten.

4.1.2. Verenigde Staten. In Amerika bestaat er veel belangstelling voor "Gasohol", d.i. een mengsel van 10 % ethanol en 90 % benzine. De regering stimuleert het gebruik ervan als motorbrandstof, via belastingsverminderingen.

Sedert 1978 is er in meer dan 600 benzinestations reeds gasohol verkrijgbaar. Twee derden van die stations bevinden zich in Iowa waar, naast de verlaging van de regeringsbelasting (4 cent per gallon), nog een extra belastingsvermindering van 6,5 cent/gallon wordt toegepast.

In Nebraska zijn er momenteel wegproeven over 2 miljoen mijl aan de gang om het gedrag van gasohol als motorbrandstof te onderzoeken.

4.1.3. Kritische punten van de fermentatie.

Tijdens het gistingsproces gelden voor de ethanolproduktie twee tegengestelde beperkende factoren :
- de alcoholconcentratie kan te hoog zijn en de gisting remmen
- de celmassa kan te laag zijn.

De verhoging van de suikerconcentratie in de gistende oplossing leidt nl. tot een daling van de specifieke ethanolopbrengst (gr ethanol x g^{-1} cellen x $uren^{-1}$), aangezien men een grotere hoeveelheid alcohol produceert die dan remmend werkt.

Een te lage suikerconcentratie leidt daarentegen tot een vermindering van de celmassa, hetgeen ook de alcoholproduktie remt.

Om beide factoren te compenseren en een optimale produktiviteit te bekomen, moet de fermentatie geschieden met suikerconcentraties van circa 10 % in de oplossing. Daartoe moeten tijdens de distillatie grote hoeveelheden water tot verdamping worden gebracht.

Bij continu fermentatie rijzen er overigens ook twee andere en nog meer specifieke problemen :

- de gistmutaties kunnen de gefermenteerde vloeistof een onaangename smaak en geur geven. Bij de produktie van industriële alcohol of van brandstof is dat echter een te verwaarlozen nadeel ;

- het fermentatiepercentage daalt bij een tekort aan zuurstof.

  Dat euvel kan worden verholpen door toevoeging van ergosterol, maar dat produkt is te duur om op grote schaal te kunnen worden gebruikt.

4.1.4. Subprodukten van de fermentatie

Circa 1/3 van de gist die vrijkomt bij fermentatie wordt opnieuw gebruikt bij de volgende batch. De overige twee derden moeten worden afgevoerd. Dit gistoverschot is rijk aan verteerbare proteïnen (50 % van de droge stof) en vormt dus een uitstekend veevoeder. Om gemakkelijk te kunnen worden verkocht moet dat restprodukt evenwel gedroogd worden tot circa 90 % droge stof.

Het gistingsafvalwater is rijk aan proteïnen en mineralen. Bij een concentratie van 60-70 % droge stof kan het als veevoeder of als kunstmest gevaloriseerd worden. Indien het vooraf aan een anaërobe gistingsbehandeling wordt onderworpen kan er bovendien methaan uit gewonnen worden, waardoor het energetisch rendement van de eigenlijke fermentatie kan worden opgevoerd.

Behalve die bijprodukten, blijft er uiteraard ook nog draf na de fermentatie van graan of bietenpulp na extractie van de fermentatiesuiker over.

4.2. Grondstoffen voor de fermentatie

Over het algemeen komen, in afnemende orde wat betreft het gemak inzake extractie, de volgende organische stoffen voor fermentatie in aanmerking : suikers, zetmeel en cellulosestoffen.

Suiker gaat rechtstreeks fermenteren en kan gemakkelijk aan de planten worden onttrokken via oplossing in water.

Ook zetmeel kan gemakkelijk langs waterige weg worden afgescheiden maar vóór de fermentatie dient er een bijkomende industriële behandeling plaats te vinden om het zetmeel tot suiker te hydrolyseren. Zulks kan

chemisch gebeuren met behulp van zuren, ofwel met enzymen. Cellulosestoffen zijn niet alleen in geringere hoeveelheden beschikbaar maar bovendien kan de suiker er moeilijker worden uitgehaald omdat eerst de houtwanden via een intense thermische en chemische behandeling moet worden vernietigd.

Als potentiële grondstoffen komen in België in aanmerking :

- suikers : suikerbieten, melasse en fruit
- zetmeel : aardappelen en graan : tarwe, rogge, gerst en haver
- cellulose : stro, hout en houtafval, oud papier, mest en eventueel een gedeelte van het huishoud- en industrieafval.

Per 100 kg gebruikte grondstof kunnen de volgende hoeveelheden alcohol van 100° industrieel bekomen worden in een efficiënte distillerie :

Grondstof	Suiker of zetmeel (% van de grondstof)	Alcohol 100° (l/100 kg grondstof)
- Vochtvrij suiker	100	62
Suikerbieten	15 à 16	9,3 à 9,9
Suikerbietmelasse	46 à 48	28,5 à 29,8
Appelen of peren	9 à 10	4,5 à 5,5
- Zuiver vochtvrij zetmeel	100	64
Aardappelen	18 à 20	11,5 à 12,5
Graan	55 à 63	35,2 à 40,3
- Vochtvrij stro	-	± 8,7
Vochtvrij hout	-	± 22

4.3. Energetische mogelijkheden en economische aspecten van de fermentatie.

Wij hebben het reeds gehad over de belangrijke projecten in Brazilië op het gebied van ethanolproduktie en het gebruik van ethanol als brandstof. Mede als gevolg daarvan is er sedert de energiecrisis veel meer belangstelling voor fermentatie van biomassa, als middel om vloeibare brandstof te produceren.

De Belgische situatie verschilt nogal van de Braziliaanse, vooral op de volgende punten :

- de beschikbaarheid van gronden ;

- het soort teelten. Rietsuiker levert bagasse op, een bijprodukt dat als brandstof door stokerij en wordt gebruikt. Bovendien is de bietenteelt seizoengebonden, hetgeen een optimale benutting van de investeringen bemoeilijkt.

Deze feiten mogen echter niet als argument dienen om af te zien van het ontwikkelen van een belangrijke nationale industrie op het gebied van de fermentatie van suikerbieten, melasse, graan, aardappelen en eventueel van oud papier, hout en stro. Om dit te realiseren rijzen er vooralsnog een aantal onopgeloste problemen, zolang geen precies en afdoend antwoord wordt gegeven op een aantal sleutelfaktoren die verband houden met de produktie en het gebruik van alcohol.
Hierna volgt een eerste lijst van die onbekende factoren :

- inzake het energieverbruik van de distillerie beschouwt men een waarde van 0,50 l fuel per geproduceerde liter ethanol als drempel voor grote produktie eenheden. Bij continue fermentatie ligt die drempel op 0,38 l fuel. Een belangrijk pluspunt is de aanwezigheid van agrarische bijprodukten (bagasse in Brazilië en bij ons eventueel stro) die als brandstof kunnen worden gebruikt.

- De distillerieën moeten groot genoeg zijn, hetgeen betekent dat de landbouwbedrijvigheid in de betrokken streken moet gewijzigd worden. Sommige landbouwmarkten kunnen daardoor grondig worden verstoord, bv. ingevolge de massale aankoop van bieten en de verkoop van grote hoeveelheden gist. Die marktonzekerheid kan ernstige gevolgen hebben, aangezien de grondstoffen 75 % van de produktiekosten vertegenwoordigen en de valorisatie van de bijprodukten circa 10 % van de omzet uitmaakt.

- De rentabiliteit van zo'n project is ook sterk afhankelijk van de verkoopprijs voor ethanol. Uiteraard is deze gekoppeld aan de benzineprijs (exclusief belastingen) maar het niveau ervan t.o.v. de benzineprijs hangt af van de weerslag die ethanol kan hebben op het verbruik van een motorvoertuig. Bij proeven zou gebleken zijn dat een mengsel van 90 % benzine en 10 % ethanol leidt tot ruim 5 % besparing. Indien zulks wordt bevestigd kan ethanol worden verkocht tegen een prijs die 50 % hoger ligt dan de benzineprijs. Het komt er dus in de eerste plaats op aan, precieze gegevens in te winnen over die verbruiksdaling, aangezien de weerslag hiervan van doorslaggevend belang is voor de potentiële ethanolverkoopprijs.

Ondanks al deze onzekere factoren, mag men niet uit het oog verliezen dat er een aantal onmiskenbare voordelen zijn :
- de opslag van vloeibare ethanol biedt geen enkele moeilijkheid ;
- de vinasse kan worden beschouwd als vervuilend maar met anaërobe gisting wordt vinasse een energiebron (methaan) ;
- indien het ethanol-benzinemengsel maximaal 15 % ethanol bevat, behoeven de bestaande motoren niet te worden omgebouwd ;
- de door auto's veroorzaakte milieuhinder daalt (geen lood meer) en de motorslijtage neemt af ;
- het betreft een vernieuwbare energiebron waarvoor er nationale grondstoffen bestaan.

Deze hulpbronnen worden momenteel voor andere doeleinden gebruikt, hetgeen de voordelen op het stuk van de betalingsbalans, de tewerkstelling, enz., dus enigszins drukt.

Om het probleem van de toepassing van deze technologie in België beter te omschrijven, gaan wij uit van de volgende twee benaderingen :

4.3.1. Grondige rentabiliteitsstudie voor een grote distillerie

Uit onze eerste berekeningen blijkt dat een distillerie die, bij een continu produktieproces, meer dan 100 miljoen liter ethanol per jaar produceert, in zuiver economisch opzicht rendabel is, mits het brandstofverbruik inderdaad met circa 5 % daalt en de ethanol dus 50 % duurder kan worden verkocht dan de benzine exclusief belasting. Die berekeningen gelden voor een fabriek die melasse en suikerbieten verwerkt.

4.3.2. Een grondige case-study, om de verschillende benuttingsmogelijkheden van een zelfde oppervlakte landbouwgrond (bv. 60.000 ha) onderling te kunnen vergelijken.

Wij denken hierbij aan een vergelijking tussen landbouwsystemen met een totaal verschillend oogmerk :

- vleesproduktie
- suiker- en vleesproduktie
- ethanolproduktie met benutting van de bijprodukten voor de vleesproduktie.

Op een oppervlakte van 60.000 ha met klassieke driejaarlijkse wisselbouw (suikerbieten - tarwe - tarwe) levert op jaarbasis onderstaande produktie op :

- 180 miljoen liter ethanol - d.i. nagenoeg 5 % van ons benzineverbruik.
- 30.000 ton ongeslacht rundsvlees.

Het gebruik van twee derden van het stro als brandstof, en de anaërobe gisting van vinasse en eventueel rundermest laat de distillerie toe volledig in haar energiebehoeften te voorzien. Er zou zelfs ruim voldoende gist zijn voor de voeding van het rundvee.

4.4. Actievoorstelling inzake fermentatie.

Hoewel alcoholfermentatie eeuwenoud is, kan daarin heel wat verbetering worden gebracht, o.m.

- hogere productiviteit van batch-fermenters
- ontwikkeling van continue fermentatie en onderzoek naar beter aangepaste giststammen
- verbetering van de energiebalans van de fermentatie : gistsoorten die beter weerstaan aan concentratie, betere benutting van de verschillende effecten met compressie van de damp, enz.

Bij de invoering van energy-crops in ons land komt meer kijken dan alleen het rentabiliteitsprobleem van een nieuwe distill.
Zo'n ombuiging kan nl. leiden tot grondige veranderingen in onze landbouwmarkten en zo de landbouw en de verwante levensmiddelenindustrie nadeel berokkenen. Daarom moeten die teelten in een nieuw landbouwbeleid worden ingepast, zowel op Belgisch als Europees niveau.
Er dienen nieuwe landbouwsystemen te worden ontworpen en deze moeten vergeleken worden met de huidige. Zulks kan in het kader van een duidelijk omschreven case-study als bedoeld sub § 4.3.2..

5. VERBRANDING

Opmerking vooraf

Hoewel verbranding zonder recuperatie op zichzelf reeds een vorm van biomassabehandeling is, vooral wanneer het om hinderlijk afval gaat, beschouwen wij dat proces vanuit een energetisch standpunt. Daarom bespreken wij dus alleen verbrandingsprocessen die gepaard gaan met een nuttige warmteproduktie.

5.1. Stand van de technologie

Afvalverbranding kan op allerlei niveaus, in installaties met uiteenlopende capaciteit :

5.1.1. Industriële stookketels

Industriële stookketels zijn bestemd om stoom en, indirekt, electriciteit op te wekken, hoofdzakelijk met vloeibare brandstof (extra zware stookolie). Er bestaan ook nog steenkoolketels, vooral in steenkoolrijke streken (Verenigde Staten). De overschakeling (of terugschakeling) naar een vervangende vaste brandstof - hout, stro - is mogelijk via een aantal technische aanpassingen die de kostprijs van de installatie slechts marginaal beïnvloeden.

Er bestaat een bijzonder type industriële stookketel, nl. huisvuilverbrandingsovens met warmterecuperatie die oorspronkelijk niet alleen voor energieopwekking waren bestemd maar vooral om het probleem van de afvalverwerking op te lossen. Het is denkbaar om in die ketels sommige bosbouw- of landbouwafvalstoffen te verbranden ...

Meer nog dan de noodzaak om vervangende brandstof te vinden, heeft de door huishoudafval veroorzaakte milieuhinder geleid tot de ontwikkeling van het RDSF-produktieprocédé (Refuse Derived Solid Fuel -

- van afval afgeleide vaste brandstof). Evenals andere afvalstoffen kan biomassa worden benut voor de produktie van afgeleide brandstoffen maar in het huidige stadium dienen vraagtekens geplaatst achter de valorisatiemogelijkheden van die brandstof. Het lijkt inderdaad dat bij het gebruik van die brandstoffen in de huidige stookketels nogal wat praktische problemen rijzen.

5.1.2. Kleinere industriële verbrandingsovens

Een bedrijf met relatief grote hoeveelheden afval waarvan het energetisch bestanddeel voor valorisatie in aanmerking kan komen, moet er aan denken die te valoriseren.Uiteraard moet de energieproduktie aan bepaalde bedrijfs- of verwarmingsbehoeften beantwoorden.

Voor die kategorie gebruikers bestaat er geen vast gamma ovens maar veeleer een reeks combinaties van toestellen, naar gelang van de soorten afval die verwerkt moeten worden. Elk bedrijf (bv. een supermarkt) wordt door de ovenbouwers als een afzonderlijk geval behandeld en voor het afvalverbrandingsprobleem wordt telkens een specifieke oplossing ontwikkeld (verbrandingsovens "op maat").

5.1.3. Verbrandingsovens voor boerderijen

De toepassing van stro als brandstof verbreidt zich in een aantal landen, o.m. in Denemarken, waar vroeger grote hoeveelheden stro op het veld zelf werden verbrand. Nu wordt dat stro in stro-ovens verbrand om er energie uit op te wekken. De best geïntegreerde apparaten kunnen worden ingezet voor huisverwarming. Zij bestaan uit :

- een niet vervuilende stookketel (geen zwavelrook) met hoog rendement (90 %)
- een handbediend voedingssysteem (voor een kleine woning moet die ketel twee maal per dag worden gevuld) of een automatisch voedingssysteem vanaf een bepaalde capaciteit (15.000 KC/H). Het onderhoud

bestaat in 1 à 2 schoonmaakbeurten per week en behoeft niet door een specialist te worden uitgevoerd.

5.1.4. Verbrandingsovens voor particulieren

Ingevolge de voorschriften tegen luchtvervuiling die toepasselijk zijn op nieuwe installaties en bij verbouwing van bestaande installaties, is de energiebronkeuze van de particulieren beperkt. Om schoorsteenvervuiling en brandrisico's tegen te gaan is het met name af te raden om in één zelfde stookketel verschillende soorten brandstof te stoken. Voor elke stookketel moet de particulier kiezen hetzij voor een vloeibare, hetzij voor een vaste brandstof.

In tegenstelling tot hetgeen in reklameadvertenties wordt beweerd, volstaat het niet om met "een paar onbetekenende aanpassingen" in een stookketel verschillende soorten brandstof te kunnen stoken.

Mede ingevolge de prijsstijging van vloeibare brandstof en het schaarsterisico, besteedt men weer aandacht aan gemengde stookketels die bestaan uit :

- een olie- of aardgasstookketel
- een houtstookketel.

Het is niet uitgesloten dat zulke installaties minder aantrekkelijk zullen worden gemaakt via wettelijke bepalingen waarbij voor elk van die beide stookketels een afzonderlijk veiligheidssysteem en een afzonderlijke schoorsteenpijp verplicht worden gesteld.

Mits men bepaalde veiligheidsnormen eerbiedigt, bestaat steeds de mogelijkheid om een aanvullend houtverwarmingssysteem te installeren, bv. een houtkachel of een open haard met warmterecuperatie. Opmerking : de verleiding is groot om, ingeval van brandstofschaarste,

allerlei afval te verbranden in een kachel die ontworpen is als hout- of steenkoolkachel. Niet alleen kan men daardoor de kachel zelf beschadigen maar bovendien dient gewezen op de vervuiling die ontstaat wanneer bv. plastic wordt verbrand.

5.2. Mogelijkheden en rentabiliteit

5.2.1. Industriële stookketels

Het gebruik van biomassa zoals hout in een industriële stookketel veronderstelt niet alleen dat men over grote hoeveelheden hout beschikt maar ook dat die brandstof zich dicht bij de plaats bevindt waar de energie nodig is.

Twee opmerkingen in dat verband, voor wat België betreft :

- het bosbouwbeheer wordt niet - voor het ogenblik en prioritair - gericht op de energieproduktie.
- de energiebehoeften bevinden zich niet op dezelfde plaats als de bossen. Indien men hout op grote schaal als brandstof wil gaan gebruiken, moet het dus eerst over verre afstanden worden vervoerd, hetgeen betrekkelijk hoge kosten met zich brengt.

Tenzij het bosbouwbeleid wordt omgebogen en de ophaal- en transportvoorwaarden worden verbeterd om zo de kosten te drukken, lijken de mogelijkheden vrij beperkt.

Het gebruik van biomassa in huisvuilverbranders of RDSF-fabrieken is alleen incidentieel en seizoenmatig mogelijk. Indien die installaties beneden hun capaciteit werken, moet worden gedacht aan toevoeging van bijprodukten van de bosbouw (hout) of van de landbouw (stro). Die zuiver marginale operatie kan zowel uit economisch oogpunt als uit dat van de energieproduktie interessant blijken indien rekening wordt gehouden met de kostenstructuur (geringe variabele kosten, naast zeer

hoge vaste kosten). In geval van netto winst, zou de gebruikte biomassa, vóór verbranding of vóór levering aan de fabriek, een waarde verkrijgen waarmee met name de ophaal- en transportkosten kunnen worden gedekt.

5.2.2. Kleinere industriële verbrandingsovens

Het is niet de bedoeling om voor de betrokken gebruikers na te gaan of verbranding al dan niet rendabel is. Elk bedrijf vormt nl. een geval apart dat in zijn geografisch en economisch verband moet worden beschouwd. Ter zake stellen zich dus geen algemene maar wel specifieke problemen : een bepaalde houtzagerij kan voordeel hebben bij het verbranden van schors om warmte te recupereren en een supermarkt kan het interessant vinden zijn afval te verbranden.

Wij beschouwen het geval van een houtzagerij die overweegt om schors te verbranden in een verbrandingsoven met een capaciteit van 1 ton schors per uur. De oven heeft een energetisch rendement van 70 %. De eerste investering bedraagt circa 7.000.000 BF en wordt over 10 jaar afgeschreven. In de veronderstelling dat de houtzagerij de geproduceerde warmte geheel benut en dat de energieprijs nog gedurende 10 jaar met 7,5 % per jaar zal stijgen, bedraagt de geactualiseerde waarde van de schors vóór verbranding gemiddeld circa 500 BF ton. Indien het saldo, na aftrek van de afval van de voedings- en van de onderhoudskosten, de verkoopprijs van de schors (zo die al bestaat) overtreft, heeft de zagerij er alle belang bij om de schors te benutten voor energieopwekking.

Wij beschouwen nu het geval van een fabriek waar het hout een eerste bewerking ondergaat. Het zaagsel en de schaafkrullen kunnen worden doorverkocht aan een spaander- of vezelplaatfabriek of worden verbrand voor warmterecuperatie. Wij veronderstellen dat de hoeveelheden afval en de economische kenmerken van de verbrandingsoven identiek

zijn aan die van het eerste geval. De geactualiseerde waarde van zaagsel en schaafkrullen bedraagt gemiddeld circa 1.150 BF per ton vóór verbranding. Bij verkoop hebben die bijprodukten momenteel een waarde van circa 500 F/ton (1).

De verwachtingen inzake de ontwikkeling van de prijs van zaagsel en schaafkrullen zijn dus bepalend voor de beslissing of de bijprodukten zullen worden doorverkocht dan wel verbrand voor warmteopwekking. De sleutelelementen voor de beslissing zijn dus de alternatieve gebruiksmogelijkheden van de bijprodukten enerzijds en de ontwikkeling van de energieprijs anderzijds.

5.2.3. Verbrandingsovens voor boerderijen

Stro-ovens lijken een economisch haalbare oplossing in landen waar veel stro beschikbaar is. De Belgische situatie is nogal verschillend voor wat de beschikbaarheid van stro betreft. Gesteld dat er genoeg stro zou zijn en dat er op de markt stro-ovens met gelijk rendement en tegen dezelfde prijs als oliestookketels kunnen worden gekocht, dan zou de waarde in stookolie-equivalent van één ton stro vóór verbranding in 1979 circa 3.000 F bedragen bij de huidige energieprijs. Voor zover wij weten, bestaan er op de Belgische markt geen typische stro-ovens. Het is mogelijk dat bepaalde stookketels voor vaste brandstof ook aangepast kunnen worden voor stroverbranding.

5.2.4. Stookketels voor particulieren

De keuze van een installatie hangt af van de beschikbaarheid (groeiende onzekerheid inzake de voorziening van vloeibare grandstof) en de prijs van de verschillende brandstofsoorten en voorts van het rendement en de prijs van de stookketels die op de markt zijn.

---

(1) 500 BF/t af Ardennen, d.i. 1.200-1.500 BF/T franco Kortrijk.

Tabel 4. Brandstofprijzen

Brandstof	Eenheidsprijs (BF)	L.V.W. Mcal	Prijs/ 1000 cal	Rendement apparaten	Prijs/1000 Kcal van de bruikbare waarde
Hout (T) (20 % vocht)	2.700 (1)	3.400	0.79	60 % (3) 70 % (4)	1.32 1.13
Steenkool (T)	6.000 (1)	7.000	0.86	70 %	1.22
Stookolie (T)	7.900 (1)	8.550	0.92	80 %	1.15
Aardgas (Nm3)	6,24 (2)	7.600	0.82	80 %	1.03
Electriciteit (kWh)	3,36 (2)	0,900	3.73	100 %	3.73

(1) Gemiddelde prijs in september '79
(2) Berekend gemiddelde
(3) Open haard met warmterecuperatie
(4) Houtkachel

Op grond van deze tabel zal de particulier kiezen voor aardgas of stookolie als basisbrandstof omdat deze energiebronnen betrekkelijk goedkoop zijn t.o.v. vaste brandstoffen (behalve hout dat in een kachel met hoog rendement wordt verbrand) en bovendien veel meer gemak bieden bij de stockage en de toevoer aan de stookketel.
Het is niet alleen een kwestie van aankoop van brandstof en van rendement van de stookketel. Men dient nl. ook rekening te houden met de

prijs van de verwarmingsinstallatie. De alternatieven zijn verschillend naargelang het gaat om een nieuwe installatie of alleen maar om de vervanging van de stookketel.

Indien er voor gemengde stookketels geen reglementerende beperkingen komen, kan dit type stookketel een interessant alternatief zijn voor wie aan vervanging van zijn stookketel toe is.

Die oplossing verenigt nl. een groot aantal voordelen : stockage en toevoerfaciliteiten van stookolie of aardgas, gebruik van een goedkope vaste brandstof (hout) en bevoorradingszekerheid in geval van olieschaarste. Zo'n stookketel van 45.000 Kcal kost circa 60.000 BF (zonder de brander) + B.T.W. + plaatsingskosten. Er wordt 10 jaar waarborg geboden.

Wie reeds over een verwarmingsinstallatie beschikt, kan alleen denken aan de plaatsing van een bijkomend verwarmingssysteem, nl. een houtkachel of een open haard met warmterecuperatie. Dat lijkt slechts interessant in geval van schaarste of wanneer men hout kan kopen tegen een gunstiger prijs. Wij veronderstellen dat men 1.500 l stookolie wil besparen en dat de stookolieprijs elk jaar met 7,5 % stijgt. Die stookolie wil men vervangen door een overeenkomstige hoeveelheid hout (d.i. 4 ton). Daartoe wordt een houtkachel geïnstalleerd die ongeveer 15.000 F kost. De levensduur van zo'n kachel is 10 jaar en het onderhoud kan door de eigenaar zelf worden gedaan (de jaarlijkse kosten worden geraamd op 500 F). Die operatie is negatief in economisch opzicht indien het hout 2.700 F per ton kost. Zij wordt interessant wanneer het hout 2.500 F/t of minder kost.

5.3. Sleutelfactoren en mogelijke acties

Biomassaverbranding met warmterecuperatie ondergaat de mededinging van andere procédés voor omzetting van de bijprodukten en van andere brandstoffen. Als negatieve factoren dienen de volgende te worden vermeld :

- vóór verbranding : ophaal-, vervoer-, opslag- en konditioneringskosten (droging en aanmaak tot houtblokken of balen)
- bij de verbranding : de stookketel moet vaak met de hand worden opgeladen en zulks wordt als een ongemak beschouwd
- na verbranding : er bestaan aanzienlijke vervuilingsrisico's, naar gelang van het brandstof en stookketeltype.

Ruimer toepassing van dit omzettingsprocédé kan dus als volgt worden aangemoedigd :

- de kosten voor ophaal en vervoer, die de waarde van de biomassa vóór verbranding bepalen, moeten worden gedrukt via technische aanpassingen ;
- voor stookketels met vaste brandstof dienen automatische laadsystemen te worden ontwikkeld ;
- er moeten rendementsnormen worden toegepast op gemengde stookketels, houtkachels en open haarden ;
- er moeten algemene informatiecampagnes worden gevoerd over de vervuilings- en brandgevaren en er moet voorlichting gegeven worden over de wettelijke normen ter zake.

Bij de huidige technische en economische omstandigheden mag het belang van biomassaverbranding niet onderschat worden. Wij hebben gezien dat, op industriële schaal, die behandeling alleen marginale hoeveelheden betreft en er meer sprake is van specifieke dan van algemene gevallen. De mogelijkheden zijn het grootst op het niveau van de gezinnen die zich bij hun toekomstige keuze zullen laten leiden door de stijging van de energieprijs en door de vrees voor een mogelijke olieschaarste.

6. VERGASSING EN PYROLYSE

6.1. Stand van de technologie

Direkte biomassaverbranding levert warmte, stoom en/of elektriciteit op, met een hoog rendement. Die conversietechniek zal dan ook de meest economische blijven.

Toch is daar ook een groot nadeel aan verbonden. Die energie kan nl. niet worden opgeslagen en is weinig soepel in het gebruik. Daarom richt het onderzoek zich naar conversieprocédés met produktie van secundaire vloeibare of gasvormige brandstoffen die gemakkelijk kunnen vervoerd worden en waarvan ook de toepassing gemakkelijker en meer gevarieerd is dan voor primaire biomassa.

De petrochemische processen zijn geschikt voor de omvorming van biomassa met gering vochtgehalte, zoals hout, stro en vaste stadsafval. Hierna wordt nader ingegaan op vergassing en ook op pyrolyse.

6.1.1. Pyrolyse is het proces waarbij organische stoffen langs fysisch-chemische weg worden ontbonden onder invloed van warmte, zonder zuurstof of andere reactiegassen. Naar gelang van de reactievoorwaarden en vooral van de temperatuur, wordt daarbij een variabele proportie steenkool, pyroligneus teer en een hoofdzakelijk uit waterstof, methaan, koolmonoxyde en kooldioxyde bestaand gas verkregen. De aldus verkregen produkten kunnen worden gebruikt in de chemische industrie of als brandstof.

6.1.2. Vergassing gebruikt bij voorkeur een vooraf gedroogde organische stof. Die stof wordt thermisch ontbonden en daarna volledig vergast met behulp van geïnjecteerd gas, meestal lucht, maar soms ook zuurstof of waterstof. De reactie is exothermisch en maakt het mogelijk de gewenste temperatuur aan te houden (700 à 1600° C).

Pyrolyse en vergassing worden vaak met elkaar verward omdat sommige vergassingsprocédés bestaan in een verlengd pyrolyseproces via oxydatie van de houtskool en cracking van gassen en pyro-ligneus materiaal.

Bij totale vergassing wordt er dus alleen maar gas geproduceerd waarvan de samenstelling sterk afhankelijk is van de oxydatiegraad (luchtinslag) en van de temperatuur. Bij de meest eenvoudige oplossing wordt er lucht toegevoerd maar dat biedt het grote nadeel dat het geproduceerd gas slechts een gering kalorisch vermogen heeft (Low BTU-gas) ($\pm$ 4500 kJ/m^3). Dat gas bevat veel stikstof en kooldioxyde, waardoor elke mogelijkheid tot zuivering en transport uitgesloten is en het gas dus ter plekke als brandstof moet gebruikt worden.

Wanneer de lucht door zuurstof wordt vervangen kan het kalorisch vermogen van het gas worden verhoogd en het stikstofbestanddeel worden verkleind, waardoor het geschikt wordt voor synthesegebruik. De produktie van zuurstof is echter duur en beperkt de praktische toepassingsmogelijkheden.

Momenteel oriënteert men zich naar vergassingssystemen met katalyse

6.1.3. Concrete verwezenlijkingen

Over heel de wereld bestaan er verschillende pyrolyse/vergassingsprocédés van biomassa en er zijn er in ontwikkeling zowel op laboratoriumschaal of reeds in commerciële toepassingen.

Als grondstof worden hoofdzakelijk hout, huishoudafval, stro en verschillende soorten droge landbouwresiduen gebruikt.

Een van die procédés, nl. de eigenlijke gasgenerator, werd in feite ontwikkeld vanuit bekende procédés voor steenkoolvergassing.

Er bestaan zeer uiteenlopende types gasgeneratoren : horizontale, vertikale, draaiende of met gefluïdiseerd bed. Bovendien kan elk van die ovens bij verschillende temperaturen werken en met direkte of indirekte warmtewisselaars dank zij de indeling in vakken en de reacties in twee duidelijk gescheiden fasen.

De grote chemische en petroleumbedrijven verrichten onderzoek naar de toepassing van industriële vergassing, maar momenteel zijn er nog niet genoeg elementen bekend om uit te maken of de installatie van een ander procédé rendabel kan zijn.

Op basis van theoretische financiële ramingen kan evenwel worden gesteld dat grote vergassingseenheden energie kunnen opwekken tegen zeer competitieve prijzen. Gezien de benodigde hoeveelheid grondstof, zijn zulke procédés momenteel nog niet vatbaar voor toepassing in België.

In feite zijn de enige werkelijke concrete en operationele verwezenlijkingen nog steeds kleine elektro-gasgeneratoren die op houtskool, droog hout of eventueel noteschelpen werken en waarvan het rendement inzake energetische conversie in elektriciteit 15 à 20 % bedraagt. Zulke systemen zijn in bedrijf in Afrika en in sommige streken die ver verwijderd zijn van de klassieke energievoorzieningsnetten.

Sedert de enrgiecrisis zijn een aantal bedrijven volop op technisch vlak aan de slag gegaan. Sommige kunnen nu (vertikale) elektroaggregaten met houtskool leveren waarvan het vermogen van 20 tot 500-600 KW gaat. De dieselmotor van die installaties is meestal van het

Dual-type, d.w.z. dat hij werkt op een mengsel van 10 % gasolie en 90 % arm gas dat door de gasgenerator wordt geproduceerd.

Het vochtgehalte van de biomassa is zeer belangrijk en mag maximaal 12 % bedragen.

De theoretische energiebalans geeft het volgende beeld te zien :

1 kg vochtig hout	14.600 kJ	100 %
↓	↓	
Vergassing : rendement 75 %	10.970 kJ	75 %
↓	↓	
Zuivering		
↓	↓	
2 m^3 gas bij 4.765 kJ/m^3	9.530 kJ	65 %
+ 10 % gasolie	+ 940 kJ	
↓	↓	
Dual-dieselmotor	10.470 kJ	
↓	↓	
0,73 kWh	2.620 kJ	16 %

In de praktijk zal het rendement wel een stuk lager liggen want voor 1 kWh moet er 0,5 à 0,8 kg houtskool of 2 à 3,5 hout met een vochtgehalte van 15 % worden verstookt terwijl het theoretisch rendement 1 kWh/1,35 kg hout bedraagt.

Met het opgewekte gas kan een eletroaggregaat of een motor worden aangedreven maar het kan ook verstookt worden in een klassieke stookketel mits er een brander wordt geïnstalleerd.

Er bestaat o.m. een gasgenerator voor een voertuig van het "Unimog"-type. Met 20 kg houtskool kan in één uur tijd, 100 km worden afgelegd. Voor kleinere gasgeneratoren wordt het gebruik aanbevolen van houtskool die in grotere pyrolyse-eenheden wordt geproduceerd.

Houtskool is homogener dan hout en heeft een hogere warmteinhoud waardoor het rendement en de autonomie van de gasgenerator stijgt en ook de behandeling vergemakkelijkt wordt.

6.2. Economische aspecten van gasgeneratoren

Het in gasgeneratoren geproduceerd gas wordt meestal ingezet voor de voeding van een elektro-aggregaat. Uit de analyse van de kostenstructuur van zo'n systeem blijkt de weerslag van de doorgedreven integratie van ons industrieel bestel. Enerzijds hebben de droge residuën een waarde : in België zijn er geen grote hoeveelheden vaste residuën die gratis verkrijgbaar zijn (1). Anderzijds is ons elektriciteitsdistributieapparaat perfekt georganiseerd en wordt de stroom tegen zeer interessante prijzen geleverd. In ons land is het dus niet doenbaar om met gasgeneratoren elektriciteit tegen competitieve prijzen op te wekken.

In ontwikkelingslanden bestaan er echter wel onbenutte afvalstoffen en is het elektriciteitsnet veel minder uitgebouwd. Die landen vormen dus een uitgebreid afzetgebied voor elektrogasgeneratoren.

---

(1) Zij worden nl. gevaloriseerd door de industrie voor de produktie van vezelplaten en dergelijke.

6.3. Concrete gebruiksperspectieven van de thermochemische procédés

Qua gebruik van biomassa, zijn vergassing en verbranding concurerende technieken : beide benutten hout, stro en stadsafval. Vergassing kan interessanter zijn dan verbranding in de mate dat het geproduceerde gas kan worden gebruikt zonder grondige aanpassing van de bestaande installaties, onder meer in stookketels.

Als beschikbare grondstoffen kunnen stro, afval van de houtbewerking en de bosbouw en de produkten van de energy-crops worden genoemd.

De bruto jaarlijkse stroproduktie bedraagt 1.500.000 ton maar de beschikbare hoeveelheid hangt af van de prijs. Ten minste 150.000 ton wordt hoe dan ook niet benut en is dus zonder meer beschikbaar. De producenten verbruiken zelf een bepaalde hoeveelheid en het saldo wordt tegen sterk schommelende prijzen verkocht. Die prijs hangt vooral af van de veevoedermarkt en liep in 1976 op van 0,7 tot 2,60 Bf/Kg.Gemiddeld bedraagt de prijs circa 1 Bf/kg aan producent in akkerbouwgebieden. Bij die prijs kan aan energieproduktie worden gedacht op basis van 300.000 t of 100.000 tpe,maar daarbij mag niet uit het oog worden verloren dat de bevoorrading onzeker is omdat zij afhangt van de marktevolutie.

De benutting van de afval van de houtbewerking is denkbaar in zoverre dat daarbij de bedrijven die die afval als grondstof gebruiken, o.m. vezelplaat- en papierpulpfabrieken, geen moeilijkheden mogen krijgen. Toch staat het vast dat er momenteel nogal wat afval nodeloos wordt weggegooid of verbrand en dat er op dat stuk iets moet gedaan worden.

Het gebruik van bosbouwafval hangt af van de technische en economische mogelijkheden om die produkten op te halen. Op dat stuk is er onmiskenbaar behoefte aan een nadere studie. Men mag nl. niet vergeten dat het een potentieel van 385.000 tpe betreft, waarbij dan nog geen

rekening is gehouden met het kleine snoeihout van naaldbossen. Het hout afkomstig van de eerste uitdunning is nl. moeilijk valoriseerbaar en het gebruik ervan voor energieopwekking zou daarvoor een uitkomst zijn. Naar verwachting zullen binnen 15 jaar 3.500 ha naaldbossen per jaar voor uitdunning in aanmerking komen. Dat betekent 100.000 ton droge stof of 35.000 tpe per jaar.

Momenteel wordt er gewerkt aan een programma voor het gebruik van schors in de cementindustrie. Dat programma heeft betrekking opeen groot deel van de beschikbare schors, d.i. 50.000 t of 15 t.p.e.

6.3.1. Houtproduktie voor energiedoeleinden

In het kader van deze opdracht werd geen studie gemaakt van de mogelijkheden die worden geboden door de bosbouw met snelle wisselgroei voor de produktie van "energetische" biomassa. Het moge volstaan met eraan te herinneren dat het volkomen mogelijk is om jaarlijks 15 t droge stof per ha te produceren. In verschillende landen (Ierland, Canada, de Verenigde Staten, Zweden) zijn groots opgezette studies aan de gang en België zou kunnen profiteren van die resultaten in het kader van internationale samenwerkinsakkoorden (E.E.G., Internationaal Energiebureau). Voor België kent men echter de socio-economische en energetische voorwaarden van dat soort bosbouw niet.

Wel weten wij dat 30.000 ha bij snelle rotatie 450.000 ton hout ofwel 160.000 t.p.e. kunnen opleveren.

6.3.2. Andere conversietechnieken, zoals vloeibaarmaking worden in deze studie niet beschouwd. Daarbij moet worden aangetekend dat opnieuw meer belangstelling bestaat voor de produktie van substitutieprodukten voor de petrochemische nijverheid.

6.4. Actievoorstellen inzake pyrolyse en vergassing.

De ontwikkeling van deze procédés wordt op Europees vlak aangemoedigd en, gezien de ervaring die verworven werd, is er op dat stuk voor België een taak weggelegd.

Twee belangrijke thema's verdienen o.i de aandacht : gaszuivering met het oog op methanolsynthese en ontwikkeling van systemen voor de toepassing van gas, bv. voor verwarming.

Methanolsysnthese op basis van "synthesegas" is geen probleem meer, maar het procédé is te gevoelig voor onzuiverheden in het gas van de gasgenerator. De ontwikkeling van een goedkope zuiveringstechniek zou de weg effenen voor de produktie van een vloeibare brandstof, waarbij tevens rekening zou worden gehouden met capaciteitsbelemmeringen die verbonden zijn aan het syntheseprocédé.

Elektriciteitsopwekking is voor ons niet interessant. Direkte benutting daarentegen, in stookketels bv., kan wel interessant worden. Het zou nuttig zijn er de voorwaarden van te bepalen en de nodige technische elementen te ontwikkelen. Voorts biedt de gelijktijdige produktie van elektriciteit en warm water in een motoralternator met totale energierecuperatie zeer interessante vooruitzichten. De aanpassing van zo'n motor aan generatorgas moet aangemoedigd worden.

7. ALGEMENE CONCLUSIES

Na dit overzicht van de perspektieven voor de produktie en het gebruik van biomassa moet de volgende conclusie worden getrokken : biomassa is geen mirakelremedie voor onze energiebeslommeringen en alleen daarmee zullen de petroleumbehoeften van de gemiddelde Belg zeker niet gedekt kunnen worden.

Dat blijkt uit tabel 5 met de geraamde tpe - potentieel van de energieproduktie op basis van biomassa in België.

Tabel 5. Potentiële energieproduktie op basis van biomassa in België.

Afval (basis 1979)	ton petroleum equivalent 10^3 tpe
Afvalwater of vochtige afval, behandeld via methaangisting (tabel 2) (1)	278
Stro (1)	100
Hout : exploitatieafval en eerste uitdunningen (2)	105
schors (1)	15
zaagsel, schaafkrullen (2)	22
Vaste stadafval (3)	119
	639
Energieculturen	
60.000 ha bieten-tarwe (1) (+ vlees)	140 - 210 (4)
30.000 ha bos met snelle wisselgroei (1)	160
	300 - 370

(1) Zie tekst
(2) 20 % van het eigen potentieel.
(3) 8 % wordt reeds verbrand met energierekuperatie of is in projekt en 20 % bijkomende inspanningen worden verondersteld.
(4) 140.103 tpe bij een vervangingswaarde van 1 l. benzine voor 1 l. alcohol : te vermenigvuldigen met 1,5 (d.i. 210) indien het verbruik daalt met 5 %.

Uit afval kan 640.10^3 tpe of 1,4 % van onze totale energieconsumptie worden gewonnen. Energy-crops kunnen voor 300 à 370.10^3 extra tpe bijdragen, indien daarvoor 90.000 ha worden benut.

Voorts zijn de verkregen prijzen ook niet zo denderend. Er bestaat geen energiebron en geen conversieprocédé waarbij een zeer lage prijs wordt verkregen.

Inzake kwantiteit of prijs vormt geen van de overwogen methoden dus een mirakeloplossing. Derhalve moet men er zich bij neerleggen dat alleen een gevarieerd geheel van bronnen uitkomst kan bieden voor onze energieproblemen. In dit opzicht heeft biomassa zeker haar plaats en haar waarde.

In de eerste plaats betreft het een vernieuwbare bron,zowel wat afvalstoffen als energy-crops betreft. Juist daardoor is zij belangrijk uit een oogpunt van bevoorradingszekerheid. Weliswaar is de autonomie van ons land slechts zeer gedeeltelijk maar op individueel vlak of voor de bedrijven kan die oplossing tot volledige autonomie leiden.

Het verwerken van afvalstoffen helpt de vervuiling bestrijden. Daarbij komt dat iets wat tot dusver energie kostte nu zelf energie oplevert.

De meeste methoden voor biomassabenutting zijn gebaseerd op een relatief kleinschalige technologie. Zij vergen de installatie van een groot aantal conversie-eenheden, wegens de grote verspreiding van de biomassavoorraden. Dat betekent dat de toegevoegde waarde voor ons land zeer hoog ligt en dat er kan worden gerekend met een zeer positieve weerslag op de tewerkstelling en de betalingsbalans. In dit verband merkt men op dat de investeringskosten voor de benodigde capaciteit aan gistingsovens om 278.000 tpe biogas (§ 3.3.) te produceren, bij 10.000 FB/m^3 per installatie, circa 8 miljard BF zou bedragen. Deze inspanning zou toelaten een industriële know-how te ontwikkelen inzake deze kleinschalige technologie, ook speciaal gericht op de export in het bijzonder naar ontwikkelingslanden.

De volgende punten inzake onderzoek en ontwikkeling moeten als uiterst belangrijk beschouwd worden :

1) het uitwerken van de globale inventaris in de ruimte en de tijd, wat kan leiden tot een ruimtelijke data bank, die tevens de basis vormt van optimalisatiestudies;
2) pilootinstallaties van methaangisting moeten dringend opgericht worden voor verdere ontwikkeling en demonstratie.Dit is uiterst belangrijk voor de zuivering van agro-industriële afvalwaters (anaërobe zuivering gevolgd door aërobe behandeling) gezien de hoogdringendheid van de investering in het kader van de milieuwetgeving;
3) Het op punt stellen van economische modellen voor de evaluatie van diverse procédé's om rekening te kunnen houden met de snelle evolutie van de gegevens en de bijzondere omstandigheden voor iedere installatie apart;
4) het uitvoeren van feasibility-studies om de energetische en sociaal-economische waarde van energieculturen op grote schaal te bepalen;
5) er moet gestreeft worden naar een regionaal en lokaal optimaal gebruik van organische afval (dierlijke mest in het bijzonder) als meststof en bodemverbeteringsmiddel, vermits dit indirekt eveneens een belangrijke energiebesparing oplevert en noodzakelijk is voor het in stand houden van het landbouwecosysteem, ondersteund door begeleidende studies;
6) de verschillende alternatieve gebruiksmogelijkheden van biomassa (energie, materialen, meststoffen, voeding voor mensen en dieren) moeten onderling vergeleken worden in een geïntegreerde systeemstudie.

BIJLAGEN

BIJLAGE I

ENERGETISCHE BALANS VAN EEN AGROECOSYSTEEM IN DE CONDROZ

Dhr. D. MALARME
Dhr. M. VAN KONINCKXLOO(x)

(x) Laboratoire de Botanique Systématique et d'Ecologie, Université Libre de Bruxelles.

ENERGETISCHE BALANS VAN EEN AGROECOSYSTEEM IN DE CONDROZ (GESVES-BELGIE)

D. MALARME en M. VAN KONINCKXLOO
Laboratoire de Botanique Systématique et d'Ecologie (Prof. P. DUVIGNEAUD)
Université libre de Bruxelles.

Het bestudeerde agroecosysteem hoort thuis in de kategorie van explotaties die veeteelt en akkerbouw combineert. Het bestrijkt een oppervlakte van 127 ha die verdeeld is in 48 ha akkerbouw en 79 ha weiden.

De kultuurgewassen en de weiden (voor het maaien en grazen) dienen hoofdzakelijk voor het voederen van 200 stuks vee.

De exploitatie verdeelt zich op natuurlijke wijze in drie subsystemen die nauw met elkaar in verband staan : "Kultuurgewassen en maaiweiden", "graasweiden" en "stallingen".

Figuur 1 toont de voornaamste energiefluxen aan, uitgedrukt in miljoenen kilocalorieën, die het agroecosysteem doorlopen.

De fotosynthese legt jaarlijks $6.700.10^6$ Kcal vast, wat neerkomt op 0,66 % van de invallende zonneënergie, waarvan het grootste deel terugkaatst (albedo) of onder de vorm van warmte verdwijnt.

Van de $6.700.10^6$ Kcal komen er 410.10^6 voor onder de vorm van graan, $2.120.10^6$ worden opgenomen door het vee en de resterende $4.170.10^6$ Kcal zijn rechtstreeks ter beschikking voor microbiële afbraak.

Het zijn dus de microorganismen die het leeuwenaandeel hebben gezien zij, naast de $4.170.10^6$ Kcal van oogst- en wortelresten, 735.10^6 Kcal krijgen onder de vorm van mest en gier afkomstig van de stallingen en 23.10^6 Kcal van zaden, hetzij een totaal van $5.460.10^6$. Dit totaal vertegenwoordigt meer dan het dubbel van de energie die door het vee wordt opgenomen ($2.120.10^6$ Kcal).

Deze 2120.10^6 Kcal laat het vee toe jaarlijks 45.10^6 Kcal vlees en 41.10^6 Kcal boter te produceren.
De efficiëntie van de secondaire produktie is dus in verhouding tot de opgenomen energie, gelijk aan : $\frac{45 + 41}{2120} \times 100$, hetzij 4 %.

De energie die door het vee niet werd omgezet in commercialiseerbare produkten wordt verdeeld in 780.10^6 Kcal mest, 260.10^6 Kcal urine en 980.10^6 Kcal verdwenen door de ademhaling.
Vanuit een ander standpunt kan men de secondaire produktie berekenen die rekening houdt met de restitutie van potentieel bruikbare energie (methanisatie) :

$$\frac{\text{Nuttige produkties + uitwerpselen}}{\text{Opneming}} \text{ of } \frac{\text{Opneming - ademhaling}}{\text{Opneming}}$$

wat 53 % geeft.

De energie die verdwijnt door de ademhaling werd voorgesteld in figuur 1 door vertikale gebroken lijnen boven de corresponderende dieren. De energieverliezen door respiratie die de mest en de maïssilo ondergaan werden op dezelfde wijze voorgesteld.

Het agroecosysteem werkt slechts dank zij de interventie van subsidiaire energie : de tractors verbruiken jaarlijks 260.10^6 Kcal stookolie; voor de verwarming van de woningen wordt 80.10^6 Kcal stookolie,

12.10^6 Kcal gas en 14.10^6 Kcal kolen gebruikt; voor de verlichting en de werking van de melkerij is 14.10^6 Kcal electriciteit nodig. Daarenboven moet men eveneens rekening houden met de energie die nodig is voor de produktie van kunstmeststoffen en pesticiden. Deze energie werd, steunend op de resultaten van de werkzaamheden van Pimental, geëvalueerd op 150.10^6 Kcal voor kunstmeststoffen en 14.10^6 Kcal voor pesticiden.
Uitgaande van deze gegevens kan men de energetische balans van het agroecosysteem berekenen :

- input :	subsidiaire energie :	544.10^6 Kcal
	voeden van het vee :	180.10^6 Kcal
	stro :	30.10^6 Kcal
	zaad :	25.10^6 Kcal
	totaal	779.10^6 Kcal

- ouput :	graan :	410.10^6 Kcal
	boter :	41.10^6 Kcal
	vlees :	45.10^6 Kcal
	totaal	496.10^6 Kcal

Men stelt vast dat, ondanks de belangrijke ontput van plantaardige calorieën die het graan bevat, de energetische balans van het agroecosysteem duidelijk deficitair is.
Dit deficit is voornamelijk afkomstig van de zwakke efficiëntie van de runderen, die slechts 4 % van de opgenomen vegetale calorieën omzetten in dierlijke calorieën.
De produktie van een calorie onder de vorm van graan, vlees en boter vereist een inbreng van 1,6 calorie in het agroecosysteem.

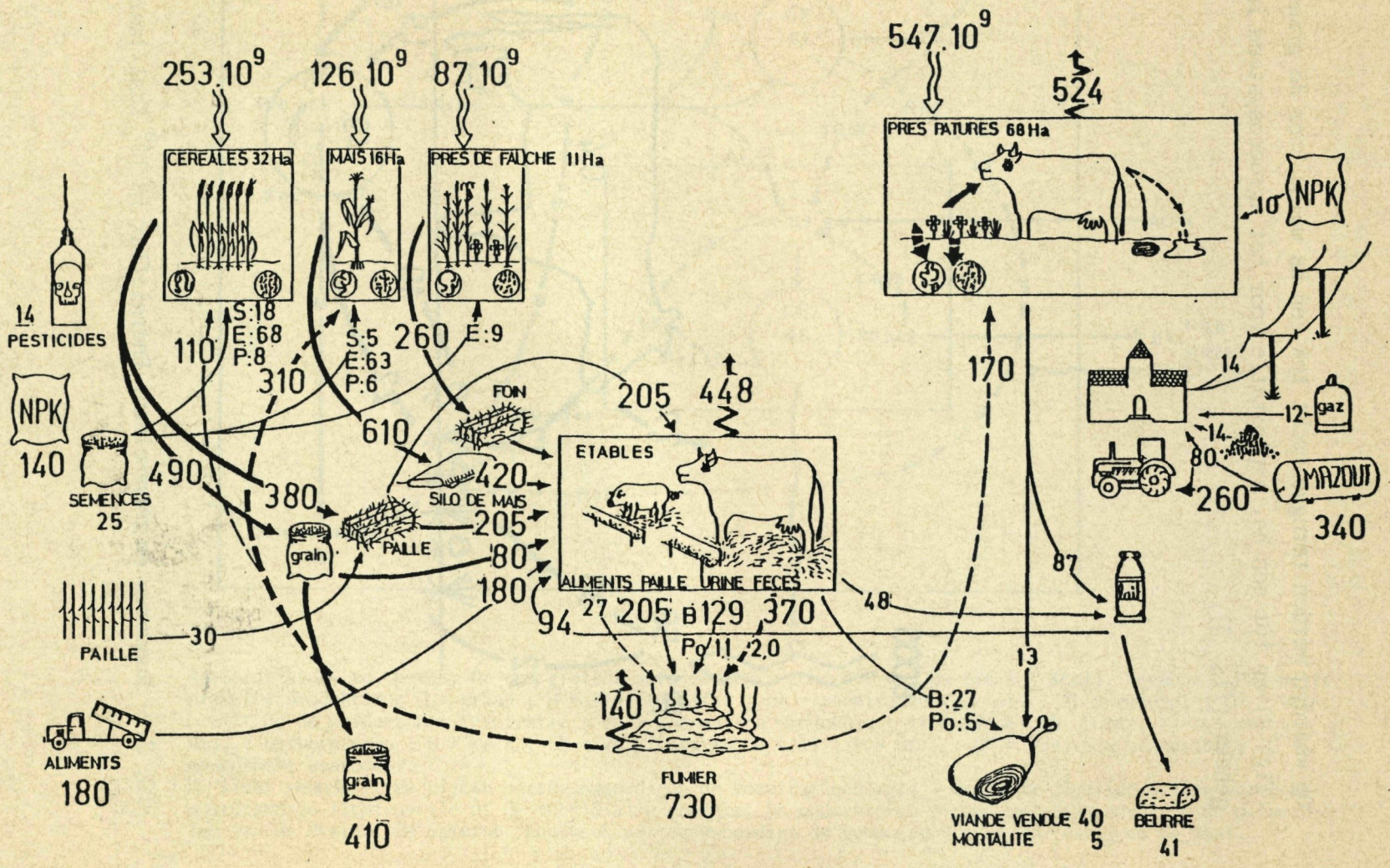


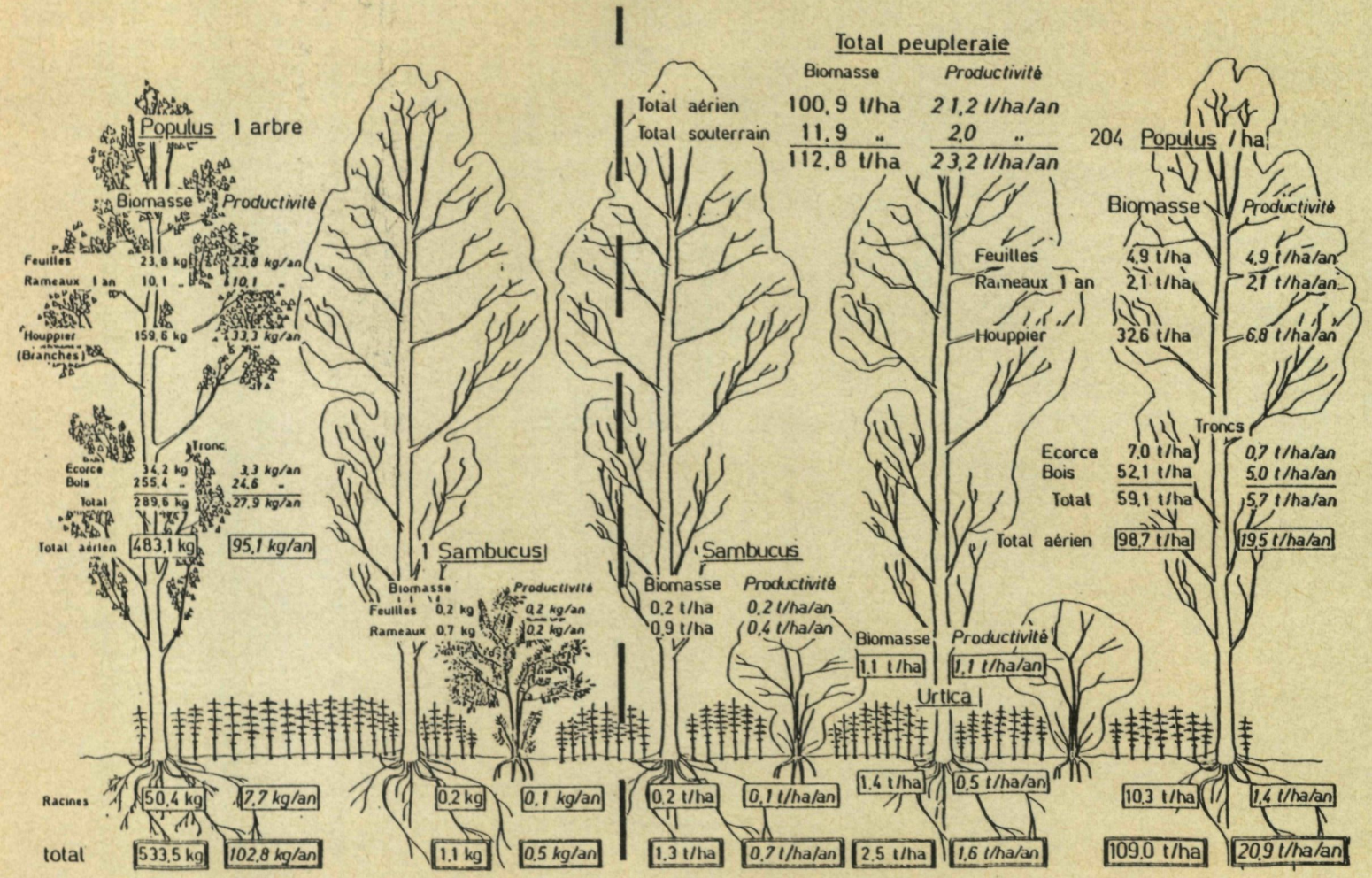
FIG. 1. - Energetische balans van het agroecosysteem te Gesves. Energieflux in 10^6 Kcal/jaar. Restitutie in onderbroken lijnen. Afkortingen : B = runderen Po = varkens.

BIJLAGE II

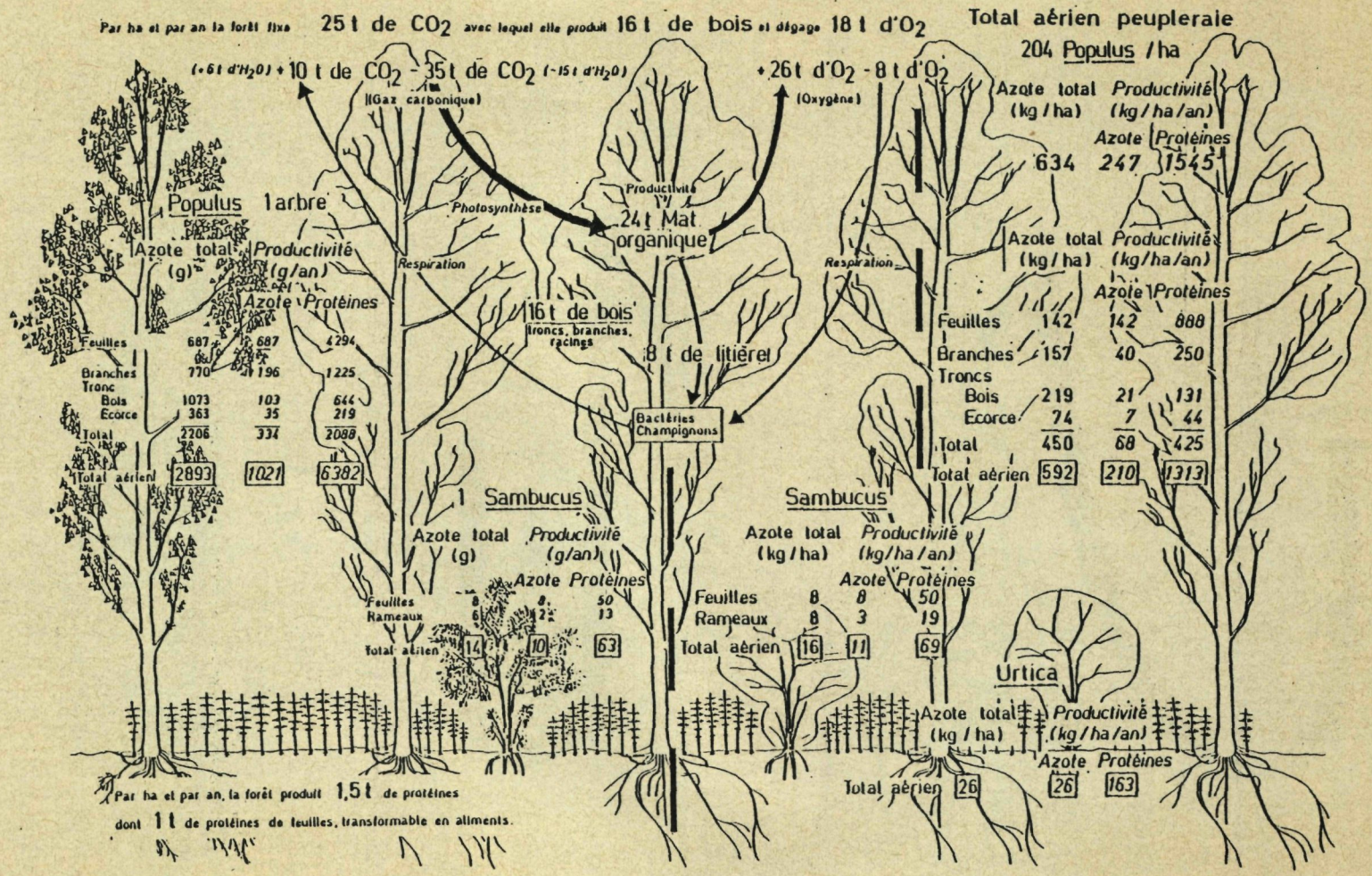
BALANS VAN ORGANISCHE STOF IN DE POPULIERENTEELT

Dhr. P. DUVIGNEAUD (x)

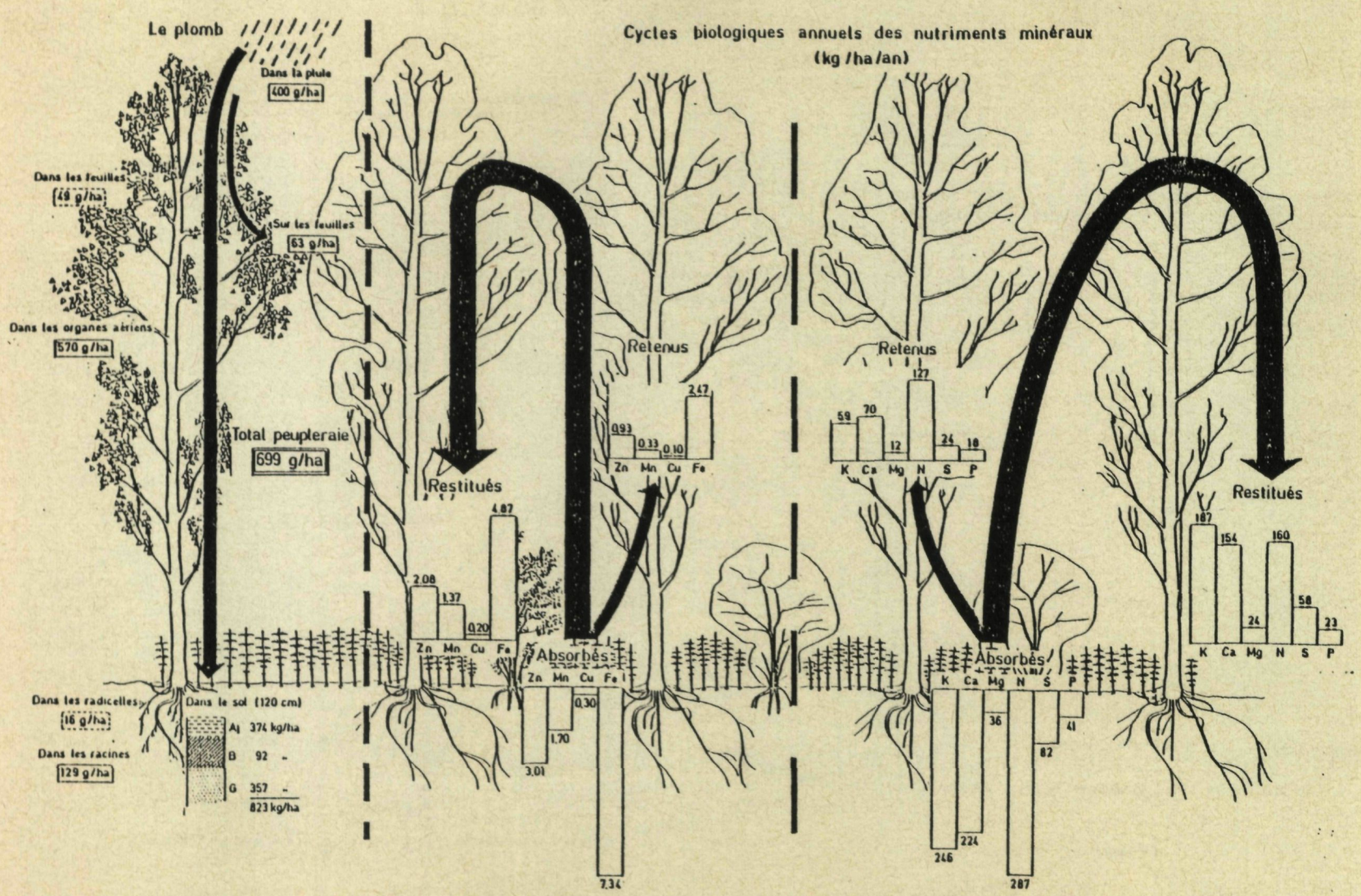
(x) Professor, Laboratoire de Botanique Systématique et d'Ecologie
Université Libre de Bruxelles.



II.1. Balans van de organische stof in een populierenkwekerij in de Brusselse agglomeratie (Vorst) (Prof. DUVIGNEAUD - ULB)



II.2. Koolstof- en Stikstofcyclus in een populierenkwekerij in de Brusselse agglomeratie (Prof. DUVIGNEAUD - ULB)



III.3. Jaarlijkse biologische cyclus van de minerale nutriënten en van lood (Prof. DUVIGNEAUD - ULB)

BIJLAGE III

PROJEKTEN BIOGAS VAN DE A.I.D.R.

Dhr. R. CHOME (x)

(x) Ingenieur, Verantwoordelijke van de Dienst "ENERGIE" van de Internationale Vereniging voor Plattelandsontwikkeling.

PROJECTEN BIOGAS VAN DE AIDR

door R. CHOME, ingenieur
Verantwoordelijke Dienst
Energie van de AIDR

De AIDR (Internationale vereniging voor plattelandsontwikkeling) heeft installaties voor de productie van biogas gebouwd te Halloy, bij Ciney, en daarna te Ciney zelf. Het is ons doel het procédé te vulgariseren bij de landbouwers, fokkers en daar waar organische afvalstoffen in voldoende hoeveelheden aanwezig zijn.

Het procédé bestaat uit organische afvalstoffen (mest, stro, slachthuis-afval,...) in water te dompelen en er de anaërobe (want onder water) ontbinding of vergistingof fermentatie te bevorderen, waardoor enerzijds methaangas geproduceerd wordt en anderzijds een residu, dat een uitstekende biologische meststof is.
Het bekomen gas bezit een calorisch vermogen tussen aardgas en het oude stadsgas. Het kan dus als vervangmiddel gebruikt worden.

Te Halloy zijn we begonnen met de vergisting van algen. Die algen werden in de zomer I978 in bakken gekweekt en hebben op het hele seizoen 20 ton droge stof per ha opgebracht. In een ketel van 1 m^3 met water hebben we een kleine hoeveelheid rundermest gedaan, teneinde methanogene anaërobe bacterieën te enten. Daarna werden alle 3 of 4 dagen kleine hoeveelheden algen toegevoegd. We bekwamen een derde m^3 gas per dag, maar de fermentatie-omstandigheden waren niet alle optimaal. Het gas bevatte 70 % CH_4 en 29 % CO_2 plus sporen van andere gassen.

Het was het begin van experimenten die zeer hoopvol bleken. Sindsdien hebben we verscheidene kuipen van 1000 l, van 100 l, en van 40 l gebouwd. Daarin hebben we verschillende soorten mest van runderen, varkens, pluimvee, en ook houtzaagsel vergist en gas geproduceerd. Wat de methanisatie betreft werken wij met de wetenschappelijke steun van het team van de professoren NYNS en NAVEAU van Louvain-la-Neuve.

Wij proberen in de praktijk de invloed van verschillende parameters te testen, parameters die het rendement en de reactiesnelheid determineren :

- de temperatuur (ideaal 35°)
- de pH
- de duur van de aanwezigheid van de stoffen
- de hoeveelheid toegevoegd
- de verhouding vaste stof in het water
- de afvoer van de verteerde stoffen
- het mengen van de stoffen
- de toevoeging van activatoren
- de verhouding C/N
- de samenstelling van de stoffen en de menging ervan.

Door een betere kennis van die elementen zal het mogelijk zijn installaties te runnen in funktie van objektieven, zoals de optimisering van de energiebalans of economische balans.

Wij hebben een vat van 10 m^3 gebouwd om de inhoud van de ingewanden van het rundvee afkomstig van het slachthuis van Ciney te vergisten, en een andere van 20 m^3 voor het mest van de veemarkt van Ciney.

Ze zijn belangrijk om drie redenen :

- vooreerst het leefmilieu : nu komen die afvalstoffen in het naburig riviertje terecht. Daarom bekwamen we een subsidie voor deze proeven;
- de productie van gas die voldoende zou moeten zijn om de lokalen van het slachthuis en de mart te verwarmen, en misschien ook om de nodige electriciteit voor deze lokalen te produceren, door middel van motoren op benzine of dual-fuel, afgeleid van het type diesel;
- de productie van meststof, ontdaan van pathogene virussen of kiemen door het anaëroob verblijf. In tegenstelling tot wat men zou kunnen denken heeft men er alle belang bij alle mest of alle organische stoffen langs een methanogene gistingskuip te doen passeren. Inderdaad, buiten de CH_4 en CO_2, blijft elke stof, waaronder stikstof, in het residu van de ketel achter, terwijl mest op een hoop een groot gedeelte van de stikstof en andere stoffen laat ontsnappen door oxydatie met de lucht.

Wij zouden in België installaties bij landbouwers willen aanpassen en wij bestuderen de concrete middelen om dit te realiseren : keuze van de materialen, onderdelen, het in werking stellen.

Het principe is het volgende :

- een aalput, maar die ook alle organische afvalstoffen van de boerderij opvangt : mest, stengels of bladeren;
- een electrische pomp die elke dag 1/20° van het volume van de ketel injecteert;
- een gistingskuip van 50 tot 100 m^3 ;
- een meststofreservoir dat de verteerde vloeistof via de overloop opvangt;
- een gasreservoir (80 m^3/dag voor 50 m^3 ketel);
- gebruik van het gas, bijvoorbeeld in een ketel of een electrogene groep die electriciteit en warm water levert, in de hoop dat de electriciteitsmaatschappij de overtollige stroom afkoopt.

BESLUIT

De gistingsinstallaties kunnen niet alle problemen oplossen, maar :

- men recupereert weinig of slecht gebruikte afvalstoffen;
- het systeem is op ecologisch gebied perfect;
- de landbouwers zouden zo onafhankelijk kunnen worden op energiegebied;
- het is economisch interessant als men de drie voordelen van de methode in aanmerking neemt : leefmilieu, gasproduktie en produktie van meststoffen.



Fig. III.1. Pomp, mengkuip en gashouder in het slachthuis van Ciney

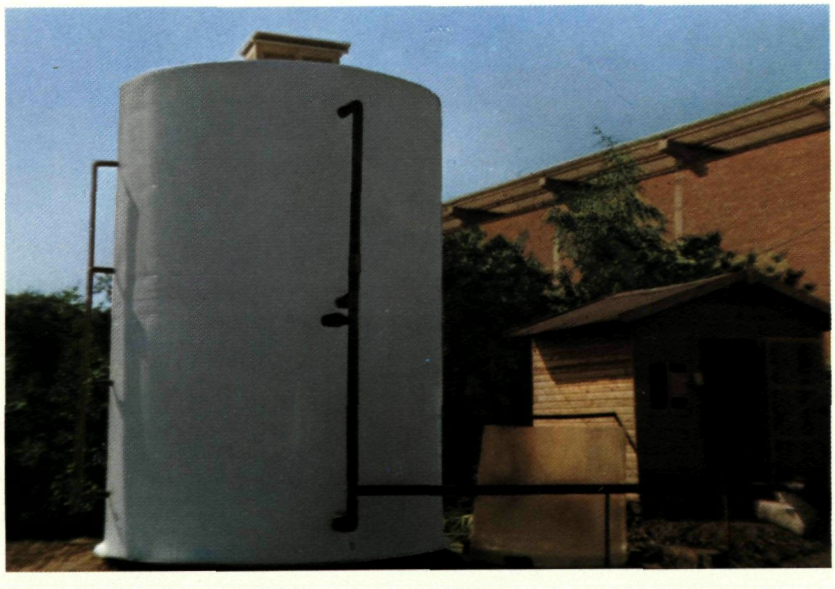


Fig. III.2. Een biogasreactor op de rundveemarkt te Ciney

BIJLAGE IV

ANAEROBE DIGESTERS

Bijlage IV : Anaërobe digestors

IV.1



IV.2



IV.1. Experimentele biogasreactor (2,5 m^3)voor mengmest met een systeem voor bacterieretentie en controleapparatuur (Prof. NAVEAU en Prof. NYNS, UCL - Louvain-la-Neuve)

IV.2. Experimentele biogasreactor (5 m^3) op een varkensbedrijf te Maldegem (Prof. VERSTRAETE, RUG - Gent).



IV. 3. In aanbouw zijnde volschalige biogasreactor (40 m^3) op een varkensbedrijf te Ieper (Prof. VERSTRAETE, RUG - Gent)

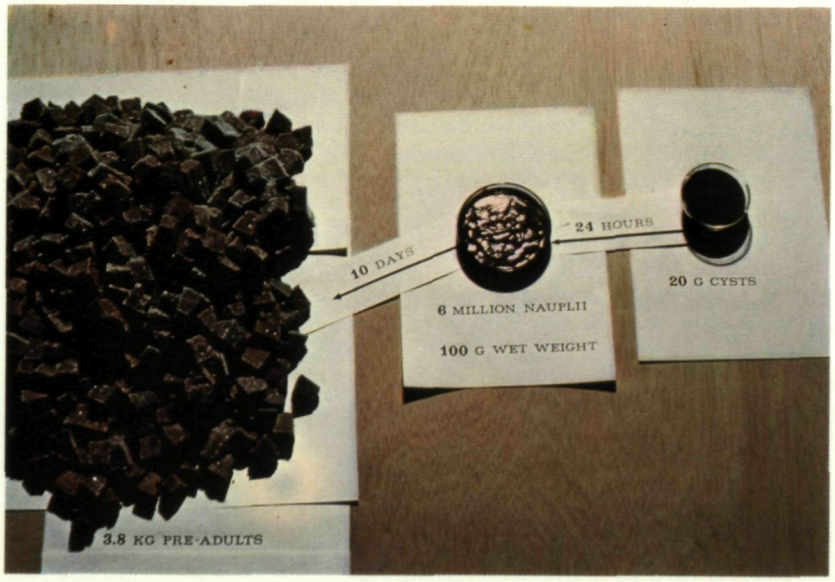


IV.4. Pilootschalige tweefasige "upflow"-reactor (18 m^3) bij de Koninklijke Nederlandse Gist- en Spiritusfabriek te Brugge(Prof.VERSTRAETE,RUG-Gent)

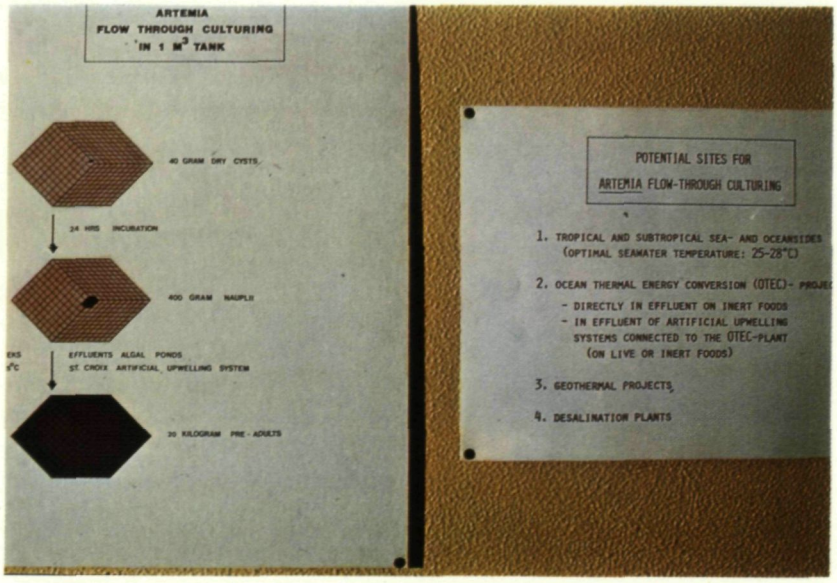
BIJLAGE V

AQUAKULTUUR

Bijlage V : Aquakultuur



V.1. Gemiddelde Artemiaopbrengst (65 % eiwitten) in een 2 m^3 kweeksysteem met gebruik van eiwitarm wei-poeder in 10 dagen
(Prof. PERSOONE, RUG - Gent)



V.2. Schematische voorstelling van de zeer hoge produktiemogelijkheden bij toepassing van het Artemia-doorvloeisysteem
(Prof. PERSOONE, RUG - Gent)

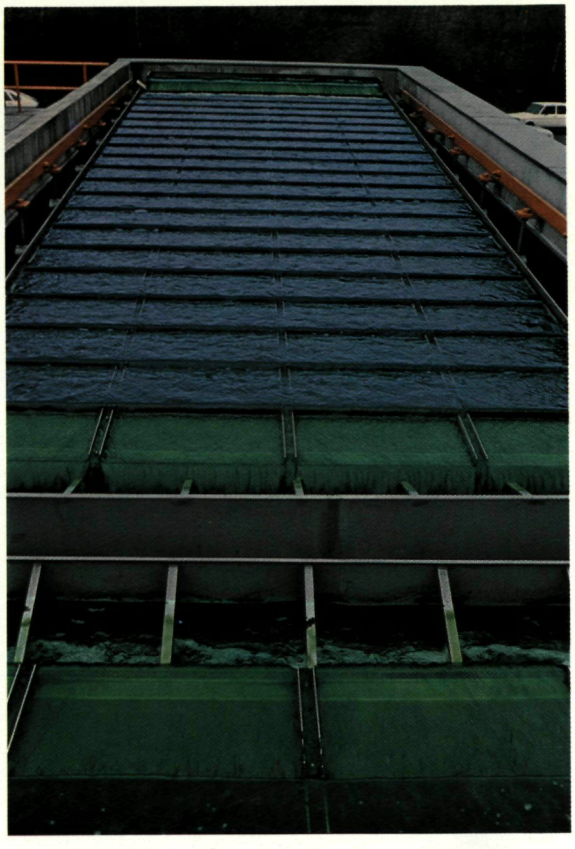


V.3. Zicht op één van de Artemia kweekbekkens in werking (Prof. PERSOONE, RUG - Gent)



V.4. Overzicht van de 4 kweekbekkens voor algen van elk 90 m^3, met telkens een verschillend circulatiesysteem te Oostende. (Prof. PERSOONE, RUG -Gent)

V.5. Algenkweek in zoet water
(Prof. SIRONVAL - Liège)





V.6. Parfum, reukwerende pastillen en visvoeder op basis van algen
(Prof. SIRONVAL - Liège)

BIJLAGE VI

POPULIERENTEELT

BIJLAGE VI : Populierenteelt

Dhr. V. STEENACKERS, Rijksstation voor Populierenteelt, Geraardsbergen



VI. 1. Een hybride van Populus Trichocarpa en Populus Deltoïdes (2 Amerikaanse soorten)
Klonen Hunegem, Unal, Beaupé, Boelare, Raspalje
planten van twee jaar in de boomkwekerij
hoogte 5 m; omtrek 12 à 14 cm; weldra vrij te koop



VI. 2. hybride Deltoïde Trichocarpa (Leuven)
Ouderdom : 26 jaar
omtrek : 1,95 m
nuttige opbrengst : 3 m^3



VI.3. Bladeren van de hybride Populus Trichocarpa met Populus Maximowiczii (Japan).

BIJLAGE VII

GASGENERATOR

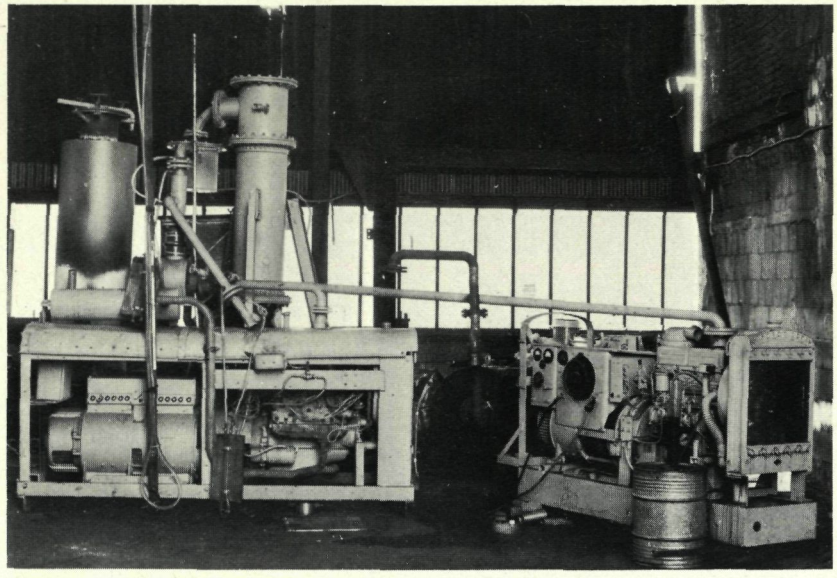
Bijlage VII : Gasgeneratoren met houtskool



VII. 1. Gasgenerator met houtskool op een kamion
(LAMBIOTTE, S.A., Brussel)



VII.2. Gasgenerator met houtskool op een personenwagen met globaal rendement van 17 à 20 % (LAMBIOTTE, S.A., Brussel)



VII.3. Elektrogeen-gazogeengroep van 30 kw met houtskool (LAMBIOTTE, S.A., Brussel)



VII.4. Gasgenerator met houtskool, met een gashouder van 2 m^3 die een monocylindrische motor variamax voedt, met een variabele compressie (5 tot 22) en een vermogen van ongeveer 10 kw (Prof. WAUTERS en MARTIN - UCL)